



<http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-52-58>

Оригинальная статья  
*Original paper*

УДК 005.5.378

## МАТРИЧНЫЙ ПОДХОД ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Е. А. БУЩИК, Н. И. ЛИСТОПАД

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
(г. Минск, Республика Беларусь)*

*Поступила в редакцию 21.03.2024*

© Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2024  
Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, 2024

**Аннотация.** Рассмотрена комплексная модель, описывающая и учитывающая взаимосвязи между бизнес-процессами, организационной структурой и информационными системами учреждения среднего специального образования. Для представления модели использован матричный подход с привлечением инструментария теории матриц. Описаны весовые коэффициенты взаимосвязи элементов модели с помощью методов экспертных оценок и с учетом зоны ответственности сотрудников при выполнении определенных бизнес-процессов. Построение модели основывается на описании операционного бизнес-процесса «Подготовка специалистов на уровне среднего специального образования», включающего подпроцессы теоретического и практического обучения. Полученная модель, состоящая из трех матриц, позволяет проводить учет и анализ организационных элементов структуры учреждения образования на наличие ошибок, оценки полноты и сплоченности взаимодействия структур с целью их дальнейшей оптимизации и автоматизации.

**Ключевые слова:** среднее специальное учреждение образования, бизнес-процесс, организационная структура, информационная система, теория матриц, весовые коэффициенты, оптимизация, автоматизация.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования.** Бущик, Е. А. Матричный подход для моделирования взаимосвязей бизнес-процессов и организационной структуры учреждения образования / Е. А. Бущик, Н. И. Листопад // Цифровая трансформация. 2024. Т. 30, № 2. С. 52–58. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-52-58>.

## MATRIX APPROACH FOR MODELING THE INTERRELATIONSHIPS OF BUSINESS PROCESSES AND ORGANIZATIONAL STRUCTURE OF AN EDUCATIONAL INSTITUTION

ELIZAVETA A. BUSHCHYK, NIKOLAI I. LISTOPAD

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (Minsk, Republic of Belarus)*

*Submitted 21.03.2024*

**Abstract.** The complex model describing and taking into account the interrelationships between business processes, organizational structure and information systems of a secondary special education institution is considered. To represent the model the matrix approach with the use of matrix theory tools is used. Weight coefficients of interrelation of model elements are described using the method of expert evaluation and taking into account the zone of responsibility of employees in the performance of certain business processes. The model construction is based on the description of the operational business process “Training of specialists at the level of secondary specialized education”, including subprocesses of theoretical and practical training. The obtained model, consisting of three matrices, allows for accounting and analysis of organizational elements of the educational institution structure

for errors, assessment of completeness and cohesion of interaction between structures in order to their further optimization and automation.

**Keywords:** secondary special education institution, business process, organizational structure, information system, matrix theory, weighting coefficients, optimization, automation.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

**For citation.** Bushchyk E. A., Listopad N. I. (2024) Matrix Approach for Modeling the Interrelationships of Business Processes and Organizational Structure of an Educational Institution. *Digital Transformation*. 30 (2), 52–58. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2024-30-2-52-58> (in Russian).

## Введение

В текущей ситуации быстро развивающейся экономики современным организациям необходимо постоянно улучшать и совершенствовать свою деятельность с целью поддержания имиджа и конкурентоспособности на рынке труда. Для этого требуются использование новых цифровых технологий и пересмотр подходов к управлению и организации бизнес-процессов.

Сегодня цифровая трансформация активно затрагивает управленческие бизнес-процессы оптимизации и автоматизации деятельности учреждений образования. Ключевыми причинами для оптимизации бизнес-процессов являются: уменьшение затрат или времени на выполнение определенных функций бизнес-процессов, изменение требований к деятельности организации, создание системы управления качеством и др. [1]. Один из эффективных инструментов в рамках оптимизации и дальнейшей стандартизации системы управления деятельностью учреждения образования – моделирование бизнес-процессов.

Бизнес-моделирование позволяет описать реальные процессы функционирования той или иной организации, в том числе учреждения образования, оценить эффективность, избежать чрезмерного разрастания численности персонала. Корректное моделирование бизнес-процессов снижает вероятность внутренней конкуренции между подразделениями организации, а также может стать эффективной базой для совершенствования деятельности учреждения образования. Результаты моделирования дают возможность минимизировать финансовые и временные потери, установить лишние операции, простои в работе сотрудников, избыточные информационные системы, дублирование, наличие неэффективных должностей и функций.

В соответствии с анализом внутренних локальных документов по обеспечению системы менеджмента качества в учреждениях высшего и среднего специального образования разработана схема бизнес-процессов, раскрывающая деятельность по подготовке специалистов со средним специальным образованием. Схема, изображенная на рис. 1, представлена в виде следующих основных бизнес-процессов в учреждениях среднего специального образования: управляющие – управляют функционированием образовательной системы; операционные (основные) – описывают образовательный процесс; поддерживающие (обеспечивающие) – обслуживают основную деятельность [2].



**Рис. 1.** Бизнес-процессы учреждения среднего специального образования  
**Fig. 1.** Business processes of secondary specialized education institutions

Моделирование начинается с выбора приоритетных бизнес-процессов, после чего необходимо приступить к их детальному описанию, анализу и оптимизации. При детальном описании важной частью является формирование критериев оценки и оптимизации бизнес-процессов, в качестве которых выступают элементы деятельности учреждения образования:

- структура бизнес-процессов;
- организационная структура;
- структура функций информационных систем (например, информационная система документооборота, система менеджмента качества, стратегии, охрана труда и т. д.).

### Построение комплексной модели бизнес-процессов

Для совершенствования бизнес-процессов применяются различные виды моделирования: функциональное, объектное, имитационное и др. Для разработки модели, описывающей и учитывающей взаимосвязи структур организации, предлагается использовать матричный подход с привлечением инструментария теории матриц [3]. Модель состоит из следующих трех взаимосвязанных матриц:

- организационная структура–бизнес-процессы (ОБ) – матрица, устанавливающая взаимосвязь между организационной структурой и структурой бизнес-процессов;
- информационные системы–бизнес-процессы (ИБ) – матрица, устанавливающая взаимосвязь между структурами информационных систем и бизнес-процессов;
- организационная структура–информационные системы (ОИ) – матрица, устанавливающая взаимосвязь между организационной структурой и структурой информационных систем.

Строки матрицы ОБ (табл. 1) отображают организационную структуру учреждения образования, столбцы выступают функциями бизнес-процессов, выполняемыми тем или иным должностным лицом или организационной структурой. Значения, стоящие на пересечении строк и столбцов матрицы, показывают, какое подразделение (или должностное лицо) ответственно за выполнение функции бизнес-процесса. При этом значения находятся в диапазоне от 1 до 4, принимая следующие зоны ответственности в соответствии с матрицей RACI (матрица ответственности ролей в бизнес-процессах: R – responsible – непосредственный исполнитель, несет ответственность за выполнение работы; A – accountable – руководитель, отвечает за результат, влияет на исполнителей; C – consulted – эксперт, предоставляет необходимую информацию; I – informed – кого необходимо проинформировать о результатах выполнения): 1 – I; 2 – C; 3 – A; 4 – R.

**Таблица 1.** Матрица ответственности организационная структура–бизнес-процессы  
**Table 1.** Responsibility matrix organizational structure–business processes

Организационная структура / Organizational structure	Бизнес-процесс / Business process													Итого / Total	
	Подготовка специалистов на уровне среднего специального образования / Training of specialists at the level of secondary specialized education														
	Теоретическое обучение / Theoretical training						Практическое обучение / Practical training								
	A <sub>11</sub>	A <sub>12</sub>	A <sub>13</sub>	A <sub>14</sub>	A <sub>15</sub>	A <sub>16</sub>	A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>24</sub>	A <sub>25</sub>	A <sub>26</sub>	A <sub>27</sub>		
B <sub>11</sub>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	1	33	
B <sub>12</sub>	4	3	4	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	20	
B <sub>13</sub>	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	3	10	
B <sub>14</sub>	0	0	0	0	0	0	4	4	4	3	3	4	4	26	
B <sub>15</sub>	4	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	10	
B <sub>21</sub>	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	0	3	24	
B <sub>22</sub>	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	0	3	24	
B <sub>23</sub>	1	4	1	4	4	1	0	0	0	4	4	0	1	24	
B <sub>31</sub>	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	
B <sub>4</sub>	0	4	1	4	4	0	0	0	0	4	0	0	0	17	
Итого	22	23	15	20	18	20	8	7	7	12	14	7	15		

В табл. 1 введены следующие обозначения:

$A_1$  – теоретическое обучение:  $A_{11}$  – разработка документации;  $A_{12}$  – процесс обучения;  $A_{13}$ ,  $A_{14}$ ,  $A_{15}$  – текущая, промежуточная и итоговая аттестации соответственно;  $A_{16}$  – анализ;

$A_2$  – практическое обучение:  $A_{21}$  – разработка документации;  $A_{22}$  – заключение договоров;  $A_{23}$  – распределение по организациям;  $A_{24}$  – проведение практики;  $A_{25}$  – подведение итогов практики;  $A_{26}$  – оплата труда работников баз практики;  $A_{27}$  – анализ.

Можно ввести обозначения структурных подразделений и должностных лиц в виде следующих множеств:

$B_1$  – руководство:  $B_{11}$  – директор;  $B_{12}$ ,  $B_{13}$  – заместитель директора по учебной и учебно-методической работе соответственно;  $B_{14}$ ,  $B_{15}$  – заместитель директора по производственному обучению и воспитательной работе соответственно;

$B_2$  – отделение:  $B_{21}$  – заведующий отделением;  $B_{22}$  – председатель цикловой комиссии;  $B_{23}$  – преподаватель;

$B_3$  – учебно-методическое объединение:  $B_{31}$  – методист;  $B_4$  – обучающиеся.

Отличие предлагаемого подхода от известных состоит в весовых коэффициентах, которые авторы условно выбрали в диапазоне от 1 до 4. В известных подходах [4] все коэффициенты равны единице, что указывает лишь на то, что данное лицо имеет отношение к данному бизнес-процессу. Здесь же предлагается указать и степень ответственности должностного лица при реализации того или иного бизнес-процесса. Диапазон коэффициентов от 1 до 4 выбран эмпирически на основании экспертной оценки авторов и может быть изменен конечным пользователем в ту или иную сторону.

Предлагается следующий алгоритм действий по использованию матрицы, представленной в табл. 1. Для количественного анализа взаимосвязей необходимо просуммировать все строки и столбцы матрицы. Если сумма строк или столбцов матрицы равна нулю, то это означает наличие грубой ошибки во взаимосвязи бизнес-процессов и организационной структуры [5]. Если сумма больше заранее заданного значения  $N$ , то функционал данного должного лица перегружен, и это является основанием для переработки регламентов исполнения процессов с учетом необходимости выполнения нескольких подпроцессов одним должностным лицом или переработки регламента подпроцесса. Значение  $N$  на этом этапе исследований также может быть выбрано эмпирически. В дальнейшем для выбора  $N$  необходимо четкое его обоснование, опираясь на результаты теории оптимизации и выбора.

Таким образом, для создания подобной матрицы необходимы иерархические классификаторы бизнес-процессов и организационной структуры учреждения образования. Наличие матрицы ответственности позволяет проводить анализ взаимосвязи функций бизнес-процессов с организационной структурой, выявлять ошибки, выполнять коррекцию и оптимизацию их взаимосвязей. Взаимосвязь информационных систем с бизнес-процессами продемонстрирована в табл. 2.

По строкам в табл. 2 представлены бизнес-процессы, по столбцам приведены возможные информационные системы, которые могут применяться с данными бизнес-процессами. Матрица позволяет определить частоту использования информационных систем в нескольких бизнес-процессах для дальнейшего принятия решения о возможном пересмотре регламента применения функций информационной системы в отмеченных бизнес-процессах. Необходимо отметить, что столбцы матрицы ОБ (табл. 1) и строки матрицы ИБ (табл. 2) одинаковы. Следовательно, можно применить одно из правил теории матриц, где описывается, что произведение двух матриц дает третью матрицу, в которой исключена одинаковая сторона. В рассматриваемом в статье случае – сторона с бизнес-процессами. Исходя из этого, при умножении матриц ОБ и ИБ получим матрицу ОИ, приведенную в табл. 3. Матрица ОИ показывает степень автоматизации деятельности организационных подразделений и позволяет выявить избыточность или, наоборот, отсутствие использования функций информационной системы определенной организационной структурой. При пустой строке матрицы делается вывод, что в подразделении не используется ни одна информационная система, поэтому необходимо пересмотреть бизнес-процессы в подразделении, выявить причину отсутствия автоматизации и принять решение по внедрению необходимых информационных систем.

**Таблица 2.** Матрица взаимосвязи информационных систем с бизнес-процессами  
**Table 2.** Matrix of interrelation of information systems with business processes

Бизнес-процесс / Business process		Информационная система / Information system						Итого / Total	
		ПО для хранения и обработки текстовой информации / Software for storing and processing text and information	СМДО / Interdepartmental document flow system	Электронная почта / Email	БД нормативно- правовой инфор- мации / Regulatory information database	РАС «Электронное образование» / Republican auto- mated system “Electronic education”	СЭО / E-learning system		
Подготовка специалистов на уровне среднего специального образования / Training of specialists at the level of secondary specialized education	Теоретическое обучение / Theoretical training	A <sub>11</sub>	1	1	1	1	0	0	4
		A <sub>12</sub>	1	0	1	1	0	1	4
		A <sub>13</sub>	1	0	1	1	0	1	4
		A <sub>14</sub>	1	0	1	1	0	1	4
		A <sub>15</sub>	1	0	1	1	0	0	3
		A <sub>16</sub>	1	1	1	1	1	0	5
	Практическое обучение / Practical training	A <sub>21</sub>	1	1	1	1	0	0	4
		A <sub>22</sub>	1	0	1	1	0	0	3
		A <sub>23</sub>	1	0	1	1	0	0	3
		A <sub>24</sub>	1	0	1	1	0	0	3
		A <sub>25</sub>	1	0	1	1	0	0	3
		A <sub>26</sub>	1	0	1	1	0	0	3
		A <sub>27</sub>	1	1	1	1	0	0	4
	Итого		13	4	13	13	1	3	

Обозначения: ПО – программное обеспечение; СМДО – система межведомственного документооборота; БД – база данных; РАС – республиканская автоматизированная система; СЭО – система электронного обучения.

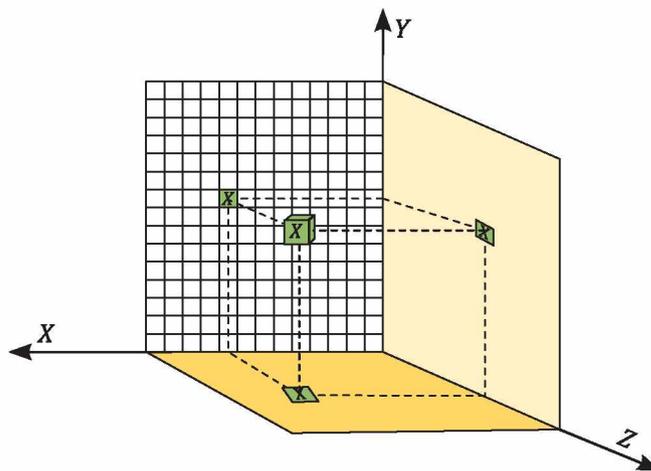
**Таблица 3.** Матрица взаимосвязи организационной структуры с информационными системами  
**Table 3.** Matrix of relationship between organizational structure and information systems

Организационная структура / Organizational structure	Информационная система / Information system						Итого / Total
	ПО для хранения и обработки текстовой информации / Software for storing and processing text information	СМДО / Interdepartmental document flow system	Электронная почта / Email	БД нормативно- правовой информации / Regulatory information database	РАС «Электронное образование» / Republican automated system “Electronic education”	СЭО / E-learning system	
B <sub>11</sub>	33	10	33	33	3	9	121
B <sub>12</sub>	19	9	19	19	1	7	74
B <sub>13</sub>	10	10	10	10	3	0	43
B <sub>14</sub>	26	8	26	26	0	0	86
B <sub>15</sub>	10	7	10	10	3	3	43
B <sub>21</sub>	24	9	24	24	3	9	93
B <sub>22</sub>	24	9	24	24	3	9	93
B <sub>23</sub>	24	3	24	24	1	9	85
B <sub>31</sub>	4	4	4	4	2	0	18
B <sub>4</sub>	17	0	17	17	0	9	60
Итого	191	69	191	191	19	55	

Если столбец матрицы ОИ пустой, это значит, что функции информационной системы не используются ни в одном подразделении, следовательно, нужно либо пересмотреть бизнес-процессы и понять, почему функции информационной системы стали избыточными и нигде не используются, либо отказаться от данной информационной системы. В случае, если сумма строки или столбца больше некоторого наперед заданного числа  $N$ , необходимо изменить регламенты выполнения бизнес-процессов и повторно провести обучение сотрудников использованию соответствующих функций информационной системы.

Цифры, стоящие в строках и столбцах табл. 3, показывают значимость (востребованность, частота использования) той или иной информационной системы для руководителей и специалистов, обозначенных как  $B_{ij}$ . Чем больше цифры, тем выше значимость. Сумма по столбцам указывает на востребованность той или иной информационной системы для выбранных руководителей и специалистов в целом. Так, самыми востребованными являются информационные системы «ПО для хранения и обработки текстовой информации», «БД нормативно-правовой информации» и «Электронная почта», имеющие 191 балл. Сумма по строкам означает, насколько востребованы все выбранные информационные системы для того или иного руководителя, обозначенного как  $B_{ij}$ . Так, для директора –  $B_{11}$  – общая значимость всех выбранных информационных систем наибольшая из приведенных в табл. 3  $B_{ij}$  и составляет 121.

Разработанная модель, описывающая и учитывающая взаимосвязи структур организации, позволяет представить взаимоотношения данных структур в виде куба, где оси  $X$  будут соответствовать бизнес-процессы, оси  $Y$  – организационные структуры, оси  $Z$  – информационные системы. Структура предлагаемого подхода изображена в виде куба на рис. 2.



**Рис. 2.** Трехмерный куб взаимосвязей элементов деятельности организации  
**Fig. 2.** Three-dimensional cube of interrelationships of elements of the organization's activities

Представление деятельности организации в виде трехмерного куба позволяет объединить разные элементы организации, а именно – организационную структуру, бизнес-процессы и информационные системы, что дает возможность более полно и корректно описать деятельность организации, показать взаимосвязи между различными бизнес-процессами и структурными подразделениями с учетом функций информационных систем. Такой подход помогает выявить следующие несоответствия во взаимодействии структур:

- несогласованность по входам и выходам между взаимодействующими бизнес-процессами;
- зоны ответственности подразделений за бизнес-процессы;
- зоны пересечения ответственности разных подразделений за один и тот же бизнес-процесс;
- тупиковые бизнес-процессы, не завершающиеся результатом;
- повторение бизнес-процессов или параллельно выполняемые бизнес-процессы.

### Заключение

1. В соответствии с анализом внутренних локальных документов по обеспечению системы менеджмента качества в учреждениях высшего и среднего специального образования разработана схема бизнес-процессов, раскрывающая деятельность по подготовке специалистов со средним специальным образованием.

2. Получена комплексная модель, описывающая и учитывающая взаимосвязи между бизнес-процессами, организационной структурой и информационными системами учреждения среднего специального образования. Модель состоит из трех матриц и позволяет проводить учет и анализ организационных элементов структуры учреждения образования на наличие ошибок, оценки полноты и сплоченности взаимодействия структур с целью их дальнейшей оптимизации и автоматизации.

3. С помощью разработанной модели взаимоотношения структур организации можно представить в виде куба, что позволяет объединить разные элементы организации, а именно – организационную структуру, бизнес-процессы и информационные системы. Это дает возможность более полно и корректно описать деятельность организации, показать взаимосвязи между бизнес-процессами и структурными подразделениями с учетом функций информационных систем.

### Список литературы

1. Применение инструментов имитационного моделирования при оптимизации бизнес-процессов / А. Л. Миронова [и др.] // Экономика и управление народным хозяйством. 2020. № 11. С. 49–53.
2. Листопад, Н. И. Модель управления учебным процессом в учреждениях среднего специального образования / Н. И. Листопад, Е. А. Бущик // Цифровая трансформация. 2023. Т. 2, № 29. С. 52–59. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2023-29-2-52-59>.
3. Переверзев, П. П. Применение матричного подхода для моделирования и анализа взаимосвязей структур предприятия / П. П. Переверзев // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. Т. 41, № 10-1. С. 63–67.
4. Методы принятия управленческих решений / П. В. Иванов [и др.]; 2-е изд. испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт, 2022.
5. Переверзев, П. П. Моделирование и анализ архитектуры предприятия на основе матричного подхода / П. П. Переверзев // Образование и наука в современных условиях. 2015. Т. 5, № 4. С. 208–211.

### References

1. Mironova A. L., Gavriluk E. Yu., Guslyakova A. V., Svalova A. S., Gonchar V. N. (2020) Application of Simulation Modeling Tools in Optimizing Business Processes. *Economics and Management of the National Economy*. (11), 49–53.
2. Listopad N. I., Bushchik E. A. (2023) Model of Educational Process Management in Institutions of Secondary Special Education. *Digital Transformation*. 29 (2), 52–59. <http://dx.doi.org/10.35596/1729-7648-2023-29-2-52-59> (in Russian).
3. Pereverzev P. P. (2015) The Use of the Matrix Approach for Modeling and Analysis of the Relationships Between Structures of Enterprise. *International Research Journal*. 41 (10-1), 63–67 (in Russian).
4. Ivanov P. V., Dashkova I. A., Tkachenko I. V., Kostylev V. I., Zakharchenko N. S. (2022) *Methods of Making Management Decisions*. Moscow, Yurait Publishing House (in Russian).
5. Pereverzev P. P. (2015) Modeling and Analysis of Enterprise Architecture Based on the Matrix Approach. *Education and Science in Modern Conditions*. 5 (4), 208–211 (in Russian).

### Вклад авторов / Authors' contribution

Авторы внесли равный вклад в написание статьи / The authors contributed equally to the writing of the article.

#### Сведения об авторах

**Бущик Е. А.**, асп. каф. информационных радиотехнологий, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (БГУИР)

**Листопад Н. И.**, д-р техн. наук, проф., зав. каф. информационных радиотехнологий, БГУИР

#### Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь,  
г. Минск, ул. П. Бровки, 6  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники  
Тел.: +375 33 609-47-10  
E-mail: e.bushchik@bsuir.by  
Бущик Елизавета Александровна

#### Information about the authors

**Bushchik E. A.**, Postgraduate at the Information Radiotechnologies Department, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics (BSUIR)

**Listopad N. I.**, Dr. of Sci. (Tech.), Professor, Head of the Information Radiotechnologies Department, BSUIR

#### Address for correspondence

220103, Republic of Belarus,  
Minsk, Brovki St., 6  
Belarusian State University  
of Informatics and Radioelectronics  
Tel.: +375 33 609-47-10  
E-mail: e.bushchik@bsuir.by  
Bushchik Elizaveta Alexandrovna