

УДК 628.987

**Н. Н. Пустовалова, Н. П. Коровкина**

Белорусский государственный технологический университет

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ  
POWER AUTOMATE DESKTOP**

При выборе оборудования, обладающего множеством различных характеристик, достаточно сложно оценить качество устройств. Решение данной проблемы возможно с использованием метода определения обобщенного показателя качества оборудования, позволяющего оценить преимущества и недостатки оборудования, дает возможность выбрать устройства по значительному количеству экономических и технических параметров. Применение данного метода предполагает выполнение определенных расчетов, которые можно автоматизировать с помощью программных роботов. Несмотря на то, что программные роботы являются новым направлением в организации современных бизнес-процессов, в настоящее время уже разработаны различные программные платформы для создания роботов. В статье предлагается использовать платформу Power Automate Desktop, поскольку она бесплатная и достаточно простая в освоении. Способ создания программного робота, в котором реализуется метод определения обобщенного показателя качества оборудования, демонстрируется на примере выбора электроосветительного оборудования. Выпускаемая многочисленными предприятиями осветительная арматура имеет значительный разброс технических параметров, что затрудняет правильный выбор устройств. Использование при расчетах программных роботов на компьютере позволяет легко сопоставлять варианты выбора оборудования.

**Ключевые слова:** программный робот, автоматизация процесса, выбор оборудования, осветительные устройства.

**Для цитирования:** Пустовалова Н. Н., Коровкина Н. П. Автоматизация выбора оборудования на платформе Power Automate Desktop // Труды БГТУ. Сер. 3, Физико-математические науки и информатика. 2022. № 2 (260). С. 87–91.

**N. N. Pustovalova, N. P. Korovkina**

Belarusian State Technological University

**AUTOMATION OF EQUIPMENT SELECTION ON THE POWER AUTOMATE  
DESKTOP PLATFORM**

When choosing equipment with many different characteristics, it is difficult to accurately assess the quality of devices. The solution of this problem is possible with the use of a method for determining a generalized indicator of equipment quality, which allows assessing the advantages and disadvantages of equipment, makes it possible to select devices based on a significant number of economic and technical parameters. Using this method involves performing certain calculations that can be automated using software robots. Despite the fact that software robots are a no-go in the organization of modern business processes, various software platforms for creating robots are currently being developed. This article proposes to use the Power Automate Desktop platform, since it is free and easy to learn. The method of creating a software robot in which the method of determining a generalized quality indicator of equipment is implemented is shown on the example of selecting electrical lighting equipment. Lighting fixtures manufactured by numerous enterprises have a significant range of technical parameters, which makes it difficult to select the right devices. The use of software robots on a computer in calculations makes it easy to compare options for choosing equipment.

**Key words:** software robot, process automation, equipment selection, lighting devices.

**For citation:** Pustovalova N. N., Korovkina N. P. Automation of equipment selection on the Power Automate Desktop platform. *Proceedings of BSTU, issue 3, Physics and Mathematics. Informatics*, 2022, no. 2 (260), pp. 87–91 (In Russian).

**Введение.** В настоящее время широко внедряется автоматизация бизнес-процессов (Robotic Process Automation – RPA) в различные сферы деятельности.

Существуют различные программные платформы, на основе которых создаются программные роботы, т. е. программы, которые имитируют

действия человека при взаимодействии с компьютерным приложением и выполняют автоматизацию повторяющихся процессов на основе правил.

Платформа Power Automate Desktop содержит широкий набор инструментов, а также интуитивно понятный интерфейс для создания программных роботов. При этом можно создавать

автоматизированные процессы, используя данную платформу, без программирования или с небольшим объемом программирования. В Power Automate Desktop используется понятие потоков, т. е. последовательностей действий для решения задачи. Они представляют собой упрощенное взаимодействие с пользователями, при котором получают инструкции по выполнению операций, определенных в организации для достижения того или иного результата. Это взаимодействие можно настроить таким образом, чтобы пользователи с различными ролями безопасности могли пользоваться функциями, которые оптимально подходят им для работы.

Потоки предназначены для автоматизации задач на компьютере. С помощью программных роботов можно выполнять такие действия, как считывание информации с сайта и ее запись в файл, обработка действий клавиатуры и мыши, действия с файлами и папками, манипуляции с данными внутри электронных таблиц, обработка информации в базах данных, сравнение документов с шаблонами, структурированное извлечение данных на основе современных технологий оптического распознавания символов и экспорт их в различные форматы, отправка, получение и анализ электронной почты и тому подобное.

В статье рассматривается способ создания программного робота для выбора электроосветительных устройств.

Одним из направлений энергосбережения является эффективное использование энергии за счет применения энергосберегающей светотехники. Ежегодно в Беларуси на все виды освещения затрачивается более 6 млн кВт·ч, в том числе в промышленности около 1,2 млн кВт·ч. Поэтому очевидна важность использования современного энергосберегающего осветительного оборудования.

Существуют различные способы выбора осветительных установок [1, 2, 3]. Однако при этом оценка оборудования производится по отдельным техническим параметрам.

Но очевидно, что количественный показатель качества осветительной установки является интегральным, многофакторным.

Авторами настоящей работы предложен метод определения обобщенного показателя качества оборудования, описанный в публикациях [4, 5], который позволяет оценить устройства по совокупности различных параметров.

Согласно этому методу, если имеется  $N$  объектов  $x_1, x_2, \dots, x_N$ , то каждому объекту присущи  $S$  параметров, выраженных количественно, то есть имеется дискретный набор значений:  $f_{11}, \dots, f_{1N}, \dots, f_{S1}, \dots, f_{SN}$ , где  $f_{ij}$  – значение  $i$ -го параметра для  $j$ -го объекта ( $i$  меняется от 1 до  $S$ ,  $j$  меняется от 1 до  $N$ ).

Каждый параметр определенным образом влияет на показатель качества выбранного устройства. Необходимо, зная параметры оборудования, рассчитать этот показатель.

Первоначально формулируется задача нечеткого математического программирования, в которой определяются  $\mu_i(x_j)_1, \dots, \mu_i(x_j)_N$  – функции принадлежности элемента  $x_j$  ко множеству  $A_i$ , характеризующие степень близости значения  $i$ -го критерия в рассматриваемой пробной точке  $f_{ij} = f(x_j)$  к максимально допустимому значению данного критерия.

На основе полученных значений функций принадлежности для каждого типа оборудования рассчитывается агрегирующая функция, которая и будет являться показателем качества.

При использовании метода многокритериального ранжирования возникает необходимость исследования исходных данных (технических параметров оборудования).

В основу расчета кладется экспертная оценка качества оборудования. Эксперт выбирает оборудование наилучшего качества, значение функции принадлежности которого принимается за 1,0. Оборудование среднего качества оценивается в 0,5; оборудование самого низкого качества – 0. Значения функций принадлежности для других образцов оборудования оцениваются в пределах между 1 и 0.

Такая оценка является субъективной. Для получения наиболее достоверных результатов предлагается значения функций принадлежности определять следующим образом:

- вычислить арифметическую сумму показателей для каждого образца оборудования;
- значение функции принадлежности оборудования с наилучшим уровнем качества принять за 1,00 (эталонное оборудование);
- значения функций принадлежности остального оборудования рассчитать как отношение арифметической суммы их показателей к арифметической сумме эталонного образца.

**Основная часть.** Разработка программного робота, в котором реализуется метод определения обобщенного показателя качества для выбора электроосветительного оборудования, осуществлялась на платформе Power Automate Desktop.

Рассмотрим оборудование, состоящее из осветительной арматуры люминесцентных светильников, пускорегулирующей аппаратуры, источников света, а также для осветительной и пускорегулирующей аппаратуры в совокупности.

Пусть имеется осветительная арматура люминесцентных светильников для общественных помещений (ЛПО): ЛПО 25, ЛПО 26, ЛПО 63, ЛПО 66, ЛПО 70 [2].

Пускорегулирующая аппаратура – стартер (СК), электромагнитная (ЭМ) и электронная аппаратура (ЭПРА).

Источники света – люминесцентные лампы дневного света (ЛД), лампы дневного света с улучшенной цветоотдачей (ЛДУ), лампы теплого света (ЛТД), лампы холодных тонов (ЛХБ), лампы белого света (ЛБ).

Показатель качества осветительной установки можно представить следующими составляющими: показатели качества осветительной арматуры, показатели качества источника света и показатели качества пускорегулирующей аппаратуры.

Осветительная арматура характеризуется техническими параметрами, перечисленными в табл. 1. Из приведенных параметров коэффициент полезного действия осветительной арматуры относится к экономическим показателям, а класс по светораспределению, кривая света, защитный угол, габаритная яркость – к социальным.

Пускорегулирующая аппаратура (ПРА) характеризуется экономическими показателями: потеря мощности, коэффициент мощности, влияние на срок службы источника света, и социальными: пульсация светового потока, звуковое давление (шум).

Источник света характеризуется экономическими показателями: мощность лампы, световой поток, световая отдача. Цвет свечения – социальный показатель.

Программный робот осуществляет ввод исходных данных из таблицы Excel, расчет коэффициентов функций принадлежности. Исследования показали, что наилучшую точность для данного класса объектов дает построение функций принадлежности в виде полиномов второй степени. Затем процесс автоматизации формирует матрицу значений параметров, соответствующих узловым точкам функций принадлежности, и по формуле среднего геометрического рассчитывает значения агрегирующих функций, которые и являются показателями качества рассматриваемого оборудования.

На рис. 1 приведен фрагмент потока программного робота.

В процессе разработки процесса автоматизации использовался макрос на языке программирования VBA, фрагмент которого представлен на рис. 2.

Получив показатели качества сравниваемых образцов осветительного оборудования, можно определить эффективность замены устаревших образцов новыми.

Метод позволяет более точно оценить преимущества и недостатки устройств, дает возможность сравнивать их по значительному количеству показателей.

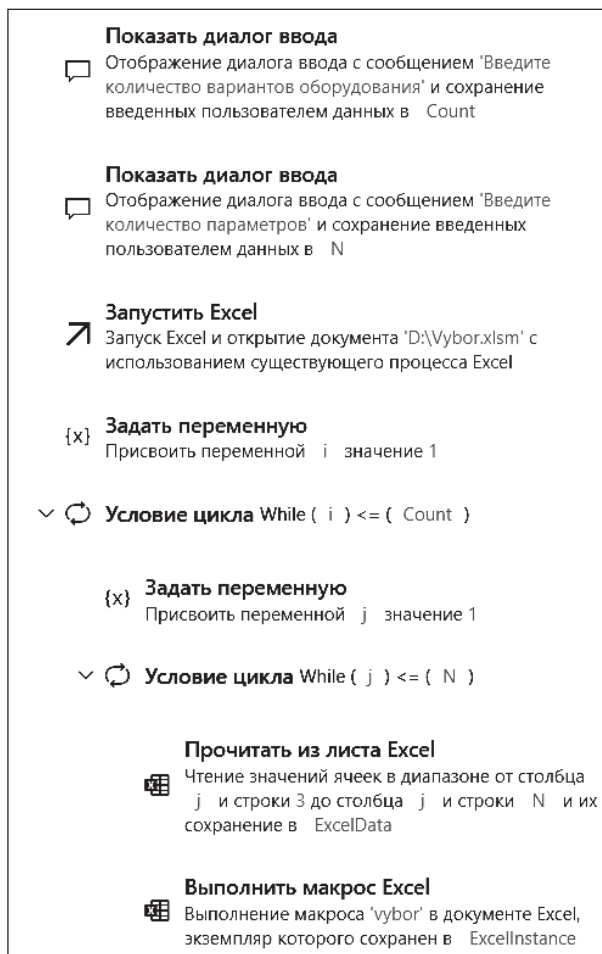


Рис. 1. Фрагмент программного робота

Эти показатели качества характеризуют сравниваемые образцы оборудования как по экономии электрической энергии, так и по различным социальным параметрам, что является немаловажным при эксплуатации осветительной установки.

Кроме того, появляется возможность оценить сходные образцы и определить, насколько обоснована цена каждого конкретного образца.

```
k = 1
X = Application.Evaluate
  ("=linest(B3:B7,G3:G7^{1,2})")
f = "Equation is y=" & Format(X(1), "0.###") _
  & "x2+" & Format(X(2), "0.###") _
  & "x+" & Format(X(3), "0.###")
Cells(15, k) = f
k = k + 1
```

Рис. 2. Фрагмент программного макроса

Исходные данные и результаты расчетов приведены в табл. 1–4.

Как следует из табл. 1, наилучший показатель качества 0,803 имеет осветительная арматура с зеркальным отражателем ЛПО 70.

Для пускорегулирующей аппаратуры наилучший показатель качества, как и следовало ожидать, у электронной аппаратуры – 0,985.

Таблица 1

## Осветительная арматура

Наименование параметра	Значения параметров, соответствующие узловым точкам функции принадлежности				
	ЛПО 25	ЛПО 26	ЛПО 63	ЛПО 66	ЛПО 70
	Класс по светораспределению max	40,00	60,00	80,00	88,00
Класс по светораспределению min	20,00	40,00	60,00	80,00	88,00
Показатель кривой света max	3,00	2,00	1,20	3,00	3,00
Показатель кривой света min	2,00	1,30	1,00	2,00	2,00
Защитный угол, град.	30,00	45,00	60,00	90,00	90,00
Габаритная яркость, кд	2000	3000	3000	5000	5500
Коэф. полезного действия, %	57	60	63	60	70
Показатель качества	0,296	0,359	0,508	0,680	0,803

В табл. 3 приведены данные по люминесцентным светильникам.

Таблица 2

## Пускорегулировочная аппаратура

Наименование параметра	Значения параметров, соответствующие узловым точкам функции принадлежности		
	СК	ЭМ	ЭПРА
Коэффициент мощности	0,6	0,83	0,93
Экономия электроэнергии, %	0,00	18,00	30,00
Показатель качества	0,200	0,495	0,985

Наилучший показатель у люминесцентных ламп имеет лампа белого света (показатель качества 0,854). У остальной аппаратуры более низкие коэффициенты эффективности.

В табл. 4 приведены данные по расчету показателей качества для осветительной и пускорегулировочной аппаратуры в совокупности. Все сравниваемые светильники имеют люминесцентные лампы ЛБ 2Х40.

Из расчетов следует, что самый лучший показатель качества у светильника ЛПО 70 с ЭПРА – 0,827. Самый низкий – у светильника ЛПО 25 со стартером.

Эти показатели качества характеризуют сравниваемые образцы оборудования как по экономии электрической энергии, так и по различным социальным параметрам, что является немаловажным при эксплуатации осветительной установки.

Таблица 3

## Люминесцентные светильники

Наименование параметра	Значения параметров, соответствующие узловым точкам функции принадлежности				
	ЛДУ	ЛД	ЛТД	ЛХБ	ЛБ
	Номинальный световой поток, лм	2100	2340	2580	2600
Минимальный световой поток, лм	1890	2105	2320	2340	2700
Световая отдача, Вт/лм	52,5	58,5	69,5	69,5	75
Индекс цветопередачи	0,0120	0,0109	0,0143	0,0161	0,0175
Показатель качества	0,132	0,336	0,564	0,628	0,854

Естественно, что немаловажным фактором при определении эффективности осветительного оборудования является его цена. Рассчитав показатели качества и узнав цену оборудования, можно их сопоставить.

Таблица 4

## Осветительная арматура и ПРА

Наименование параметра	Значения параметров, соответствующие узловым точкам функции принадлежности				
	СК	ЭМ	ЭМ	ЭПРА	ЭПРА
Класс по светораспред. max	40,00	60,00	80,00	88,00	90,00
Класс по светораспред. min	20,00	40,00	60,00	80,00	88,00
Показатель кривой света max	3,00	2,00	1,20	3,00	3,00
Показатель кривой света min	2,00	1,30	1,00	2,00	2,00
Защитный угол, град.	30,00	45,00	60,00	90,00	90,00
Габаритная яркость, кд	2000	3000	3000	5000	5500
Коэф. полезного действия, %	57	60	63	60	70
Коэффициент мощности	0,8	0,83	0,83	0,93	0,93
Экономия электроэнергии, %	2	18	18	30	30
Показатель качества	0,271	0,376	0,492	0,727	0,827

**Заключение.** Таким образом, программный робот, реализующий метод определения обобщенного показателя качества, позволяет дать количественную оценку различным образцам осветительного оборудования. Располагая количественными показателями качества арматуры с ПРА и источников

света, возможно сопоставление вариантов осветительных установок:

- с разными источниками света и одной и той же арматурой;
- с разной арматурой и одинаковым источником света;
- с разными источниками света и разными арматурами.

При сопоставлении образцов оборудования по обобщенному показателю качества можно выбрать наилучшую электроосветительную установку.

Использование при расчете программных роботов на компьютере позволяет легко сопоставлять варианты замены одних устройств другими, т. е. профессионально решать вопросы о замене низкоэффективных образцов осветительного обо-

рудования высокоэффективными, что поможет добиться максимальной экономии электрической энергии.

Power Automate Desktop позволяет в короткие сроки создавать программные роботы различной степени сложности.

Интуитивно понятный интерфейс делают его хорошим выбором как для профессиональных, так и для начинающих пользователей.

Кроме того, в отличие от других платформ, предоставляющих инструменты для создания программных роботов, Power Automate Desktop является бесплатным программным средством.

Изложенный способ может быть использован не только для выбора осветительных устройств, но и для любого другого оборудования.

### Список литературы

1. Кириленко А. И. Нормирование освещения и энергоэффективность // Энергия и менеджмент. 2001. № 3. С. 23–25.
2. Битно Л. Г., Битно Ю. Л. Экологические светильники, или «ЭПРА» в Беларуси // Энергоэффективность. 2001. № 7. С. 24–31.
3. Дробов А. В. Электрическое освещение. Минск: РИПО, 2017. 219 с.
4. Краевская Н. П., Пустовалова Н. Н. Особенности применения метода многокритериального ранжирования при оценке эффективности электрооборудования // Труды БГТУ. Сер. III, Физ.-мат. науки и информатика. 2003. Вып. XI. С. 157–161.
5. Коровкина Н. П., Пустовалова Н. Н. Эффективность замены устаревшего электрооборудования новым, энергосберегающим // Энергоэффективность. 2005. № 7. С. 16–17.

### References

1. Kirilenko A.I. Lighting rationing and energy efficiency. *Energiya i menedzhment* [Energy and management], 2001, no. 3, pp. 23–25 (In Russian).
2. Bitno L. G., Bitno Yu. L. Environmental lamps or “EPRA” in Belarus *Energoeffektivnost'* [Energy efficiency], 2001, no. 7, pp. 24–31 (In Russian).
3. Drobov A. V. *Elektricheskoye osveshcheniye* [Electric lighting]. Minsk, RIPO Publ., 2017. 219 p. (In Russian).
4. Kraevskaya N. P., Pustovalova N. N. Features of the use of the multi-criteria ranking method in assessing the effectiveness of electrical equipment. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series III, Physics and Mathematics. Informatics, 2003, issue XI, pp. 157–161 (In Russian).
5. Korovkina N. P., Pustovalova N. N. Efficiency of replacing outdated electrical equipment with energy-saving. *Energoeffektivnost'* [Energy efficiency], 2005, no. 7, pp. 16–17 (In Russian).

### Информация об авторах

**Пустовалова Наталья Николаевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: pnn1900@yandex.by.

**Коровкина Наталья Павловна** – кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Knp193902@yandex.by.

### Information about the authors

**Pustovalova Natalya Nikolaevna** – PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Information Systems and Technologies. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: pnn1900@yandex.by

**Korovkina Natalia Pavlovna** – PhD (Pedagogical), Associate Professor, Assistant Professor of the Department of Automation of Production Processes and Electrical Engineering. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Knp193902@yandex.by

Поступила после доработки 07.09.2022