

Методика многокритериальной оценки инновационного развития отраслей промышленности региона

©2013 г. Д.Н. Лапаев, О.Н. Лапаева, Ю.М. Максимов, Е.С. Митяков, О.И. Митякова*

В современных условиях хозяйствования инновационная деятельность выступает важнейшим аспектом повышения эффективности общественного производства. Исследования отечественных и зарубежных авторов показывают, что инновационная экономика является стратегическим направлением развития различных стран.

На федеральном и региональном уровнях активно разрабатываются инновационные стратегии, программы, законодательные и нормативные акты по поддержке инновационной деятельности. Одним из наиболее значимых государственных документов в сфере инновационной деятельности выступает Стратегия социально-экономического развития России до 2020 года [1], в которой представлены три сценария развития: инерционный, энерго-сырьевой и инновационный. При этом предпочтение отдается инновационному сценарию.

Рассматривая проблему инновационного развития регионов страны необходимо отметить важность оценки инновационной деятельности отраслей промышленности.

При осуществлении сравнительной оценки нескольких отраслей по совокупности показателей можно использовать классические принципы оптимизации: принцип доминирования и принцип Парето [2]. Первый принцип позволяет определить единственный вариант, а второй – сформировать множество эффективных альтернатив, не доминируемых остальными.

Для анализа многокритериальных задач в статье предлагается методика ранжирования отраслей.

* Лапаев Д.Н. – академик РАЕН и АИН им. А.М. Прохорова, д-р экон. наук, проф., зам. директора по НИР Института экономики и управления НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Лапаева О.Н. – старший преп. каф. «Менеджмент» НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Максимов Ю.М. – академик АИН им. А.М. Прохорова, д-р техн. наук, зам. проректора по научной работе ННГУ им. Н.И. Лобачевского.

Митяков Е.С. – к-т экон. наук, старший преп. каф. «Прикладная математика» НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Митякова О.И. – д-р экон. наук, проф. каф. «Управление инновациями» НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Методика заключается в поэтапном определении альтернатив соответствующих рангов и формировании областей допустимых значений показателей. Она включает следующие действия [3].

1. Определяется исходное множество отраслей:

$S = \{S_i\}, i = 1, I$. Отбираются и исчисляются показатели $K = \{K_j\}, j = 1, J$ для каждой альтернативы. Задаются предпочтительные направления изменения и начальные области допустимых значений.

2. На первом этапе анализа определяются эффективные отрасли по каждому показателю $S_{j_{opt1}}$. Индекс обозначает порядковый номер стадии анализа (итерации). Первой в эффективное решение войдет альтернатива $S_{1_{opt1}}$, имеющая оптимальное значение показателя $K1$. Второй станет альтернатива $S_{2_{opt1}}$, характеризующаяся оптимальной величиной показателя $K2$ и т. д. Завершит этап альтернатива $S_{J_{opt1}}$, имеющая оптимальное значение показателя KJ . Случаи доминирования достаточно редки, особенно при использовании многих критериев, поэтому, как правило, требуется дополнительный анализ.

3. Формируется область допустимых значений показателей на первом этапе анализа ОДЗ₁. Для этого предварительно выделяются доминируемые области относительно всех эффективных отраслей $S_{j_{opt1}}$.

Первая доминируемая область ОД₁, полученная относительно первой по порядку эффективной альтернативы, имеет вид:

$$\begin{cases} K2 < K2_{S1_{opt1}}, \\ K3 < K3_{S1_{opt1}}, \\ \dots\dots\dots, \\ \dots\dots\dots, \\ KJ < KJ_{S1_{opt1}}, \end{cases}$$

Вторая доминируемая область ОД₂, полученная относительно второй эффективной альтернативы, определяется следующим образом:

$$\begin{cases} K1 < K1_{S2_{opt1}}, \\ K3 < K3_{S2_{opt1}}, \\ \dots\dots\dots, \\ \dots\dots\dots, \\ KJ < KJ_{S2_{opt1}}, \end{cases}$$

Далее по аналогии определяются остальные доминируемые области.

Затем формируется область допустимых значений показателей посредством исключения из исходной области доминируемых областей.

4. Осуществляется проверка отраслей S_i на предмет принадлежности к области допустимых значений. Альтернативы, входящие в полученную область, подлежат дополнительному анализу.

5. Снова производятся действия этапов 2–4. Единственное отличие заключается в том, что оптимальные значения показателей K_j определяются среди недоминируемых альтернатив, полученных на предыдущей итерации. Данный этап считается завершенным, когда на некоторой итерации $t = T$ внутри области ОДЗ_T останется менее двух альтернатив.

6. Формируется эффективное решение посредством объединения эффективных альтернатив, выявленных на всех этапах анализа:

$$M_{эф} = \{S1_t, S2_t, ..., SJ_t\}, t = \overline{1, T}.$$

7. Осуществляется проверка эффективных отраслей на предмет соответствия априорным требованиям, предъявляемым стороной, проводящей анализ. В случае выявления противоречий производится корректировка показателей и расчет повторяется.

8. Принимается решение об окончании либо продолжении процедуры ранжирования в зависимости от специфики поставленной задачи. В ряде случаев можно ограничиться формированием нескольких высших рангов, тогда как в других задачах целесообразно осуществить ранжирование в полном объеме.

9. При необходимости отбираются отрасли для дальнейшего анализа посредством исключения из исходного множества альтернатив первого ранга (эффективных вариантов).

10. Среди элементов вновь полученного множества определяется решение второго ранга по аналогии с этапами 2 – 7 и т. д.

11. По результатам всех этапов анализа формируется итоговое решение.

Рассмотрим применение изложенной методики для анализа промышленности Нижегородской области по совокупности инновационных показателей. Нижегородская область – одна из ключевых для европейской части Российской Федерации. Она обладает значительным научным, технологическим и кадровым потенциалами, выгодно расположена на пересечении крупных торговых и транспортных магистралей.

В силу значительного числа видов экономической деятельности предприятий проведено агрегирование видов деятельности в группы, которые по своему смыслу близки понятию «отрасль промышленности», широко употреблявшемуся в советский период. Анализ кодов по ОКВЭД для нижегородских предприятий позволил выделить следующие десять групп [4]:

1) машиностроение;

2) радиоэлектроника, приборостроение, информатика и связь;

3) энергетика, предприятия ЖКХ и коммунального сервиса;

4) производство стройматериалов и добывающая промышленность;

5) химия, нефтехимия, производство медикаментов и стекла;

6) целлюлозно-бумажная промышленность и деревообработка;

7) черная и цветная металлургия;

9) легкая промышленность;

10) пищевая промышленность;

11) научное и инфраструктурное обеспечение инноваций в промышленности.

Приведенная нумерация в дальнейшем будет использоваться для обозначения соответствующих отраслей.

В качестве критериев оценки были выбраны две системы показателей. Первая система: удельный вес инновационно-активных предприятий ($K_{ИА}$), интенсивность затрат на технологические инновации (отношение затрат на технологические инновации к объему выпущенной продукции) ($K_{ИЗ}$) и доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции ($K_{ИП}$). Эти показатели отражают основные результаты инновационной деятельности. В статье они рассчитаны в процентах.

Вторая система: число поданных заявок на выдачу патентов на изобретения ($K_{ЗП}$), количество совместных проектов по выполнению исследований и разработок ($K_{СП}$) и коэффициент технологического обмена (число приобретенных и переданных технологий) ($K_{ТО}$). Эти показатели отражают эффективность трансфера технологий в регионе. Показатели рассчитаны на тысячу работающих.

На **рис. 1** приведен результат ранжирования отраслей промышленности Нижегородской области по первой системе показателей. Выделены отрасли первого и второго рангов.

В **табл. 1** представлены номера отраслей промышленности по мере увеличения показателей.

Выделяем эффективные альтернативы 10 и 1, имеющие оптимальные значения показателей (здесь и далее обозначены жирным шрифтом). Формируем доминируемые области. Первая область включает прочие варианты. Эффективное множество примет вид – $M_{эф} = \{1, 10\}$ (Машиностроение; Научное и инфраструктурное обеспечение инноваций в промышленности).

Далее переходим ко второму рангу. Дальнейшему анализу подлежат отрасли 2 – 9. В **табл. 2** приведены номера этих отраслей в порядке возрастания показателей.

Среди оставшихся вариантов доминирует вторая альтернатива – $M_{2р} = \{2\}$ (Радиоэлектроника, приборостроение, информатика и связь).

По аналогии переходим к третьему рангу (**рис. 2**). Теперь необходимо рассмотреть отрасли 3 – 9 (**табл. 3**).

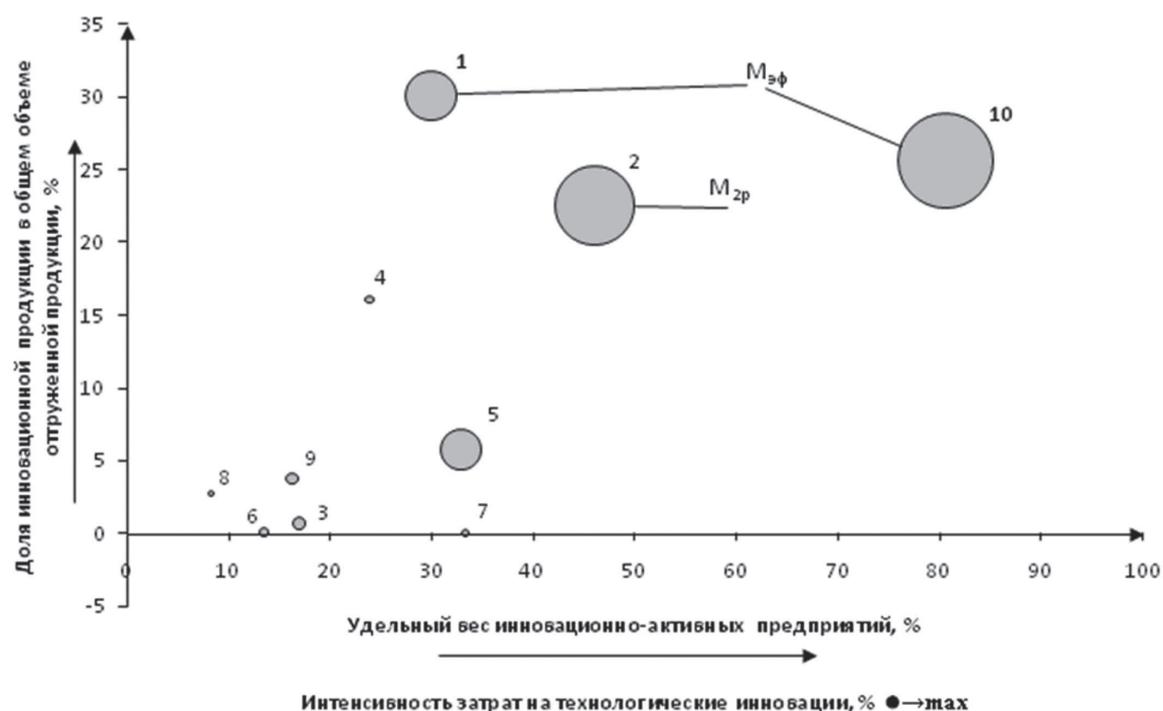


Рис. 1. Отрасли промышленности первого и второго рангов

Таблица 1										
Иновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей									
$K_{ИА}$	8	6	9	3	4	1	5	7	2	10
$K_{ИЗ}$	8	7	4	6	3	9	5	1	2	10
$K_{ИП}$	7	6	3	8	9	5	4	2	10	1

Таблица 2										
Иновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей									
$K_{ИА}$	8	6	9	3	4	5	7	2	10	1
$K_{ИЗ}$	8	7	4	6	3	9	5	1	2	10
$K_{ИП}$	7	6	3	8	9	5	4	2	10	1

Выделяем альтернативы третьего ранга 7, 5 и 4, имеющие оптимальные значения показателей. Формируем доминируемые области. Первая область не содержит альтернатив, а вторая – включает прочие варианты.

Множество третьего ранга примет вид – $M_{3р} = \{4, 5, 7\}$ (Производство стройматериалов и добывающая промышленность; Химия, нефтехимия, производство медикаментов и стекла; Черная и цветная металлургия).

Далее переходим к четвертому рангу (рис. 3).

Остается сравнить отрасли 3, 6, 8 и 9 (табл. 4).

Выделяем альтернативы четвертого ранга 3 и 9, характеризующиеся оптимальными величинами показателей. Формируем доминируемые области. Первая область содержит альтернативу 6, а вторая – варианты 6 и 8.

Множество четвертого ранга запишем в виде – $M_{4р} = \{3, 9\}$ (Энергетика, предприятия ЖКХ и коммунального сервиса; Пищевая промышленность).

Наконец, переходим к пятому рангу (рис. 4).

Требуется сопоставить отрасли 6 и 8 (табл. 5).

Альтернативы несравнимы. Множество пятого ранга имеет вид – $M_{5р} = \{6, 8\}$ (Целлюлозно-бумажная

промышленность и деревообработка; Легкая промышленность).

Таким образом, определено пять рангов решений: первый, четвертый и пятый ранги включают по две отрасли, второй – одну и третий – три.

Теперь применим ту же методику ко второй системе показателей. На рис. 5 приведен результат ранжирования отраслей промышленности по эффективности трансфера технологий.

В табл. 6 представлены номера отраслей промышленности в порядке возрастания рассматриваемых показателей.

Выделяем эффективные альтернативы 10 и 4, имеющие оптимальные значения показателей. Формируем доминируемые области. Первая и третья области включают варианты 1, 3 и 6 – 9, а вторая – варианты 3 и 8. Тогда в область допустимых значений ОДЗ₁ войдут отрасли 2 и 5 (табл. 7).

Альтернативы несравнимы. Тогда эффективное множество примет вид – $M_{эф} = \{2, 4, 5, 10\}$ (Радиоэлектроника, приборостроение, информатика и связь; Производство стройматериалов и добывающая промышленность; Химия, нефтехимия, производство медикаментов и стекла; Научное и

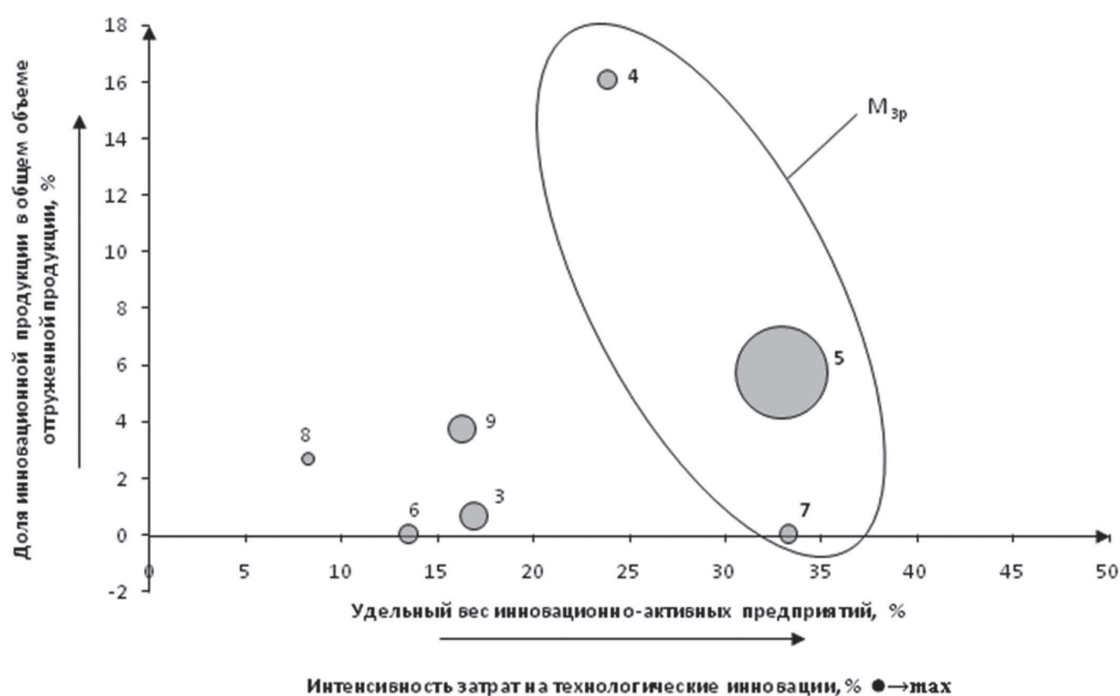


Рис. 2. Отрасли промышленности третьего ранга

		Таблица 3						
Инновационные показатели		Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей						
$K_{ИА}$		8	6	9	3	4	5	7
$K_{ИЗ}$		8	7	4	6	3	9	5
$K_{ИП}$		7	6	3	8	9	5	4

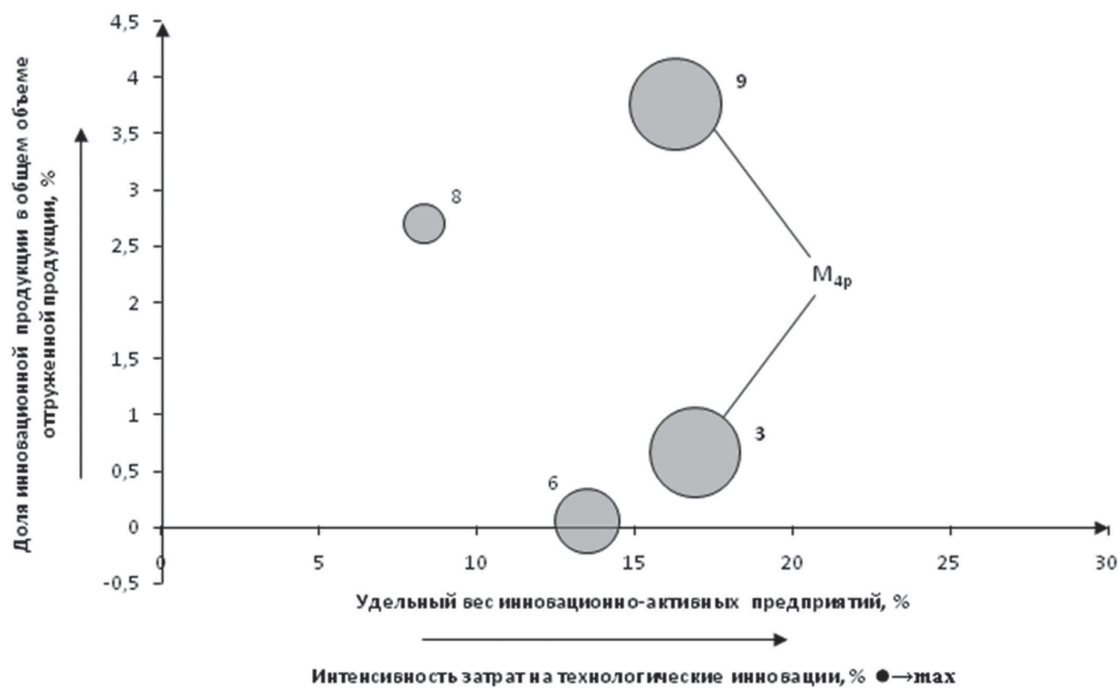


Рис. 3. Отрасли промышленности четвертого ранга

		Таблица 4			
Инновационные показатели		Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей			
$K_{ИА}$		8	6	9	3
$K_{ИЗ}$		8	6	3	9
$K_{ИП}$		6	3	8	9

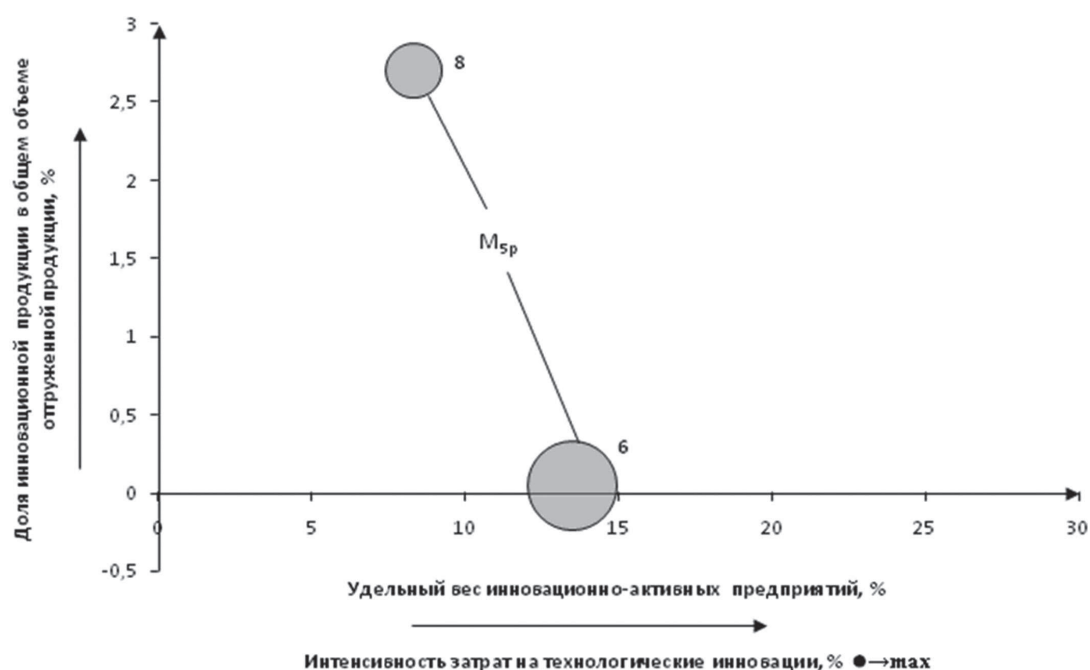


Рис. 4. Отрасли промышленности пятого ранга

Таблица 5		
Иновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей	
$K_{иА}$	8	6
$K_{иЗ}$	8	6
$K_{иП}$	6	8

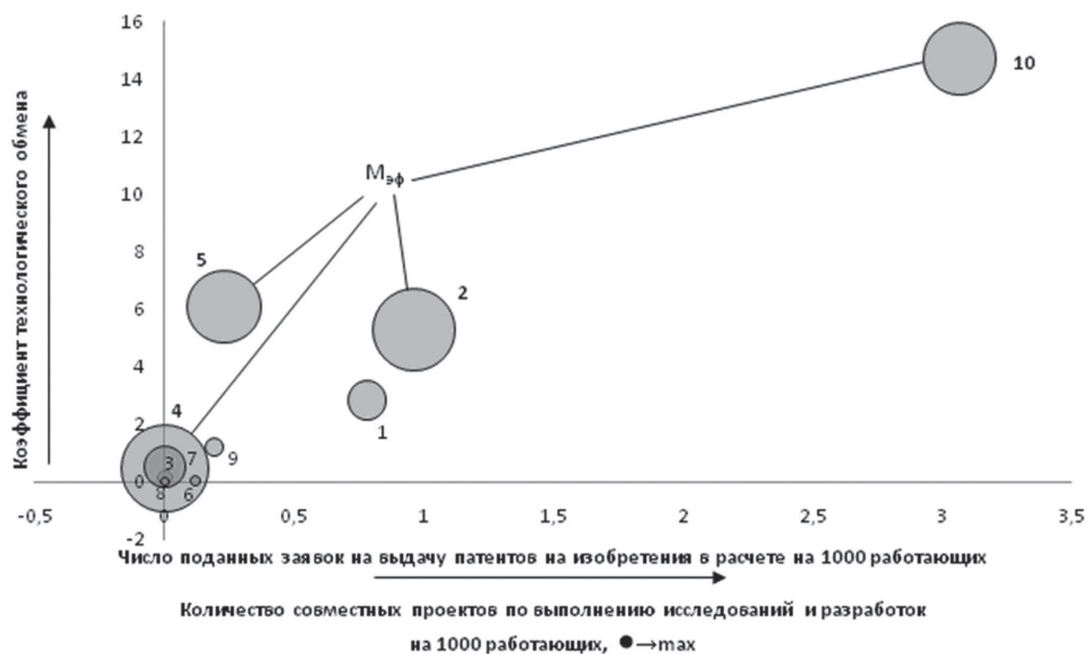


Рис. 5. Отрасли промышленности первого ранга

Таблица 6										
Иновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей									
$K_{ЭП}$	8	3	7	4	6	9	5	1	2	10
$K_{СП}$	8	6	3	9	1	7	10	5	2	4
$K_{ТО}$	8	6	3	4	7	9	1	2	5	10

Таблица 7		
Инновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей	
$K_{зп}$	5	2
$K_{сп}$	5	2
$K_{то}$	2	5

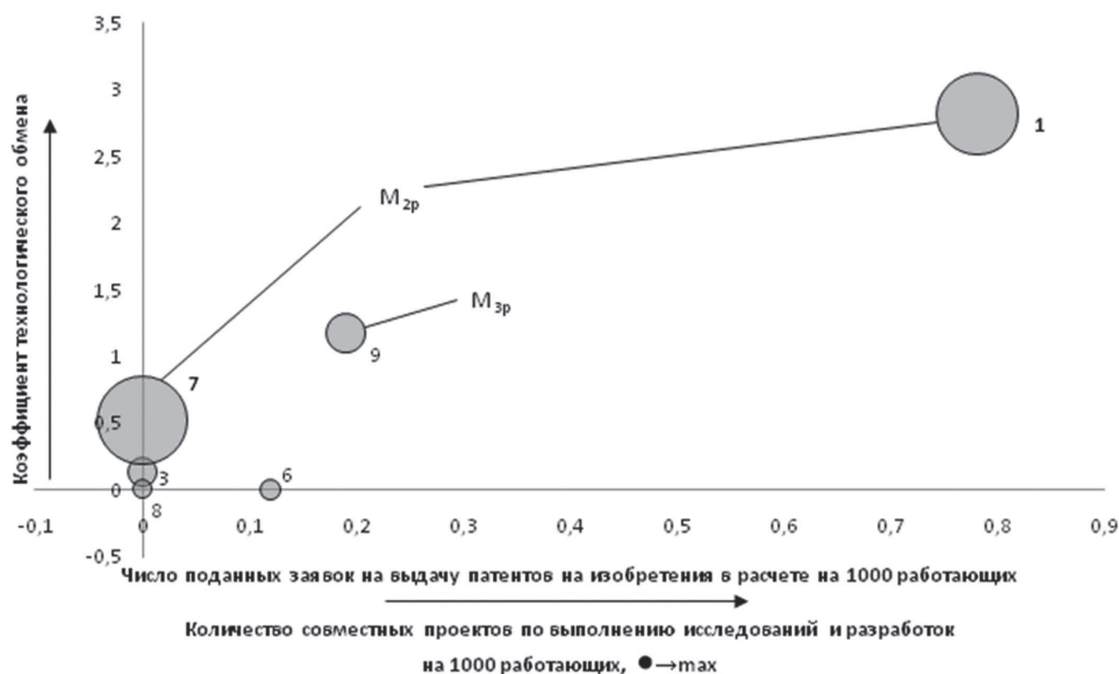


Рис. 6. Отрасли промышленности второго и третьего рангов

Таблица 8						
Инновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей					
$K_{зп}$	8	3	7	6	9	1
$K_{сп}$	8	6	3	9	1	7
$K_{то}$	8	6	3	7	9	1

Таблица 9				
Инновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей			
$K_{зп}$	8	3	6	9
$K_{сп}$	8	6	3	9
$K_{то}$	8	6	3	9

инфраструктурное обеспечение инноваций в промышленности).

Далее переходим ко второму рангу (рис. 6). Дальнейшему анализу подлежат отрасли 1, 3 и 6 (табл. 8).

Выделяем альтернативы второго ранга 1 и 7, характеризующиеся оптимальными величинами показателей. Формируем доминируемые области. Первая область включает прочие варианты.

При этом множество второго ранга имеет вид – $M_{2p} = \{1, 7\}$ (Машиностроение; Черная и цветная металлургия).

Далее переходим к третьему рангу. Необходимо рассмотреть отрасли 3, 6, 8 и 9 (табл. 9).

Здесь доминирует девятая альтернатива – $M_{3p} = \{9\}$ (Пищевая промышленность).

Переходим к четвертому рангу (рис. 7). Остается сравнить отрасли 3, 6 и 8 (табл. 10).

Выделяем альтернативы четвертого ранга 6 и 3, имеющие оптимальные значения показателей. Формируем доминируемые области. Первая область содержит альтернативу 8.

Множество четвертого ранга запишем в виде – $M_{4p} = \{3, 6\}$ (Энергетика, предприятия ЖКХ и коммунального сервиса; Целлюлозно-бумажная промышленность и деревообработка).

Оставшийся вариант 8 (Легкая промышленность) составит заключительный пятый ранг.

Таким образом, определено пять рангов решений. Первый ранг включает четыре отрасли, второй и четвертый ранги – по две, а прочие – по одной.

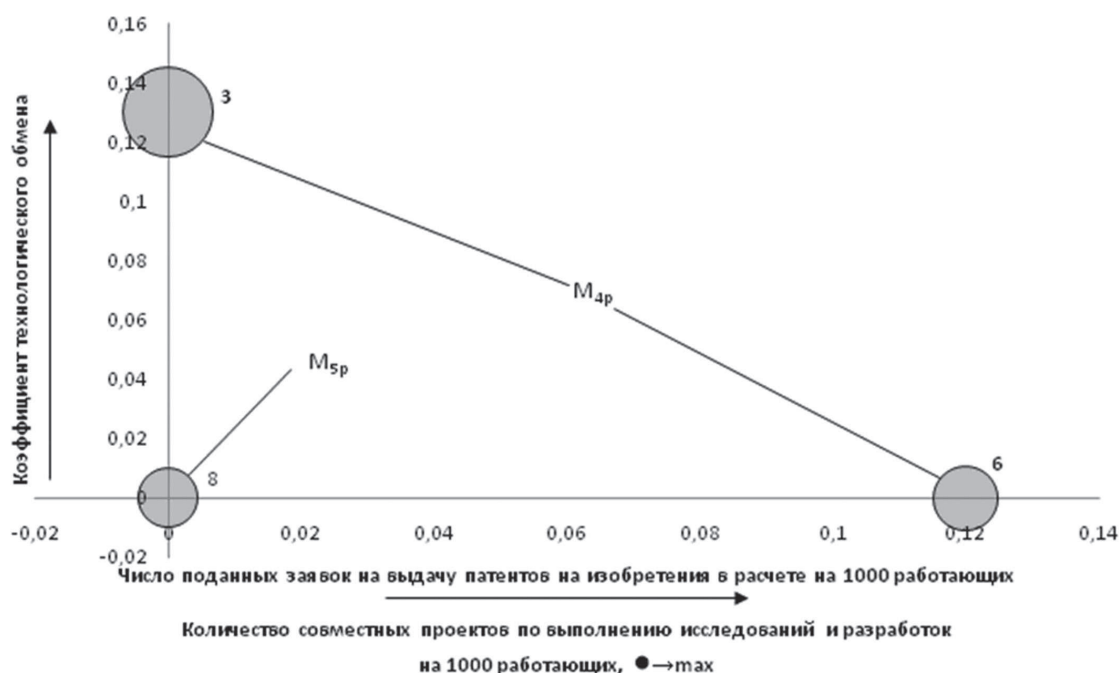


Рис. 7. Отрасли промышленности четвертого и пятого рангов

Таблица 10			
Иновационные показатели	Номера отраслей промышленности в порядке возрастания показателей		
$K_{зп}$	8	3	6
$K_{сп}$	8	6	3
$K_{то}$	8	6	3

В результате проведенного исследования проанализирована вся совокупность промышленных предприятий Нижегородской области. Выявлены наиболее инновационно-активные отрасли промышленности за 2010 г. Отрасль «Научное и инфраструктурное обеспечение инноваций в промышленности» опережает остальные отрасли промышленности по обеим системам показателей. Далее следуют отрасли «Радиоэлектроника, приборостроение, информатика и связь» и «Машиностроение». Самое низкое инновационное развитие в 2010 году продемонстрировали отрасли «Целлюлозно-бумажная промышленность и деревообработка» и «Легкая промышленность».

Библиографический список

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года. Утверждена Указом Президента РФ от 12 мая 2009 г. № 537 // URL: <http://www.scrf.gov.ru/news/436.html>
2. Петросян Л.А., Зенкевич Н.А., Семина Е.А. Теория игр: Учеб. пособие для ун-тов. – М.: Высш. шк., Книжный дом «Университет», 1998. – 304 с.
3. Лапаев Д.Н. Многокритериальная оценка экономического состояния хозяйствующих субъектов: монография. – Н.Новгород: ВГИПУ, 2008. – 314 с.
4. Максимов Ю.М., Митяков С.Н., Митякова О.И., Бондин Д.В. Исследование инновационной активности промышленных предприятий и организаций Нижегородской области // Экономика в промышленности. 2011. №3. С. 117– 125.