

Научная статья

DOI: 10.15593/2224-9397/2022.1.04

УДК 004.02: 004.05

А.М. Бочкарев^{1,2}, В.И. Фрейман¹

¹Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, Россия

²Пермский государственный аграрно-технологический университет
им. академика Д.Н. Прянишникова», Пермь, Россия

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ КРИТЕРИЕВ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КЛЮЧЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОДСИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Современная система управления ИОПП характеризуется высокой интенсивностью обновления, увеличением объема поступающей информации, расширением ее источников и способов передачи, развитием интегрированных процессов управления на основе внедрения корпоративных информационных систем, передового программного обеспечения, IT-технологий, профессиональной подготовки специалистов информационного обеспечения. В то же время практика свидетельствует о неполном задействовании всех возможностей ныне функционирующих систем управления ИОПП. Имеющиеся информационные технологии и ресурсы используются недостаточно эффективно. Существуют проблемы согласования информационных ресурсов и наличия специалистов, способных и готовых их использовать. Решение данной проблемы может быть реализовано путем более детального анализа существующей системы управления ИОПП, на основе которого будет построена модель совершенствования системы. **Цель исследования:** заключается в совершенствовании системы управления информационным обеспечением промышленного предприятия на основе анализа ключевых параметров подсистем управления ИОПП. **Методы:** системный и интегральный подходы, позволяющие комплексно рассмотреть процесс совершенствования системы управления информационным обеспечением на промышленном предприятии в цифровую эпоху и применять: синтез факторного и доминантного анализа для систематизации наиболее значимых факторов ИОПП, сложившихся в информационной среде; матричный метод НДДВ-анализа и метод экспертного оценивания в целях определения подсистем ИОПП, подлежащих процедурам оценки, и критериев их оценивания; методы и принципы интегрального исчисления экономических процессов в части разработки и обоснования авторского коэффициента эффективности информационной системы промышленного предприятия; методы прогнозирования для выявления текущих и перспективных трендов в развитии промышленного предприятия. **Результаты:** на базе предложенного матричного метода НДДВ-анализа и метода балльных оценок были реализованы исследования, которые позволили: определить подсистемы ИОПП, подлежащие процедурам оценки, и критерии их оценивания; распределить показатели оценки в группы по критериям НДДВ; выявить «узкие места», на которых должно быть сосредоточено управленческое воздействие менеджмента промышленного предприятия; осуществлять выбор критериев и показателей, исходя из специфики конкретного промышленного предприятия. **Практическая значимость:** результаты исследований использованы при разработке рекомендаций по совершенствованию системы управления ИОПП. Они позволяют более эффективно распределить имеющиеся информационные ресурсы и организовать их взаимодействие.

Ключевые слова: информационное обеспечение, параметры подсистем управления, экспертное оценивание, система информационного обеспечения, методы оценки соответствия критериев.

A.M. Bochkarev^{1,2}, V.I. Freyman¹

¹Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

²Perm State Agro-Technological University named after Academician
D.N. Pryanishnikov, Perm, Russian Federation

MODELS AND METHODS FOR ASSESSING THE COMPLIANCE OF CRITERIA AND KEY PARAMETERS OF INFORMATION MANAGEMENT SUBSYSTEMS OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

The modern IOPP management system is characterized by a high intensity of updating, an increase in the volume of incoming information, the expansion of its sources and methods of transmission, the development of integrated management processes based on the introduction of corporate information systems, advanced software, IT technologies, professional training of information support specialists. At the same time, practice indicates that all the capabilities of the currently functioning IOPP management systems are not fully utilized. The available information technologies and resources are not used effectively enough. There are problems with the coordination of information resources and the availability of specialists who are able and ready to use them. The solution to this problem can be implemented by a more detailed analysis of the existing IOPP management system, on the basis of which a model of system improvement will be built. **The purpose of the study:** is to improve the information management system of an industrial enterprise based on the analysis of key parameters of the IOPP management subsystems. **Methods:** system and integral approaches that allow to comprehensively consider the process of improving the information management system at an industrial enterprise in the digital era and apply: synthesis of factor and dominant analysis to systematize the most significant factors of IOPP that have developed in the information environment; matrix method of NDT analysis and expert evaluation method in order to determine the IOPP subsystems subject to evaluation procedures and criteria for their evaluation; methods and principles of integral calculus of economic processes in terms of the development and justification of the author's efficiency coefficient of the information system of an industrial enterprise; forecasting methods to identify current and future trends in the development of an industrial enterprise. **Results:** On the basis of the proposed matrix method of NDV analysis and the method of point estimates, they were implemented, which allowed: to determine the subsystems of the IOPP subject to evaluation procedures and criteria for their evaluation; to distribute evaluation indicators into groups according to NDV criteria; to identify "bottlenecks" on which the managerial impact of the management of an industrial enterprise should be concentrated; to select criteria and indicators based on the specifics of a particular industrial enterprise. **Practical significance:** the results of the research were used in the development of recommendations for improving the IOPP management system. They allow you to more effectively distribute the available information resources and organize their interaction.

Keywords: information support, parameters of management subsystems, expert evaluation, information support system, methods of criteria compliance assessment.

Проблематика организации системы информационного обеспечения на промышленном предприятии (ИОПП) известна достаточно давно и решается различными методами. На крупных промышленных предприятиях РФ, начиная с начала 2000-х гг. активно внедряются такие интегрированные системы, как IBM, SAP, Informatica, Oracle. Сле-

дует заметить, что эффективность их внедрения зависит от множества факторов и зачастую сталкивается с трудностями [1]. Среди них можно назвать высокую цену, организационные издержки, длительный период освоения, отсутствие квалифицированных специалистов и трудоемкость переобучения пользователей [2].

Кроме того, отметим также фактор увлеченности топ-менеджеров тенденциями поддержания статусности без учета специфики деятельности и реальных потребностей предприятия [3].

Целью данного исследования является оценка соответствия критериев эффективности и ключевых параметров подсистем управления информационным обеспечением промышленного предприятия.

Объектом исследования является система управления ИОПП.

Исходя из этого, для осуществления факторного анализа системы ИОПП и использования полученных результатов при организации и совершенствовании хозяйственной деятельности и технологических процессов необходима детальная структуризация внешней и внутренней информации по различным группам показателей [4]. Например, материалы, сырье, комплектующие, доступные технологии, конъюнктура рынка и потенциальные потребители товарной продукции, финансовые ресурсы и др. [5].

Необходимо отметить, что данная информация при ее глубокой проработке востребована не только в бизнес-планировании, но и в непосредственном моделировании основных и вспомогательных технологических процессов, выборе конфигураций системы ИОПП [6], управлении производственной программой по срокам, затратам, а также качеству товарной продукции [7].

Ключевыми задачами любого промышленного предприятия в современных условиях являются:

- совершенствование производственной структуры на основе адаптивного информационного обеспечения [8];
- идеологический выбор концепций управления хозяйственной деятельностью;
- внедрение комплексной автоматизированной системы управления процессами производства и сбыта [9].;
- организационно-экономическое моделирование ИОПП, оптимизирующее коммуникационные взаимосвязи линейных и функциональных звеньев;

- организация мониторинга внутренних ресурсов и резервов;
- оценка соответствия действующей системы ИОПП современным потребностям предприятия;
- регламентация информационных бизнес-процессов и обучение пользователей.

Как правило, при исследовании каких-либо процессов в первую очередь останавливаются на выделении внешних и внутренних факторов. Можно отметить, что система информационного обеспечения базируется на стратегических задачах развития, в том числе в сфере планирования плановых объемов и материально-технического обеспечения производственного процесса и сбыта, и отражает потенциал промышленного предприятия. Экономическое содержание системы управления информационным обеспечением промышленного предприятия представлено на рис. 1.



Рис. 1. Экономическое содержание системы управления информационным обеспечением промышленного предприятия

Проиллюстрированные на рис. 1 коммуникации плановых, технологических и управленческих процессов отражают место системы информационного обеспечения в деятельности промышленного предприятия.

Необходимость разработки методического инструментария оценки информационного обеспечения для определения приоритетных направлений развития промышленного предприятия и построения соответствующей модели обусловило уточнение категориального аппарата.

Ключевые задачи управления системной организацией информационного обеспечения промышленного предприятия проиллюстрированы на рис. 2.

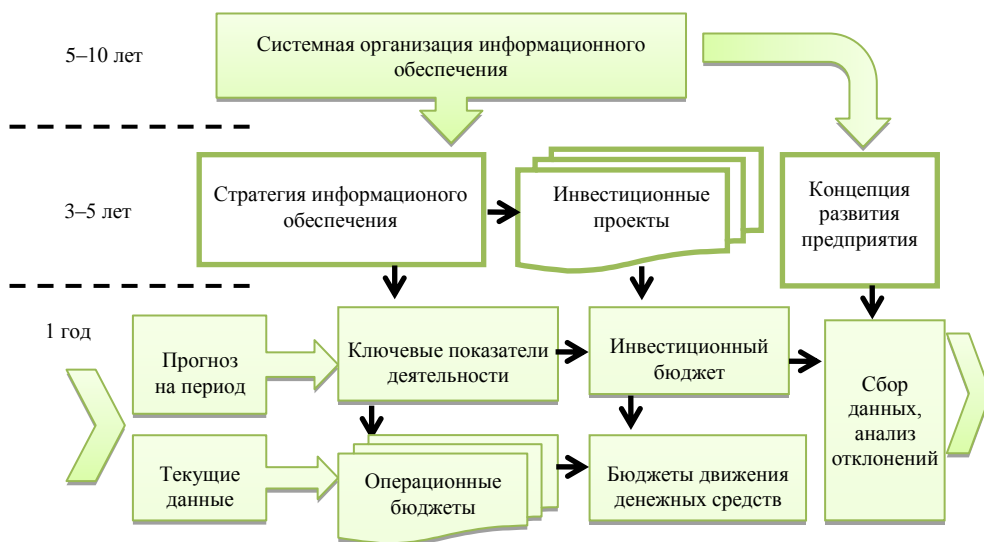


Рис. 2. Задачи управления системной организацией информационного обеспечения промышленного предприятия

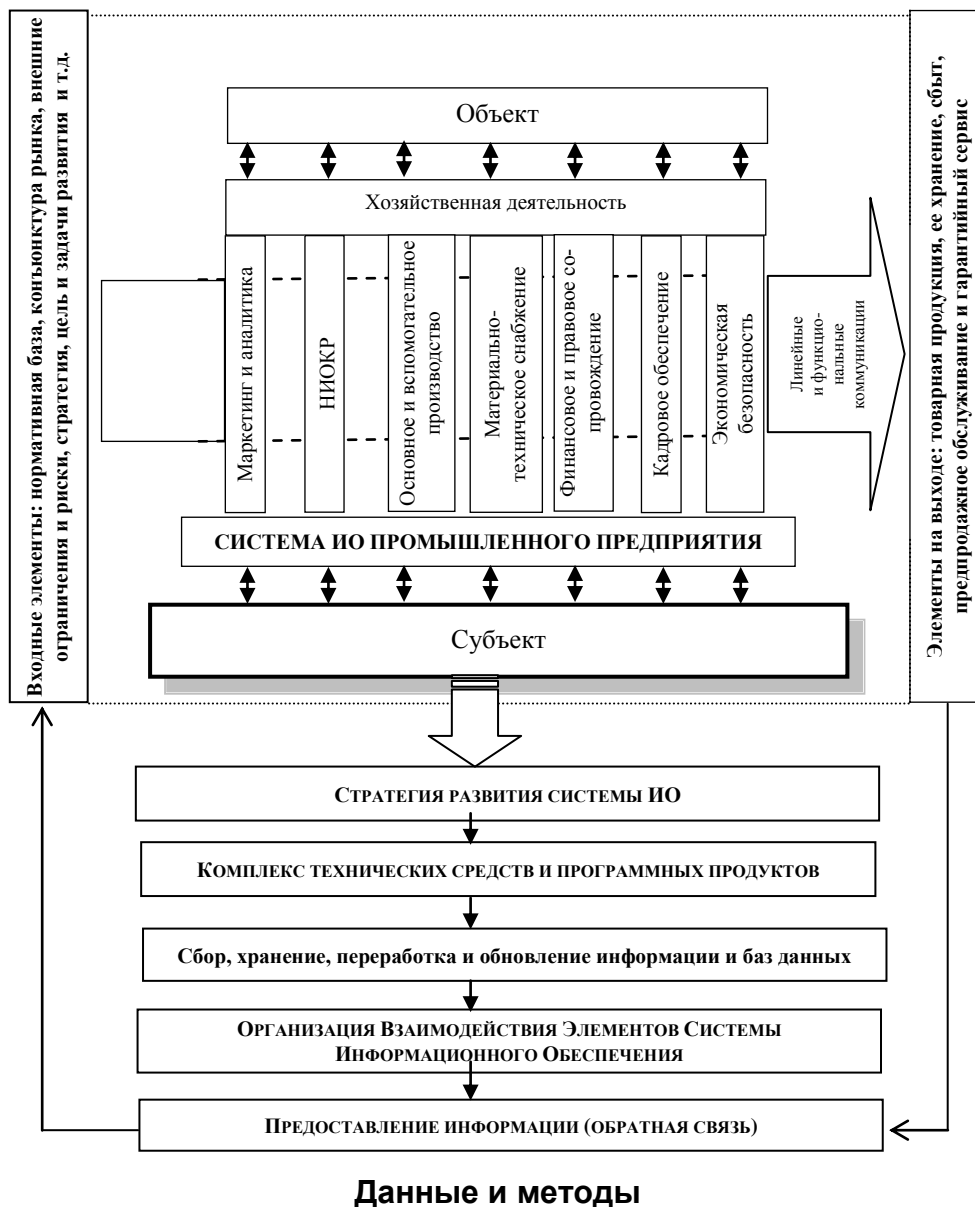
К внешним факторам также относят волатильность активов, воздействия и последствия кризисов.

К внутренним факторам – уровень достигнутого технологического уклада, научно-технический прогресс, постиндустриальные процессы, дифференциацию структуры экономики и др.

Данные задачи отвечают приоритетным направлениям организации эффективной системы информационного обеспечения и определяют необходимость ее более детального рассмотрения с позиции структурных и функциональных особенностей (рис. 3).

При более сложном (нелинейном) виде функционала (мультипликативном, интегральном, дифференциальном, смешанном и т.п.) влияние отдельного показателя оценки информационного обеспечения оценить значительно труднее [10]. Это требует построения адекватной

математической модели или упрощения (например, за счет линейной аппроксимации или исключения из рассмотрения менее значимых показателей) [11].



В работе рассматриваются бизнес-процедуры анализа. Анализ системы управления информационным обеспечением реализуется на основании критериев, определенных матрицей [12].

Предложены такие критерии: наличие, достаточность, доступность, востребованность (далее по тексту критерии Н, Д, Д, В, соответственно – НДДВ-анализ).

В исследовании использованы матричный метод НДДВ-анализа и метод балльных оценок, которые позволили: определить подсистемы управления [13] ИОПП, подлежащие процедурам оценки, и критерии их оценивания; распределить показатели оценки в группы по критериям НДДВ; выявить «узкие места», на которых должно быть сосредоточено управленческое воздействие менеджмента промышленного предприятия [14]; осуществлять выбор критериев и показателей, исходя из специфики конкретного промышленного предприятия [15].

Данная информация позволит идентифицировать категории специалистов, участвующих в опросе и анкетировании при построении матрицы НДДВ-анализа.

Рассмотрим для определенности критерии системы управления ИО, где установлены направления оценки системы управления по различным критериям $\{НО_i\}$, каждому из которых соответствуют множества критериев из $\{ПК_{ij}\}$ (показатели критериев) и показатели подсистем из $\{ПП_{ij}\}$.

Процедура оценки соответствия системы управления информационным обеспечением позволила на основании проведенных исследований разработать модель оценки совершенствования системы управления информационным обеспечением промышленного предприятия, использующую методический подход.

Производится опрос экспертов путем анкетирования. Рассчитывается суммарный балл экспертных оценок. На основании средних суммарных баллов экспертных оценок рассчитаны итоговые баллы по каждому показателю и по каждому критерию и подсистеме.

В этих случаях модели и методы оценки соответствия показателей качества продукции и результативности оценки системы управления ИО недостаточно формализованы и в значительной степени зависят от «человеческого фактора». Для реализации этого предложена следующая модель [6].

При этом применен синтез доминантного анализа и факторных методов анализа для систематизации наиболее значимых факторов

управления ИОПП, сложившихся в информационной среде, сгруппированных в четыре группы, составляющие содержание соответствующих ячеек матрицы: I ячейка – группа технико-технологических факторов; II ячейка – группа системно-логических факторов; III ячейка – группа прикладных факторов; IV ячейка – группа организационно-методических факторов.

Для решения проблемы обеспечения соответствия классификатора оценки информационного обеспечения промышленного предприятия требованиям менеджмента предприятия необходимо установить формальное и качественное их соответствие (табл. 1).

Таблица 1

Матрица соответствия классификатора оценки информационного обеспечения промышленного предприятия

Подсистемы управления ИО/критерий	К _н	К _д	К _д	К _в
Техническая (Т)	х		х	
системно-логическая (СЛ)		х		
Прикладная (П)	х			
Организационно-методическая (ОМ)		х		х

Это предлагается сделать при помощи операторов соответствия (например, в виде матрицы соответствия), в которых указывается соответствие подсистем информационного обеспечения и критериев, детализированное до уровня соответствия составляющих функции и компонентной структуры (рис. 4).

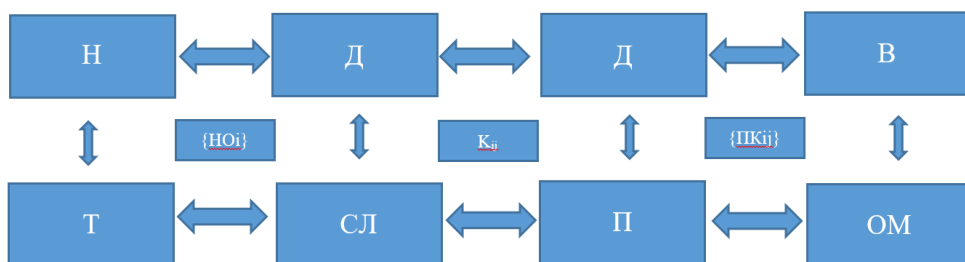


Рис. 4. Модель соответствия требований подсистем информационного обеспечения и критериев

Содержание ячеек выражает авторскую логику значимости факторов в организации эффективной системы управления ИОПП в процессе хозяйственной деятельности промышленного предприятия при выработке приоритетов совершенствования в цифровую эпоху [16].

Представленные в ДЕТА-матрице значимые факторы, которые дают возможность менеджменту промышленного предприятия посредством оценки достигнутых и ожидаемых показателей, в совокупности с современными тенденциями развития информационной среды [17], разработать соответствующий методический подход к совершенствованию системы управления ИОПП.

Модель

При анализе данных, полученных в рамках НДДВ-матрицы, был использован метод расчета полинома.

Полиномиальный тренд применяется для описания значений временных рядов, попеременно возрастающих и убывающих. Полином отлично подходит для анализа большого набора данных нестабильной величины (например, продажи сезонных товаров).

Полином – это степенная функция: $y = ax^2 + bx + c$ (полином второй степени) и $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$ (полином третьей степени) и т.д. Степень полинома определяет количество экстремумов (пиков), т.е. максимальных и минимальных значений на анализируемом промежутке времени.

В самом общем виде степенной полином от нескольких переменных можно записать формулой:

$$P_n(x_1, x_2, \dots, x_D) = \sum_{i_1, \dots, i_D=0} C_{i_1, \dots, i_D} \prod_{j=1} x_j^{i_j}, \sum_{j=1} i_j \leq n. \quad (1)$$

При таком подходе каждый одночлен служит для вычисления сразу нескольких других. Степени x_1 множатся на все D переменных. Одночлены – это содержащие x_1 и x_2 на все переменные, начиная с x_1 и т.д. Процесс вычисления в таком случае можно представить в виде дерева (рис. 5).

В результате проведенного анализа данного коэффициента появляется возможность дать оценку комплексного или интегрального показателя эффективности системы управления ИОПП [23].

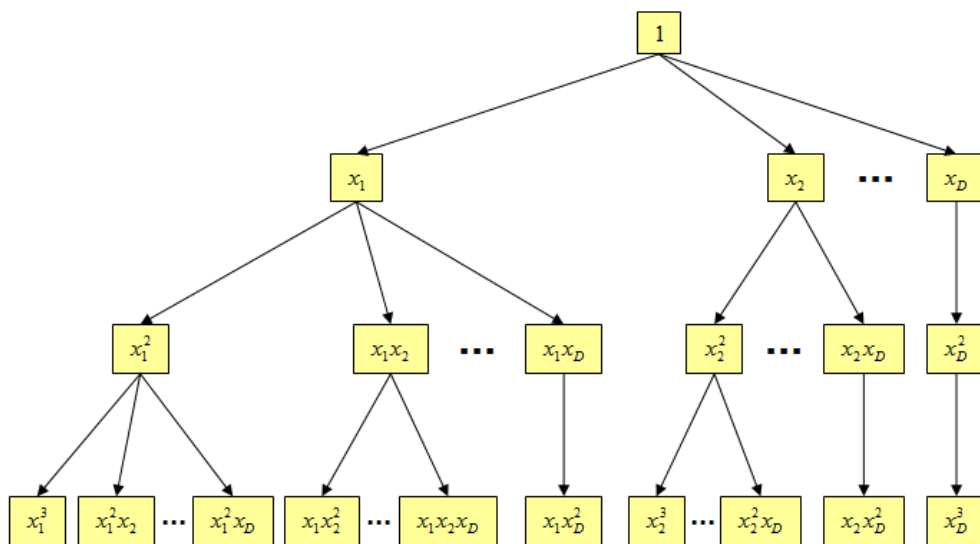


Рис. 5. Процесс вычисления одночленов многомерного полинома, представленный в виде дерева. Каждый узел соответствует одночлену, а каждое ребро – домножению на одну из переменных

Особенностями данного инструментария являются критериальные и подсистемные рамки для показателей эффективности ИОПП, ориентированные на изменение значимых факторов [24], а также воздействие цифровых условий, непосредственно относящихся к деятельности конкретного промышленного предприятия. Это позволяет использовать предлагаемый коэффициент как интегральный (т.е. набор показателей развития ИОПП) самостоятельный инструмент. Чем больше его значение отклоняется от нуля и приближается к единице, тем эффективнее функционирует система управления ИОПП.

Полученные результаты

Разработан метод оценки соответствия критериев эффективности и ключевых параметров подсистем управления информационным обеспечением промышленного предприятия.

1. В рамках данного метода выделены группы показателей (по 4 на каждую группу подсистем управления ИО), всего 16 (табл. 2).
2. По предложенным показателям проводится экспертная оценка (см. табл. 2).
3. Формируется суммарный балл экспертных оценок (см. табл. 2).

4. Рассчитывается суммарный итоговый балл по обобщенному критерию.

5. На основе полученных результатов рассчитываются коэффициенты полинома (полиномиального тренда) (см. табл. 1).

6. Проводится решение полинома (формула (1)).

7. Полученные результаты применяются для выявления показателей, по которым необходимо провести процедуру оптимизации.

Таблица 2

**Форма расчета итоговых показателей системы
управления ИОПП по критериям**

Подсистемы управления ИО	Наименование показателя	Суммарный балл экспертных оценок	Суммарный итоговый балл по критерию
Техническая (Т)	Наличие интегрированной системы		
	Наличие базы моделей, БД системы управления		
	Наличие необходимого программного продукта		
	Наличие документов, регламентирующих функционирование и развитие информационного обеспечения		
Системно-логическая (СЛ)	Достаточность уровня информатизации хозяйственной деятельности		
	Достаточность конфигурации БД и баз моделей		
	Достаточность программных средств для решения практических задач		
	Достаточность функционала управления развитием системы информационного обеспечения		
Прикладная (П)	Доступность пользователей к системе информационного обеспечения		
	Доступность информационных ресурсов для автоматизированной обработки		
	Доступность информационных коммуникаций между подразделениями		
	Доступность систем электронного документооборота		
Организационно-методическая (ОМ)	Востребованность предоставляемой информации		
	Востребованность отчетов по запросам потребителей		
	Востребованность квалифицированными пользователями		
	Востребованность корпоративного портала		

Методический подход на основании построенной модели может быть применен на промышленных предприятиях.

Исходя из отраслевой специфики и характера организации производственных процессов на основе экспертного оценивания, в качестве критериев могут быть приняты параметры НДДВ, что позволит сформировать массив, включающий 16 показателей (см. табл. 2), и построить классификатор оценки.

Для оценки рекомендовано привлекать не менее 50 экспертов, отобранных из числа руководителей и специалистов промышленного предприятия, обладающих необходимыми компетенциями относительно объекта исследования (см. табл. 2).

На основании средних суммарных баллов экспертных оценок рассчитываются итоговые баллы по каждому критерию и подсистеме [24, 25]. Учитывая, что в соответствии с разработанным классификатором в каждой подсистеме по четыре показателя, разброс суммарных итоговых показателей лежит в промежутке от 0 до 4. Чем ближе к 4 суммарный итоговый показатель, тем выше уровень развития той или иной подсистемы.

Классификатор оценки позволит построить условную диаграмму системы управления ИОПП в критериальном и подсистемном разрезах.

Проведенные процедуры позволят выявить «узкие места», устранение которых приведет к значимому экономическому эффекту как с позиции определения приоритетных направлений совершенствования системы управления ИОПП, так и хозяйственной деятельности предприятия в целом.

Заключение

В работе был проведен обзор существующих подсистем информационного обеспечения промышленных предприятий. Выделены и обобщены наиболее значимые факторы управления ИОПП.

Определены ключевые задачи промышленного предприятия в современных условиях.

В рамках проведенного исследования были выделены критерии эффективности и ключевых параметров подсистем управления информационным обеспечением промышленного предприятия.

Для решения проблемы обеспечения соответствия классификатора оценки информационного обеспечения промышленного предпри-

ятия требованиям менеджмента предприятия установлено формальное и качественное их соответствие.

Разработан метод оценки соответствия критериев эффективности и ключевых параметров подсистем управления информационным обеспечением промышленного предприятия.

Анализ системы управления информационным обеспечением реализован на основании критериев, определенных матрицей, содержащей такие критерии, как наличие, достаточность, доступность, востребованность.

На их основе построена модель расчета НДДВ-матрицы по методу полиномиального тренда.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки группы рекомендаций по повышению эффективности системы управления ИОПП.

Библиографический список

1. Бажанова М.И., Кувшинов М.С. Факторы формирования эффективной инновационной среды промышленного предприятия для industry 4.0 // Вестник Южно-Урал. гос. ун-та. Сер. Экономика и менеджмент. – 2019. – Т. 13, № 1. – С. 110–119.

2. Бочкарев А.М. Актуализация совершенствования систем информационного обеспечения промышленного предприятия // Креативная экономика. – 2019. – Т. 13. – № 6. – С. 1205–1214.

3. Леонов В.М., Гольцев Ю.М. Разработка подходов обеспечения информационной безопасности на режимных предприятиях // Известия ТулГУ. Технические науки. – 2010. – № 2-2. – С. 210–217.

4. Соловьева И.А., Мостовщикова И.А. Командное управление как фактор повышения конкурентоспособности предприятия // Региональная конкурентоспособность и образование в контексте глобальных вызовов: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. IV Уральского вернисажа науки и бизнеса / Челябин. гос. ун-т. – Челябинск, 2017. – С. 360–365.

5. Кацуру Д.А. К информационной поддержке обеспечения экономической безопасности на предприятии // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 4. – С. 138.

6. Бочкарев А.М. Особенности структурного подхода к системе информационного обеспечения производственной деятельности предприятия // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2017. – № 11 (58). – С. 570–574.

7. Фирсова И.А. Информационное обеспечение как необходимое условие внедрения проектного подхода к управлению предприятием // *Инновационное развитие экономики*. – 2012. – № 4(10). – С. 60–65.

8. Матвейкин И.В., Извозчикова В.В. Методологическое и информационное обеспечение управления предприятиями в период становления информационной экономики / *Оренбург. гос. аграр. ун-т*. – Оренбург, 2011. – 168 с.

9. Файзрахманов Р.А., Полевщиков С.И., Мордышева А.С. Особенности комплексной автоматической оценки качества выполнения упражнений на компьютерном тренажере оператора производственно-технологической системы // *Инженерный вестник Дона*. – 2014. – Т. 31, № 4–1. – С. 119.

10. Факторная среда развития отраслей промышленного сектора экономики / В.И. Гайдук, Е.В. Гришин, О.Н Бунчиков., Д.М. Мирошников // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубан. гос. аграр. ун-та*. – 2016. – № 119. – С. 1036–1052.

11. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Реализация алгоритмов дешифрации результатов безусловного и условного поиска при проверке уровня освоения элементов дисциплинарных компетенций // *Образование и наука*. – 2013. – № 10 (109). – С. 17–36.

12. Фрейман В.И., Кон Е.Л., Южаков А.А. Подход к разработке образовательных программ подготовки магистров // *Образовательные ресурсы и технологии*. – 2014. – № 2 (5). – С. 29–34.

13. Фрейман В.И. Реализация одного алгоритма условного поиска элементов компетенций с недостаточным уровнем освоения // *Информационно-управляющие системы*. – 2014. – № 2 (69). – С. 93–102.

14. Кон Е.Л., Фрейман В.И., Южаков А.А. Новые подходы к подготовке специалистов в области инфокоммуникаций // *Вестник Поволж. гос. технолог. ун-та. Сер. Радиотехнические и инфокоммуникационные системы*. – 2015. – № 1 (25). – С. 73–89.

15. Коршунов Г.И., Фрейман В.И. Модели и методы оценки соответствия показателей качества продукции и результативности подготовки специалистов // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 12–6. – С. 1116–1120.

16. Иванова Т.Е., Зарецкий А.Д. Промышленные технологии и инновации. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35401779>

17. Мильнер Б.З. Системный подход к организации управления. – М.: Экономика. – 1983. – 184 с.
18. Лаврищева Е.Е. К вопросу обеспечения доступности информационного ресурса предприятия // Экономика образования. – 2012. – №4. – С. 135–139.
19. Лапаева О.А. Информационное обеспечение управления инновационными процессами на предприятии // Вестник ЧелГУ. – 2005. – № 1. – С. 49–57.
20. Миролюбова Т.В. Мировой и национальный рынки информационных ресурсов: современные особенности и влияние на экономику // Научно-техническая информация. Сер. 1: Организация и методика информационной работы. – 2015. – № 9. – С. 2–22.
21. Молодчик А.В., Севастьянов В.П. О возможностях самофинансирования инновационных программ промышленных предприятий // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2016. – № 1. – С. 62–77.
22. Саенко В.Г., Демидова И.А. Обоснование модели информационного обеспечения устойчивого экономического развития промышленного предприятия // Управление проектами и развитие производства. – 2008. – № 3. – С. 44–51.
23. Севастьянов Ю.С. Научные и организационные основы информационной деятельности. – М.: Радио и связь, 1983. – 184 с.
24. Спешилова Н.В., Мажарова Е.А., Андриенко Д.А. Автоматизация обработки экономической информации с применением информационных технологий. – Оренбург, 2018. – 224 с.
25. Фатхутдинов Р.А. Производственный менеджмент: учебник для вузов. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2003. – 491 с.

References

1. Bazhanova M.I., Kuvshinov M.S. Faktory formirovaniia effektivnoi innovatsionnoi sredy promyshlennogo predpriiatia dlia industry 4.0 [Factors of formation of an effective innovative environment of an industrial enterprise for industry 4.0]. *Vestnik Iuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika i menedzhment*, 2019, vol. 13, no. 1, pp. 110-119.

2. Bochkarev A.M. Aktualizatsiia sovershenstvovaniia sistem informatsionnogo obespecheniia promyshlennogo predpriatiia [Actualization of the improvement of information support systems of an industrial enterprise]. *Kreativnaia ekonomika*, 2019, vol. 13, no. 6, pp. 1205-1214.

3. Leonov V.M., Gol'tsev Iu.M. Razrabotka podkhodov obespecheniia informatsionnoi bezopasnosti na rezhimnykh predpriatiiakh [Development of approaches to ensuring information security at regime enterprises]. *Izvestiia Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki*, 2010, no. 2-2, pp. 210-217.

4. Solov'eva I.A., Mostovshchikova I.A. Komandnoe upravlenie kak faktor povysheniia konkurentosposobnosti predpriatiia [Command management as a factor of increasing the competitiveness of an enterprise]. *Regional'naia konkurentosposobnost' i obrazovanie v kontekste global'nykh vyzovov. Sbornik statei mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii IV Ural'skogo vernisazha nauki i biznesa*. Cheliabinsk: Cheliabinskii gosudarstvennyi universitet, 2017, pp. 360-365.

5. Katsuro D.A. K informatsionnoi podderzhke obespecheniia ekonomicheskoi bezopasnosti na predpriatii [To information support for ensuring economic security at the enterprise]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2014, no. 4, 138 p.

6. Bochkarev A.M. Osobennosti strukturnogo podkhoda k sisteme informatsionnogo obespecheniia proizvodstvennoi deiatel'nosti predpriatiia [Features of the structural approach to the system of information support of the production activity of the enterprise]. *Konkurentosposobnost' v global'nom mire: ekonomika, nauka, tekhnologii*, 2017, no. 11 (58), pp. 570-574.

7. Firsova I.A. Informatsionnoe obespechenie kak neobkhodimoe uslovie vnedreniia proektnogo podkhoda k upravleniiu predpriatiem [Information support as a necessary condition for the implementation of a project approach to enterprise management]. *Innovatsionnoe razvitie ekonomiki*, 2012, no. 4 (10), pp. 60-65.

8. Matveikin I.V., Izvozhikova V.V. Metodologicheskoe i informatsionnoe obespechenie upravleniia predpriatiiami v period stanovleniia informatsionnoi ekonomiki [Methodological and information support of enterprise management during the formation of the information economy]. Orenburg: Orenburgskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2011, 168 p.

9. Faizrakhmanov R.A., Polevshchikov S.I., Mordysheva A.S. Osobennosti kompleksnoi avtomaticheskoi otsenki kachestva vypolneniia uprazhnenii na komp'yuternom trenazhere operatora proizvodstvenno-tekhnologicheskoi sistemy [Features of complex automatic assessment of the quality of exercises on the computer simulator of the operator of the production and technological system]. *Inzhenernyi vestnik Dona*, 2014, vol. 31, no. 4-1, 119 p.

10. Gaiduk V.I., Grishin E.V., Bunchikov O.N., Miroshnikov D.M. Faktornaia sreda razvitiia otraslei promyshlennogo sektora ekonomiki [Factor environment of development of branches of the industrial sector of the economy]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, no. 119, pp. 1036-1052.

11. Kon E.L., Freiman V.I., Iuzhakov A.A. Realizatsiia algoritmov deshifratsii rezul'tatov bezuslovnogo i uslovnogo poiska pri proverke urovnia osvoeniia elementov distsiplinarykh kompetentsii [Implementation of algorithms for decoding the results of unconditional and conditional search when checking the level of mastering elements of disciplinary competencies]. *Obrazovanie i nauka*, 2013, no. 10 (109), pp. 17-36.

12. Freiman V.I., Kon E.L., Iuzhakov A.A. Podkhod k razrabotke obrazovatel'nykh programm podgotovki magistrrov [Approach to the development of educational programs for the preparation of masters]. *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*, 2014, no. 2 (5), pp. 29-34.

13. Freiman V.I. Realizatsiia odnogo algoritma uslovnogo poiska elementov kompetentsii s nedostatochnym urovnem osvoeniia [Implementation of one algorithm for conditional search of competence elements with insufficient level of development]. *Informatsionno-upravliaiushchie sistemy*, 2014, no. 2 (69), pp. 93-102.

14. Kon E.L., Freiman V.I., Iuzhakov A.A. Novye podkhody k podgotovke spetsialistov v oblasti infokommunikatsii [New approaches to training specialists in the field of infocommunications]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy*, 2015, no. 1 (25), pp. 73-89.

15. Korshunov G.I., Freiman V.I. Modeli i metody otsenki sootvetstviia pokazatelei kachestva produktsii i rezul'tativnosti podgotovki spetsialistov [Models and methods for assessing the conformity of product quality indicators and the effectiveness of training specialists]. *Fundamental'nye issledovaniia*, 2015, no. 12-6, pp. 1116-1120.

16. Ivanova T.E., Zaretskii A.D. Promyshlennye tekhnologii i innovatsii [Industrial technologies and innovations]. Saint Petersburg: Piter, 2018, 480 p., available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35401779>

17. Mil'ner B.Z. Sistemnyi podkhod k organizatsii upravleniia [A systematic approach to the organization of management]. Moscow: Ekonomika, 1983, 184 p.

18. Lavrishcheva E.E. K voprosu obespecheniia dostupnosti informatsionnogo resursa predpriiatiia [On the issue of ensuring the availability of an enterprise information resource]. *Ekonomika obrazovaniia*, 2012, no. 4, pp. 135-139.

19. Lapaeva O.A. Informatsionnoe obespechenie upravleniia innovatsionnymi protsessami na predpriiatii [Information support for the management of innovative processes at the enterprise]. *Vestnik Cheliabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2005, no. 1, pp. 49-57.

20. Mirolubova T.V. Mirovoi i natsional'nyi rynki informatsionnykh resursov: sovremennye osobennosti i vliianie na ekonomiku [World and national markets of information resources: modern features and impact on the economy]. *Nauchno-tekhnicheskaia informatsiia. Organizatsiia i metodika informatsionnoi raboty*, 2015, no. 9, pp. 2-22.

21. Molodchik A.V., Sevast'ianov V.P. O vozmozhnostiakh samofinansirovaniia innovatsionnykh programm promyshlennykh predpriatii [About the possibilities of self-financing of innovative programs of industrial enterprises]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Sotsial'no-ekonomicheskie nauki*, 2016, no. 1, pp. 62-77.

22. Saenko V.G., Demidova I.A. Obosnovanie modeli informatsionnogo obespecheniia ustoichivogo ekonomicheskogo razvitiia promyshlennogo predpriiatiia [Substantiation of the model of information support for sustainable economic development of an industrial enterprise]. *Upravlenie proektami i razvitie proizvodstva*, 2008, no. 3, pp. 44-51.

23. Sevast'ianov Iu.S. Nauchnye i organizatsionnye osnovy informatsionnoi deiatel'nosti [Scientific and organizational foundations of information activity]. Moscow: Radio i sviaz', 1983, 184 p.

24. Speshilova N.V., Mazharova E.A., Andrienko D.A. Avtomatizatsiia obrabotki ekonomicheskoi informatsii s primeneniem

informatsionnykh tekhnologii [Automation of economic information processing using information technologies]. Orenburg, 2018, 224 p.

25. Fatkhutdinov R.A. Proizvodstvennyi menedzhment [Production management]. 4nd ed. Saint Petersburg: Piter, 2003, 491 p.

Сведения об авторах

Бочкарев Алексей Михайлович (Пермь, Россия) – старший преподаватель кафедры «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: albo-73@mail.ru).

Фрейман Владимир Исаакович (Пермь, Россия) – доктор технических наук, доцент, профессор, заместитель заведующего кафедрой «Автоматика и телемеханика» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: vfrey@mail.ru).

About the authors

Alexey M. Bochkarev (Perm, Russian Federation) – Senior Lecturer of the Department of Automation and Telemechanics Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail: albo-73@mail.ru).

Vladimir I. Freyman (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Automatization and Telemechanics Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, 29, Komsomolsky pr., e-mail: vfrey@mail.ru).

Поступила 20.02.2022

Одобрена 05.03.2022

Принята к публикации 20.06.2022

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (или иное, связанное с конфликтом интересов) по отношению к статье.

Вклад авторов:

Бочкарев А.М. Определение критериев, описание методики и построение модели.

Фрейман В.И. Постановки задачи, общий подход к созданию модели.

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.