

# **Методический подход к оценке потенциала предприятий легкой промышленности как предпосылки внедрения конвергентных технологий**

## **Methodological approach to assessing the potential of light industry enterprises as a prerequisite for the introduction of convergent technologies**

УДК 338

Получено: 14.05.2021

Одобрено: 31.05.2021

Опубликовано: 25.06.2021

### **Морозов Р.В.**

канд. экон. наук, доцент кафедры управления Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (РГУ им. А.Н. Косыгина)

e-mail: rfrost@yandex.ru

### **Morozov R.V.**

Associate Professor, Department of Management, Russian State University named after A.N. Kosygin (RSU named after A.N. Kosygin)

e-mail: rfrost@yandex.ru

### **Белясов И.С.**

Соискатель кафедры управления Российского государственного университета имени А.Н. Косыгина (РГУ им. А.Н. Косыгина)

e-mail: rfrost@yandex.ru

### **Belasov I.S.**

Applicant of the chair of management, Russian state University named after A.N. Kosygin (RGU im. A. N. Kosygin)

e-mail: rffost@yandex.ru

### **Аннотация**

Представлены результаты разработки методического подхода к оценке потенциала предприятий легкой промышленности как предпосылки внедрения конвергентных технологий, в рамках которого на основе теории графов с помощью логического вывода по нечеткой базе знаний разработана модель определения уровня комплексной оценки уровня готовности потенциала предприятий легкой промышленности к внедрению конвергентных технологий.

**Ключевые слова:** методический подход, оценка потенциала предприятий легкой промышленности, внедрение конвергентных технологий.

### **Abstract**

The results of the development of a methodological approach to assessing the potential of light industry enterprises as a prerequisite for the introduction of convergent technologies are presented, within which, on the basis of graph theory with the help of inference from a fuzzy knowledge base, a model has been developed for determining the level of a comprehensive assessment of the level of readiness of the potential of light industry enterprises for the

implementation of convergent technologies.

**Keywords:** methodological approach, assessment of potential, light industry enterprises, introduction of convergent technologies.

### **Введение**

Мировые экономические кризисы 2008–2009 гг. [8] и 2020–2021 гг. [20] привели к тому, что многие развитые государства мира в качестве главного инструмента решения глобальных экономических проблем приняли конвергентные технологии, в основе которых лежит взаимное влияние и взаимное проникновение составляющих этих технологий (прежде всего, нано-, био-, информационных и когнитивных) [6], когда границы между отдельными технологиями стираются, а самые поразительные результаты появляются в рамках междисциплинарной работы [9]. В данном контексте, с 2011 г. все более четко формируется государственная политика ведущих стран мира, которая направлена на развитие ключевых факторов новой промышленной революции, передовых цифровых и конвергентных технологий в соответствии с имеющимся научно-инновационным потенциалом промышленных комплексов и отдельных предприятий [28]. Не являются в этом случае исключением и предприятия легкой промышленности.

Легкая промышленность, учитывая производственный базис, а также широкое разнообразие и ассортимент выпускаемой продукции, формирует очень благоприятную сферу для внедрения различных конвергентных технологий [10], которые включают в себя:

- 1) новые органические вещества, материалы и композиты на их основе для создания техники нового поколения;
- 2) новые неорганические материалы;
- 3) усовершенствованные полимерные материалы различного функционального назначения;
- 4) прогрессивные энерго-, ресурсосберегающие и экологически безопасные способы получения веществ и материалов [15].

Очевидно, что в данных обстоятельствах актуализируется вопрос оценки потенциала предприятий легкой промышленности для внедрения конвергентных технологий. Также бесспорным является тот факт, что сложность процесса формирования потенциала предприятия для внедрения конвергентных технологий обуславливает существенные методологические трудности относительно его оценки.

### **Цель исследования**

Целью представленных исследований является разработка методического подхода к оценке потенциала предприятий легкой промышленности как предпосылки внедрения конвергентных технологий.

### **Методические предпосылки исследований**

При проведении данных исследований будем исходить из того, что механизм и результаты такой оценки должны удовлетворять определенным требованиям, главными из которых являются:

- 1) при осуществлении оценки уровня потенциала предприятия необходимо принимать во внимание все факторы, которые принимают участие в его формировании, если это проблематично, целесообразно заранее определить наиболее значимые, без учета которых невозможно будет получить обоснованную и взвешенную оценку;
- 2) учитывая безусловную важность и необходимость проведения качественной оценки потенциала предприятия, считаем, что с целью формирования наиболее полного представления об его уровне целесообразно осуществить также его количественное оценивание, результат которого должен быть однозначным и характеризоваться допустимым уровнем точности [22];
- 3) достоверный анализ возможностей использования конвергентных технологий

на предприятиях предполагает необходимость создания мощной информационной базы, которая будет включать все необходимые данные, отражающие различные аспекты деятельности субъекта хозяйствования, и характеристики его внешней среды;

4) в процессе оценки потенциала предприятия необходимо нивелировать фактор субъективизма, а ориентироваться на применение четких, формализованных оценок.

Целесообразным также является выделение следующих основных положений, на которых, по нашему мнению, должна базироваться любая научно обоснованная методика оценки уровня потенциала предприятия, а именно:

– необходимость сочетания ресурсного и продуктового подходов, т.е. учета, как имеющихся объемов ресурсов предприятия, так и результативности их использования. Следует также четко идентифицировать ведущий вид ресурсов, необходимый для внедрения и эффективной реализации конвергентных технологий;

– учет существующего состояния и возможностей по улучшению качества основных видов продукции, которую производит предприятие. В связи с этим необходимо проведение тщательного анализа качества выпускаемой продукции, с помощью детальной оценки ее потребительских характеристик и сопоставления этих характеристик с наиболее передовыми разработками в отрасли, а также с существующими достижениями научно-технического прогресса и объективными возможностями конкретного предприятия по улучшению качества его продукции в разрезе всех ее видов и потребительских свойств [5].

#### **Основное содержание исследований**

Общий обзор методических приемов, используемых в процессе оценки и диагностики потенциала промышленных предприятий, позволил выявить следующие наиболее часто применяемые методы:

- метод процентных соотношений;
- графический метод;
- метод оценки конкурентоспособности потенциала;
- методы оценки потенциала с помощью сравнений составляющих-показателей между собой или с предельно допустимым значением;
- метод интегральной оценки.

Большинство ученых настаивают на целесообразности расчета интегрального показателя с учетом весовых коэффициентов, который синтезирует все составляющие его элементы с помощью суммы (весовые коэффициенты выбираются с привлечением экспертов и отражают важность каждого частичного показателя и его вклад в интегральный показатель [23, 27]). Однако следует отметить, что в случае применения этого подхода возникают сложности при определении весовых коэффициентов в одной системе между количественными и качественными индикаторами.

По мнению авторов, наиболее актуальной методикой оценки потенциала предприятий легкой промышленности к внедрению конвергентных технологий, с учетом обозначенных условий и особенностей, может быть методика, базирующаяся на теории нечетких множеств [26].

Использование нечеткой логики позволяет максимально приблизить модель оценки качества к логике рассуждений квалифицированных специалистов, которые принимают управленческие решения [3]. Кроме того, эта методика является наиболее приемлемой в условиях несистемности и в большинстве случаев фрагментарности статистической информации за длительный период, характеризующей потенциал промышленных предприятий, а также из-за отсутствия четкой взаимосвязи между его качественными и количественными показателями и по причине неоднозначного понимания составляющих и содержания самого потенциала.

Принимая во внимание вышеизложенное, для разработки и апробации авторского методического подхода к оценке потенциала предприятий легкой промышленности, как предпосылки внедрения конвергентных технологий, который будет базироваться на

нечеткой логике, используем данные 12 предприятий легкой промышленности, расположенных в Ивановской области.

Итак, предлагаемая авторами методика оценки включает следующие этапы.

*Этап 1.* Как уже отмечалось ранее, существует множество базисных факторов и причинно-следственных отношений между ними, которые влияют на уровень потенциала промышленных предприятий. Соответствующий состав факторов и их динамика должны определяться по результатам интервьюирования, экспертного опроса и анализа информации, имеющей отношение к исследуемой ситуации (информационно-аналитической базы). Таким образом, на первом этапе необходимо создать экспертную комиссию. Во время ее формирования следует руководствоваться такими соображениями.

Поскольку оценка потенциала предприятия охватывает информацию о деятельности большинства его подразделений и служб, в состав экспертной комиссии должны входить представители высшего и среднего управленческого звена, руководители подразделений, которые будут задействованы во внедрении и использовании конвергентных технологий [16]. Что касается количественного состава экспертной группы, в данном случае считаем необходимым применять математически обоснованные признаки. В соответствии с теорией прогнозирования известно, что оптимальное количество экспертной группы составляет 17 чел., а минимально достаточное количество экспертной группы определяется по формуле [14]:

$$N_{min}^e = \frac{Z_n^e}{\sigma_{max}^e},$$

где  $Z_n^e$  – величина, которая определяет степень надежности и достоверности экспертной оценки;

$\sigma_{max}^e$  – максимально допустимая относительная погрешность, которая определяется в долях от среднеквадратичного отклонения.

Минимальное количество экспертов должно составлять не менее 4 чел. Таким образом, оптимальное количество экспертов находится в диапазоне от 4 до 17 чел.

Для проведения оценки на каждом предприятии была сформирована группа из 10 экспертов.

*Этап 2.* Определение показателей влияния на потенциал предприятия и формирование дерева логического вывода.

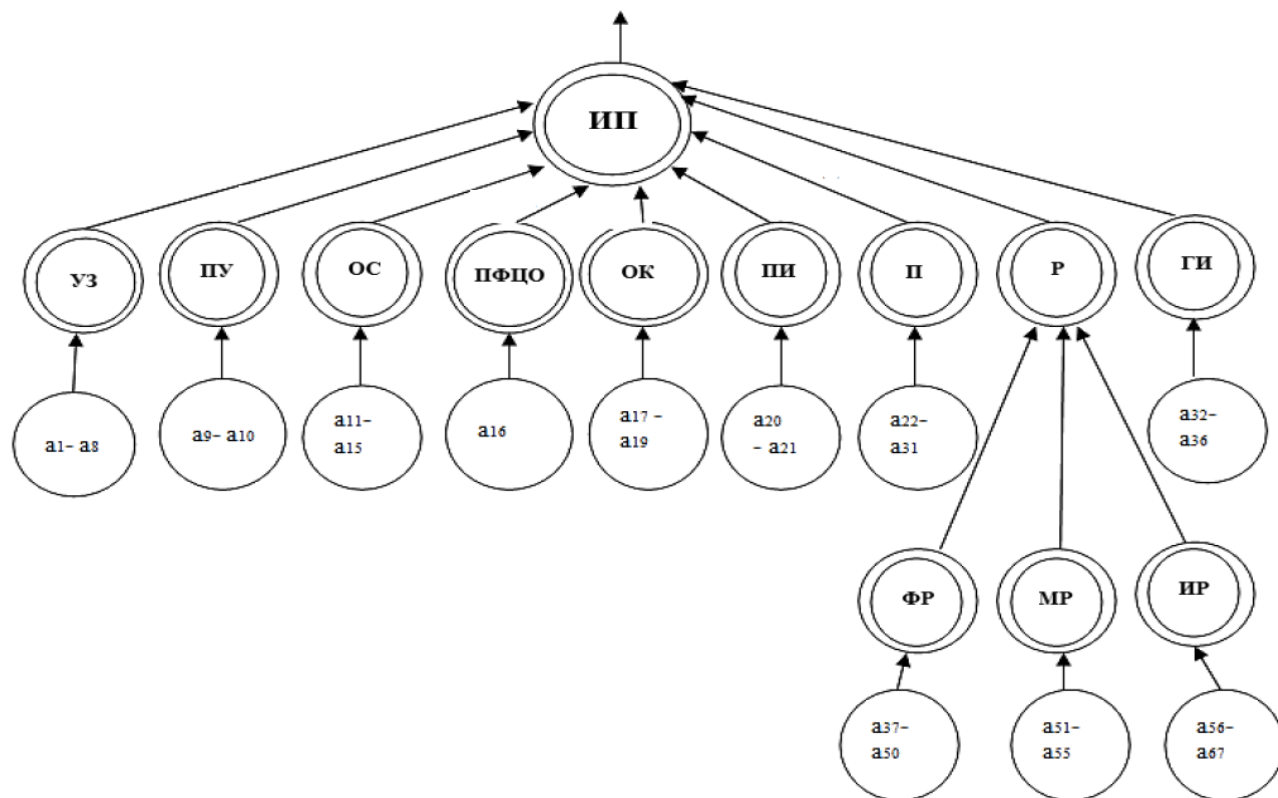
Для моделирования многомерных зависимостей «входы – выход», которыми характеризуется потенциал промышленного предприятия, целесообразно использовать иерархические системы нечеткого вывода (их можно использовать и при отсутствии обучающих выборок). В таких системах выход одной базы знаний подается на вход другой, более высокого уровня иерархии. Применение иерархических нечетких баз знаний позволяет преодолеть «проклятие размерности» [11]. При большом количестве входов эксперту трудно описать нечеткими правилами причинно-следственные связи. Еще одним преимуществом иерархических баз знаний является компактность. Небольшим количеством нечетких правил в иерархических базах знаний можно адекватно описать многомерные зависимости «входы - выход».

Для определения показателей воздействия каждому эксперту предлагалось выявить ряд факторов, влияющих на способность предприятия внедрять и использовать конвергентные технологии. Полученная информация была обработана для устранения двусмысленностей и повторов, а также с целью согласования терминологии, используемой экспертами. Кроме результатов опроса проводился также анализ финансовой и статистической отчетности исследуемых предприятий, а именно: баланс, отчет о финансовых результатах, а также результаты статистического обследования инновационной деятельности предприятий [17].

Полученные показатели, которые позволяют определить уровень готовности потенциала предприятий легкой промышленности к внедрению конвергентных технологий, а также взаимосвязь между ними, представлены в виде иерархического дерева

логического вывода (рис. 1). Для построения дерева была использована теория графов. Выделенная в дереве вершина, у которой нет выходных показателей, является корнем или интегральным индикатором. Связь между элементами имеет тип «один ко многим». С помощью теории графов описана структура потенциала предприятия.

Терминальными вершинами являются частичные показатели потенциала ( $a_1 \dots a_n$ ). Нетерминальные вершины (двойные круги) отражают структурные элементы показателей, влияющие на его уровень. Свертки были выполнены с помощью логического вывода по нечеткой базе знаний.



**Рис. 1.** Иерархическое дерево логического вывода уровня развития потенциала предприятия

Таким образом, на основании анализа и экспертного опроса были отобраны 9 групп факторов (концептов). Важным моментом является то, что все факторы и, соответственно, их изменения имеют количественное выражение. Это количественное выражение может быть либо объективно измеряемым, или же обозначенным лингвистическим значением, которое имеет числовую интерпретацию. В табл. 1 приведено детальное описание выбранных показателей.

*Таблица 1*

**Индикаторы развития потенциала промышленных предприятий**

Показатель	Описание
Управленческие задачи (УЗ)	$a_1$ – уровень использования в разработке управленческой задачи научных подходов менеджмента [21]; $a_2$ – уровень обеспеченности лица, принимающего решение, качественной информацией, характеризующей параметры «внутренней среды» и «внешнего окружения»; $a_3$ – степень использования руководителем отдельных показателей, баз данных, форм документов предприятия; $a_4$ – уровень разработанности инновационной политики; $a_5$ – степень функционирования системы ответственности и мотивации для принятия эффективного решения;

	<p>a<sub>6</sub> – степень управления коммуникациями в процессе инновационной деятельности;</p> <p>a<sub>7</sub> – степень достижения руководящим органом запланированных результатов;</p> <p>a<sub>8</sub> – прозрачность механизма реализации управленческого решения</p>
Процесс управления (ПУ)	<p>a<sub>9</sub> – уровень сформированности системы организационного обеспечения деятельности предприятия;</p> <p>a<sub>10</sub> – уровень развития системы средств, которые определяют порядок и четкие правила действий по достижению конкретного результата в осуществлении деятельности предприятия [18]</p>
Организационная структура (ОС)	<p>a<sub>11</sub> – уровень адаптивности к изменяющимся условиям;</p> <p>a<sub>12</sub> – уровень гибкости в процессе принятия решений и налаживания взаимосвязей;</p> <p>a<sub>13</sub> – уровень оперативности в процессе разработки идей;</p> <p>a<sub>14</sub> – уровень надежности, характеризующийся отсутствием административных, правовых и технологических нарушений;</p> <p>a<sub>15</sub> – уровень сбалансированности и координации</p>
Процесс формирования ценностной ориентации (ПФЦО)	<p>a<sub>16</sub> – уровень определения основных ценностей предприятия, миссии и стратегических целей</p>
Организационная культура (ОК)	<p>a<sub>17</sub> – показатель, отражающий наличие разработанной миссии предприятия;</p> <p>a<sub>18</sub> – показатель, отражающий наличие стратегических целей на предприятии;</p> <p>a<sub>19</sub> – показатель, отражающий наличие общих ценностей, установок и убеждений</p>
Процесс интерпретации (ПИ)	<p>a<sub>20</sub> – уровень сформированности коллективного представления о миссии и стратегических целях предприятия; общей цели, ценностях, установок и убеждений у руководства предприятия;</p> <p>a<sub>21</sub> – уровень сформированности коллективного представления о миссии и стратегических целях предприятия, общей цели, ценностях, установок и убеждений сотрудников предприятия</p>
Персонал (П)	<p>a<sub>22</sub> – образовательный уровень сотрудника;</p> <p>a<sub>23</sub> – общий стаж работы сотрудника на предприятии;</p> <p>a<sub>24</sub> – уровень здоровья сотрудника;</p> <p>a<sub>25</sub> – показатель самообучения сотрудника;</p> <p>a<sub>26</sub> – уровень поощрения сотрудника к обучению;</p> <p>a<sub>27</sub> – уровень креативности мышления сотрудника;</p> <p>a<sub>28</sub> – уровень мотивации сотрудника;</p> <p>a<sub>29</sub> – показатель, характеризующий степень интеграции сотрудника в команду;</p> <p>a<sub>30</sub> – удельный вес инвестиций в обучение персонала в общем объеме инвестиций;</p> <p>a<sub>31</sub> – удельный вес работников, получивших патенты на изобретения, а также тех, которые подавали рационализаторские предложения</p>
Процесс генерации идей (ГИ) [24]	<p>a<sub>32</sub> – среднее количество предложенных инновационных идей на одного работника в месяц;</p> <p>a<sub>33</sub> – среднее количество воплощенных инновационных идей на предприятии в год;</p>

	<p>a<sub>34</sub> – уровень эффективности коммуникаций при генерации идей;</p> <p>a<sub>35</sub> – уровень обеспеченности качественной информацией, характеризующей параметры «внутренней среды» и «внешнего окружения»;</p> <p>a<sub>36</sub> – степень использования отдельных показателей баз данных, форм документов предприятий</p>
Ресурсный потенциал (Р)	<p><i>ФР – обеспеченность финансовыми ресурсами</i></p> <p>a<sub>37</sub> – коэффициент абсолютной ликвидности;</p> <p>a<sub>38</sub> – рентабельность совокупного капитала;</p> <p>a<sub>39</sub> – рентабельность собственного капитала;</p> <p>a<sub>40</sub> – чистая рентабельность продаж;</p> <p>a<sub>41</sub> – коэффициент оборачиваемости капитала;</p> <p>a<sub>42</sub> – коэффициент оборачиваемости готовой продукции;</p> <p>a<sub>43</sub> – коэффициент оборачиваемости собственного капитала;</p> <p>a<sub>44</sub> – коэффициент оборачиваемости операционного капитала;</p> <p>a<sub>45</sub> – коэффициент финансовой устойчивости;</p> <p>a<sub>46</sub> – коэффициент автономии;</p> <p>a<sub>47</sub> – коэффициент маневренности собственного капитала;</p> <p>a<sub>48</sub> – маневренность рабочего капитала;</p> <p>a<sub>49</sub> – коэффициент обеспечения запасов и затрат собственными источниками формирования;</p> <p>a<sub>50</sub> – коэффициент финансового риска</p> <p><i>МР – обеспеченность материальными ресурсами;</i></p> <p>a<sub>52</sub> – коэффициент обновления основных фондов;</p> <p>a<sub>53</sub> – фондовооруженность;</p> <p>a<sub>54</sub> – удельный вес материальных затрат в стоимости произведенной продукции;</p> <p>a<sub>55</sub> – уровень обеспеченности поддерживающими, техническими и технологическими средствами;</p> <p><i>ИР – обеспеченности информационными ресурсами [25]</i></p> <p>a<sub>56</sub> – удельный вес инвестиций в информатизацию в общем объеме инвестиций;</p> <p>a<sub>57</sub> – удельный вес инвестиций в программное обеспечение в общем объеме инвестиций в основной капитал;</p> <p>a<sub>58</sub> – степень объективности информации;</p> <p>a<sub>59</sub> – степень обмена информацией между персоналом предприятия;</p> <p>a<sub>60</sub> – степень обеспечения информацией о внешнем окружении предприятия;</p> <p>a<sub>61</sub> – степень обеспечения информацией о внутренней среде предприятия;</p> <p>a<sub>62</sub> – степень достоверности информации;</p> <p>a<sub>63</sub> – степень адекватности информации;</p> <p>a<sub>64</sub> – степень доступности информации;</p> <p>a<sub>65</sub> – степень актуальности информации;</p> <p>a<sub>66</sub> – степень релевантности информации;</p> <p>a<sub>67</sub> – степень применения имеющейся информации.</p>

На основе анализа указанных показателей будет определена комплексная оценка достаточности и готовности потенциала предприятий [13] легкой промышленности для внедрения конвергентных технологий. Оценка будет находиться в интервале [0, 1].

Выбор основных факторов влияния на уровень потенциала, которые являются входными параметрами модели, основывался на предварительно проведенном логическом анализе. При этом, очевидно, что предложенный в табл. 3.5 набор является одним из возможных вариантов и может формироваться индивидуально в зависимости от специфики предприятия.

*Этап 3. Описание лингвистических переменных*

Лингвистической называется переменная, которая принимает значения из множества слов или словосочетаний некоторой естественной речи. Формально лингвистическая переменная описывается такой пятеркой (кортежем):

$$\langle x; T; U; G; M \rangle$$

где  $x$  – имя переменной;

$T$  – терм-множество, каждый элемент которого задается нечетким множеством на универсальном множестве  $U$ ;

$G$  – синтаксические правила (часто в виде грамматики), определяющие названия термов;

$M$  – семантические правила, которые задают функции принадлежности нечетких термов, порожденных синтаксическими правилами  $G$ .

Для входных количественных переменных в качестве универсального множества  $U$  термов можно принять весь возможный диапазон значений соответствующего параметра (от минимального до максимального значения). Для качественных параметров предлагаем принять определенную искусственную шкалу (баллы):

$$U = (u; \bar{u}),$$

где  $u$  ( $\bar{u}$ ) – минимальное и максимальное значение показателя.

Экспертами была сгенерирована оценка отнесения каждого из выделенных факторов к соответствующему множеству нечетких термов (лингвистических переменных) по балльной шкале («1» – низкий уровень, «2» – средний, «3» – высокий) для 12-ти промышленных предприятий в пределах одной отрасли. Используя свойства функции принадлежности, была проведена предварительная обработка данных с целью удаления ошибок опросов и оценки согласованности выводов экспертов с помощью коэффициента конкордации. Степень принадлежности к соответствующему множеству термов вычислена как относительная частота ответов – отношение количества ответов по отдельным оценкам к общему числу ответов (табл. 2).

Таблица 2

**Значения функций принадлежности факторов влияния на потенциал предприятий к термальному множеству**

Фактор влияния	Множество термов	№ предприятия											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
УЗ	Низкий	0,1	0,2	0,3	0	0,1	0,4	0,1	0	0	0	0,2	0,1
	Средний	0,9	0,8	0,9	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,5	0,4	0,8	0,5
	Высокий	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0,4	0,2	0,7	0,3
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ОС	Низкий	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,2	0,3	0	0	0	0	0
	Средний	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,7	0,5	0,4	0,8	0,2	0,7
	Высокий	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,2	0,1
ПИ	Низкий	0,6	0,1	0,1	0,5	0,5	0,3	0,6	0	0	0,1	0	0
	Средний	0,4	0,9	0,9	0,6	0,5	0,7	0,6	0,6	0,9	0,5	0,8	0,4
	Высокий	0	0	0	0	0,3	0	0,4	0	0,6	0	0,5	0,7
П	Низкий	0,6	0,2	0,9	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0
	Средний	0,4	0,8	0,1	0,6	0,4	0,7	0,8	0,6	0,4	0,7	0,6	0,4
	Высокий	0	0	0	0,3	0,5	0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,2	0,4
...	...												

*Этап 4. Определение функций принадлежности лингвистических термов.*



Функция принадлежности отражает элементы из универсального множества определенной лингвистической переменной в интервале  $[0; 1]$ , которые указывают степень принадлежности каждого элемента универсального множества нечетким термам. В ряде случаев используют типовые формы функций принадлежности (в параметрической форме), тогда задача построения сводится к определению ее параметров [1, 2, 7].

Наибольшее распространение получили треугольная, трапециевидная, гауссовская и сигмоидальная функции принадлежности. Конкретный вид функции определяется потребностями исследуемой предметной области.

Для оценки потенциала предприятий легкой промышленности, по мнению авторов, следует выбрать трапециевидную функцию принадлежности. Выбор данного типа обусловлен большим количеством ее преимуществ по сравнению с ограниченным количеством недостатков. Преимущества заключаются в том, что:

- 1) для построения функции нужен небольшой объем данных;
- 2) в рамках модели есть возможность построения отображения «вход  $\rightarrow$  выход» в виде гиперповерхности, состоящей из линейных участков;
- 3) простота модификации модальных значений на основании установленных уровней входных и выходных величин системы.

Трапециевидное нечеткое число  $A$  на множестве действительных чисел  $R$  определяется следующим образом:

$$A = \mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x - a_1}{b_1 - a_1} & \text{для } a_1 \leq x \leq b_1 \\ 1 & \text{для } b_1 \leq x \leq b_2 \\ \frac{x - a_2}{b_2 - a_1} & \text{для } b_2 \leq x \leq a_1 \\ 0 & \text{для остальных } R \end{cases}$$

Для установления причинно-следственных отношений между лингвистическими переменными и факторами, которые их обуславливают, необходимо определить шкалу, которая позволит оценить характер влияния (положительное или отрицательное) и силу связи между факторами. Значения соответствующих переменных задаются лингвистической шкалой, каждому из них ставится в соответствие число в интервале от минус до плюс единицы (табл. 3).

Таблица 3

**Оценка связи между лингвистическими переменными и факторами влияния**

Лингвистическое описание	Числовое значение
Не влияет	0
Очень слабо усиливает (ослабляет)	0,1; 0,2 (-0,1; -0,2)
Слабо усиливает (ослабляет)	0,3; 0,4 (-0,3; -0,4)
Умеренно усиливает (ослабляет)	0,5; 0,6 (-0,5; -0,6)
Сильно усиливает (ослабляет)	0,7; 0,8 (-0,7; -0,8)
Очень сильно усиливает (ослабляет)	0,9; 1,0 (-0,9; -1,0)

*Этап 5. Построение базы правил.* База правил систем нечеткого вывода предназначена для формального представления эмпирических знаний экспертов в той или иной предметной области в форме нечетких продукционных правил [19]. В системах нечеткого вывода используются правила нечетких продукций, в которых условия и выводы сформулированы в терминах нечетких лингвистических высказываний, представляемых в форме структурированного текста.

Следует отметить, что чем больше правил задано, тем точнее результат на выходе. Вес правила – число в диапазоне  $[0; 1]$ , характеризующее субъективную меру уверенности эксперта.

В качестве примера приведем матрицу знаний для моделирования компонента

«генерация идей», которая построена с использованием нечеткого вывода Мамдани (см. табл. 4), все значения входных и выходных переменных базы заданы нечеткими множествами.

Таблица 4

**Матрица знаний для моделирования компонента «генерация идей»**

Значение лингвистической переменной на входе					Значение на выходе ГИ	Вес правила
a <sub>32</sub>	a <sub>33</sub>	a <sub>34</sub>	a <sub>35</sub>	a <sub>36</sub>		
Low	none	none	none	none	Low	1
Low	none	none	none	none		1
Low	Low	none	none	none		1
Low	Low	Low	Low	none		1
Low	Low	Low	Low	Low		1
Low	Low	Low	Low	Low		1
Low	Low	Low	Low	Low	Low Medium	1
Low	Low	Low	Low	Low		1
Low	Low	Low	Low	Low		1
Medium	Low	Low	Low	Low	Medium	1
Medium	Low	Low	Low	Low		1
Medium	Medium	Low	Low	Low		1
Medium	Medium	Medium	Low	Low		1
Medium	Medium	Medium	Medium	Low		1
Medium	Medium	Medium	Medium	Medium		1
High	High	Medium	Medium	Medium	High	1
High	High	High	Medium	Medium		1
High	High	High	High	Medium		1
High	High	High	High	High		1

*Этап 6. Нахождение степени истинности условий каждого из правил нечетких продукций.* Истинность условий находится с использованием нечетких логических операции. Активизация в системах нечеткого вывода – это процедура или процесс нахождения степени истинности каждого из элементарных логических высказываний, входящих в состав всех нечетких продукционных правил [12].

*Этап 7. Моделирование обобщающих правил.* Для моделирования обобщающего вывода целесообразно использовать принцип Заде [4], а именно: если  $x_i = f(p_1, p_2, \dots, p_k)$  является функцией от независимых переменных, аргументы которой  $p_1, p_2, \dots, p_k$  заданы нечеткими числами  $\tilde{p}_1, \tilde{p}_2, \dots, \tilde{p}_k$ , то значением  $\tilde{x}_i = f(\tilde{p}_1, \tilde{p}_2, \dots, \tilde{p}_k)$  является нечеткое число  $\tilde{x}$ .

Для каждой переменной (фактора воздействия) выбраны три функции принадлежности, как уже отмечалось ранее трапецеидального типа: значение от 0 до 1 – низкий уровень, от 1 до 2 – средний, от 2 до 3 – высокий. Моделирование обобщающих факторов, характеризующих состояние потенциала предприятий, проведено на основании построенных правил нечеткого вывода:

Правило №1: если «уровни развития факторов, влияющих на потенциал предприятия  $p_1, p_2, \dots, p_6$  не низкие», то «потенциала достаточно для внедрения конвергентных технологий».

Правило №2: если «уровни развития факторов, влияющих на потенциал предприятия  $p_1, p_2, \dots, p_6$  низкие», то «потенциала недостаточно для внедрения конвергентных технологий».

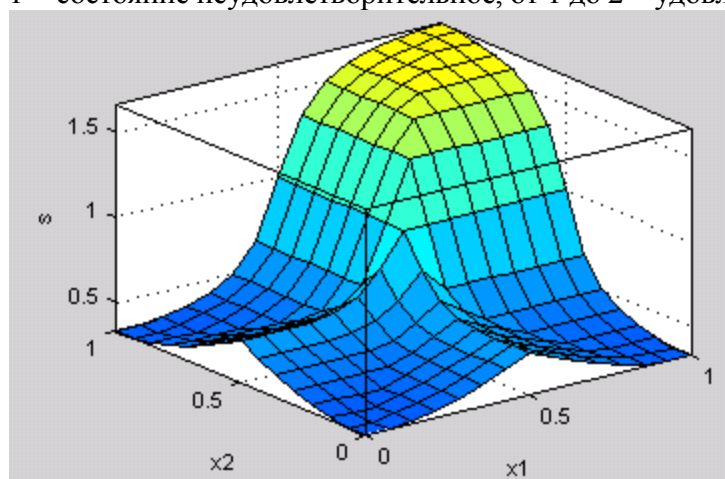
Количественная интерпретация значений показателей влияния факторов на потенциал предприятий определена с учетом оценок от нуля до единицы. При этом были выбраны две функции принадлежности гауссовского типа: от 0 до 0,5 – недостаточный уровень от 0,5 до 1 – достаточный уровень.

*Этап 8. Дефазификации выходных переменных.* Дефазификация в системах нечеткого вывода – это процесс перехода от функции принадлежности выходных лингвистических переменных к их четкому (числовому) значению. Задача дефазификации заключается в том, чтобы, используя результаты аккумуляции всех выходных лингвистических переменных, получить количественное значение интегральной переменной. Для дефазификации в нашем исследовании был выбран метод центра тяжести.

С целью проведения общего анализа разработанной модели представляется целесообразным визуализировать соответствующую поверхность нечеткого вывода. Эта поверхность нечеткого вывода позволяет установить зависимость значений результирующей переменной от входных переменных. С помощью FIS-редактора пакета нечеткой логики *Fuzzy Logic Toolbox* системы MATLAB была задана структура нечеткой оценки достаточности уровня потенциала предприятий легкой промышленности для внедрения конвергентных технологий.

Границы областей значений выходной переменной состояния потенциала предприятий являются нечеткими, что обусловлено возможностью перехода из одного типа состояния в другое.

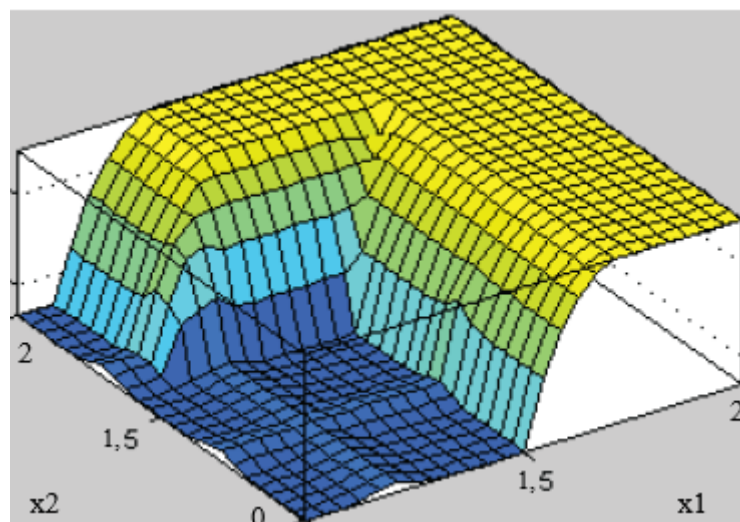
На рис. 2 изображена нечеткая модель оценки потенциала предприятия №1 из исследуемой совокупности относительно его возможности внедрять конвергентные технологии в зависимости от уровня имеющегося потенциала, определяемого качеством процессов управления ( $x_2$ ) и совершенством организационной структуры ( $x_1$ ). Для удобства была введена следующая шкала значений характеристики состояния потенциала предприятия: от 0 до 1 – состояние неудовлетворительное, от 1 до 2 – удовлетворительное.



**Рис. 2.** Нечеткая модель оценки потенциала предприятия №1

Как свидетельствуют результаты моделирования, состояние потенциала исследуемого предприятия является неудовлетворительным для внедрения конвергентных технологий.

На рис. 3 отображены результаты моделирования потенциала предприятия №2.



**Рис. 3.** Нечеткая модель оценки потенциала предприятия №2

Данные, приведенные на рис. 3.7, позволяют утверждать, что потенциал предприятия №2 достаточный для внедрения и использования конвергентных технологий.

#### **Обсуждение результатов и выводы**

Итак, подытоживая вышеизложенное, можно сформулировать такие выводы.

В современных экономических условиях функционирование и развитие промышленных предприятий зависит, прежде всего, от их потенциала, активности и способности внедрять современные цифровые, в том числе конвергентные технологии. Указанные обстоятельства определяют необходимость проведения оценки потенциала предприятий с использованием адаптивных и эффективных методик. Оценка потенциала промышленных предприятий представляет собой определенный алгоритм, включающий процедуры формирования информационной базы, сбор, обработку и использование информации о деятельности субъекта хозяйствования.

Вместе с тем, следует отметить, что существующий на сегодняшний день широкий спектр различных подходов к оценке потенциала, в большинстве своем, не учитывает системные сдвиги в условиях функционирования современных предприятий, а также влияние на них прогрессивных, цифровых технологий. Кроме того, общепринятые подходы к построению оценочных моделей основываются на количественных методах, которые не позволяют оперировать данными в условиях неопределенности. Поэтому целевая постановка задач определения уровня и готовности потенциала предприятий к использованию конвергентных технологий сегодня тесно связана с нечеткой системой управления. Как следствие, в настоящее время процесс аналитического обеспечения и обоснования управленческих решений сталкивается с необходимостью применения моделей диагностики, которые основываются на теории нечетких множеств.

Использование теории нечетких множеств для оценки потенциала промышленных предприятий, необходимого для внедрения конвергентных технологий, имеет следующие преимущества: упрощает алгоритм расчета; позволяет обрабатывать значительные массивы входных переменных; дает возможность путем аналитической и экономической интерпретации исходного показателя определить фактический уровень готовности предприятия для внедрения современных технологий; позволяет отслеживать порядок определения интегрального показателя уровня имеющегося потенциала предприятия по основным характеристикам; методы нечеткого моделирования могут быть практически реализованы в среде MathCAD, что позволяет упростить и удешевить процесс расчетов путем их автоматизации.

Использование теории нечетких множеств также дает возможность преодолеть недостатки существующих, традиционных подходов и согласовать различные управленческие решения при наличии нечетких целей и ограничений.

Предложенная в работе модель комплексной оценки потенциала предприятий легкой промышленности с использованием нечеткой логики позволяет проанализировать качественные и количественные показатели составляющих элементов, определить состояние и уровень развития каждого отдельного элемента, что значительно улучшает эффективность формирования необходимого организационного обеспечения.

Проведенная апробация на примере предприятий легкой промышленности доказывает практическую значимость разработанной методики оценки потенциала внедрения и использования конвергентных технологий, а также возможность ее применения в управлении деятельностью промышленных субъектов хозяйствования.

### Литература

1. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Тебекин А.В., Сауренко Т.Н.* Модель сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности качественных показателей. // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 4. – С. 77-83.
2. *Анисимов В.Г., Анисимов Е.Г., Тебекин А.В., Сауренко Т.Н.* Методика сравнительной оценки инновационных проектов по совокупности количественных показателей. // Журнал исследований по управлению. – 2019. – Т. 5. – № 5. – С. 84-90.
3. *Данилова А.А., Домбращев А.Н.* О разработке обобщенного синергетического показателя производственных систем // Интеллектуальные системы в производстве. – 2018. – Т. 16. – №4. – С. 82-89.
4. *Дауб И., Фатеев В.А.* Обзор моделей прогнозирования для систем поддержки принятия решений // Colloquium-journal. – 2019. – №27-2(51). – С. 150-151.
5. *Егорова А.А., Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Технологические трансформации XXI века как индуцирующий вектор перехода к новому качеству производства. // Теоретическая экономика. – 2021. – № 1 (73). – С. 42-53.
6. *Егорова А.А., Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Анализ перспектив развития национальной экономики при внедрении сквозных цифровых технологий. // Журнал экономических исследований. – 2020. – Т. 6. – № 4. – С. 3-18.
7. *Иванюк В.А., Абдикеев Н.М., Пащенко Ф.Ф.* Нейросетевая модель многофакторного анализа экономической эффективности предприятия // Датчики и системы. – 2019. – №10(240). – С. 9-17.
8. *Конотопов М.В., Тебекин А.В.* Мартовские тезисы 2010 года (О мировом экономическом кризисе с позиций циклов инновационного развития К. Жугляра). // Инновации и инвестиции. – 2010. – № 1. – С. 2-6.
9. *Кравченко А.И.* Конвергентные технологии и междисциплинарность нового типа // Мировая наука. – 2019. – №1(22). – С. 165-171.
10. *Морозов Р.В., Белясов И.С., Тебекин А.В.* Задачи совершенствования механизмов функционирования хозяйственных образований в легкой промышленности за счет использования технологий цифровой экономики. // Маркетинг и логистика. – 2018. – № 4 (18). – С. 63-74.
11. *Нечаев Ю.И.* Когнитивное моделирование поведения сложных систем на основе нейросетевых технологий и динамической теории катастроф Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2018. – №2. – С. 3-11.
12. *Пиннекер М.В., Колтаков И.Ю.* Моделирование устойчивости финансового состояния предприятия // Colloquium-journal. – 2019. – №11-4(35). С. 60-61.
13. *Ростова О.В., Широкова С.В., Марков А.В., Тебекин А.В.* Разработка алгоритма комплексного анализа для принятия решения о реорганизации компании. // Журнал исследований по управлению. – 2020. – Т. 6. – № 6. – С. 3-16.
14. *Семейкин А.Ю., Кочеткова И.А., Дроздова А.О., Чернышов А.В.* Моделирование и управление профессиональными рисками на промышленных предприятиях с использованием экспертных информационно-аналитических систем поддержки принятия решений // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-

технический журнал). – 2019. – №7. – С. 164-174.

15. *Таран Е.А.* К вопросу о модификации структурных сдвигов в процессе развития конвергентных технологий // *Экономические науки*. – 2019. – №177. – С. 19-22.
16. *Тебекин А.В.* Анализ влияния школы научного управления на развитие менеджмента: многоаспектный подход. // *Стратегии бизнеса*. – 2019. – № 1 (57). – С. 13-23.
17. *Тебекин А.В.* Анализ возможностей рационального использования инструментов статистического анализа при реализации инновационных проектов. // *Вестник Московского финансово-юридического университета*. – 2020. – № 4. – С. 25-34.
18. *Тебекин А.В.* Вопросы методологии организации процесса управления социальноэкономическими системами. // *Транспортное дело России*. – 2019. – № 4. – С. 56-60.
19. *Тебекин А.В.* Методы принятия управленческих решений на основе теории игр как группа методов класса принятия стратегических решений на основе оптимизации показателей эффективности. // *Стратегии бизнеса*. – 2018. – № 10 (54). – С. 3-12.
20. *Тебекин А.В.* О глубине кризиса 2020-го года для мировой и национальной экономик и путях выхода из него. // *Журнал экономических исследований*. – 2020. – Т. 6. – № 2. – С. 52-71.
21. *Тебекин А.В.* Реализация принципа «задача-предписание» системы научного управления Ф. Тейлора в современных условиях социально-экономического развития. // *Вестник Московского финансово-юридического университета*. – 2021. – № 1. – С. 7-20.
22. *Тебекин А.В.* Сравнительная оценка количественных и качественных методов принятия управленческих решений в условиях антикризисного управления. // *Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление*. – 2019. – № 3. – С. 221-231.
23. *Тебекин А.В.* Управление качеством. // *Учебник / Москва, 2017. Сер. 61 Бакалавр и магистр. Академический курс (2-е изд., пер. и доп)*
24. *Тебекин А.В., Тебекин П.А.* Предынвестиционная фаза проектного цикла по модели UNIDO как элемент методической базы разработки и реализации инновационных проектов и программ. // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. – 2016. – № 3 (18). – С. 97–107.
25. *Тебекин А.В., Тебекин П.А., Тебекина А.А.* Использование информационно-технологической модели управления (ИТМУ) в принятии решений. // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. – 2016. – № 1 (16). – С. 128-135.
26. *Управление рисками инновационно-инвестиционных проектов. (Бакалавриат). Монография / Вайтенков Я.В., Тебекин П.А., Толкаченко Г.Л., Тебекин А.В. - Москва: Русайнс, 2020. – 240 с.*
27. *Фатеева О.В., Окунцева А.В.* Подходы к оценке стратегического потенциала предприятия // *Экономика и предпринимательство*. – 2018. – №1(90). – С. 752-757.
28. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция. – Москва: Эксмо, 2018. – 285 с.