

*Харисова Р. Р.*, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и предпринимательства в строительстве, Казанский государственный архитектурно-строительный университет, г. Казань, rida@mail.ru

*Литвин И. Ю.*, канд. экон. наук, доцент кафедры менеджмента в сфере науки и технологий, Московский политехнический университет, г. Москва, irinal-mami@yandex.ru

*Акмалов Р. Р.*, магистр кафедры менеджмента в сфере науки и технологий, Московский политехнический университет, г. Москва, akmalov.ru@yandex.ru

## Оценка конкурентоспособности региональных инновационных продуктов на основе метода анализа иерархий

Эффективная деятельность предприятия во многом зависит от того, насколько она адаптирована к внешней среде и в какой мере готова к нововведениям. В настоящее время большинством производственных предприятий уже осознана необходимость преобразований и нововведений. Целью настоящей статьи является определение критериев и методологии сравнения гидроизоляционной продукции в Республике Татарстан. Выбран метод анализа иерархий. Полученные результаты могут служить в дальнейшем основой для принятия управленческих решений и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции предприятием.

**Ключевые слова:** метод анализа иерархий, инвестиционно-строительный проект, нововведение, трансформация, конкурентоспособность.

### Введение

В условиях трансформационной экономики идет постоянный селективный отбор инвестиционно-строительных проектов.

В числе методов, применение которых возможно в решении задачи оценки факторов, влияющих на выбор инновационного проекта, можно назвать метод регрессионного анализа, теорию нечетких множеств и метод анализа иерархий (МАИ).

Метод анализа иерархий (МАИ) предполагает попарное сравнение двух объектов по каждому показателю с использованием шкалы относительной важности МАИ. Объективность полученных результатов повышается за счет использования процедуры проверки, выявляющей несогласованные оценки.

### Модель создания динамической иерархии и основные факторы

Для получения объективного решения методом анализа иерархий принимается следующая последовательность:

1. На первом этапе выявляются самые существенные элементы проблемы.
2. На втором этапе предлагается наилучший способ проверки наблюдений, испытания и оценки элементов.
3. На третьем этапе обосновывается способ применения решения и оценка качества поставленной задачи.

В ходе исследования результаты, полученные на одном из этапов, могут быть применены в качестве входных параметров при рассмотрении следующего этапа. Метод анализа иерархий систематизирует процесс решения такой многоступенчатой задачи.

Основой для моделирования любого экономического процесса при помощи метода анализа иерархий являются принципы идентичности и декомпозиции, а также принципы дискриминации, сравнительного суждения и синтезирования.

Принцип идентичности и декомпозиции выстраивает расположение проблемы в виде иерархии, что представляет первый этап применения МАИ к решению поставленной задачи — оценки факторов, влияющих на выбор инновационного продукта.

В разрабатываемой методике авторы определили три основных фактора выбора инновационного продукта.

Также отметим, что предложенная в исследовании система факторов, влияющих на выбор подходящего гидроизоляционного проникающего материала, может быть гибко расширена в зависимости от конкретных задач, стоящих перед инновациями. Это может быть осуществлено как по горизонтали (путем увеличения количества факторов), так и по вертикали (за счет добавления разнообразных технико-экономических и финансовых показателей к базовым факторам).

На первом этапе расчета представлена декомпозиция (расчленение) и обоснование поставленной задачи в иерархической форме.

На первом уровне находится общая цель — выбор более подходящего вида проникающего гидроизоляционного состава; на втором уровне — три фактора, уточняющие цель (расход проникающего состава, цена состава, срок хранения); на третьем уровне — три конкурента (продажа проникающего состава), которые оцениваются по отношению к критериям второго уровня.

Таким образом, в модели создана полная динамическая иерархия, основанная на функционировании отдельного элемента определенного уровня, который является критерием для остальных элементов нижестоящего уровня. После иерархического воспроизведения проблемы в разработан-

ной методике на втором этапе устанавливаются приоритеты критериев и оценивается каждая из альтернатив (то есть предприятий) по данным критериям с целью выявления самой важной из них.

### **Реализации принципов дискриминации и сравнительных суждений при помощи МАИ**

Для реализации принципов дискриминации и сравнительных суждений при помощи МАИ элементы сравниваются попарно по отношению к их воздействию на общую для них характеристику.

Пусть  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  — множество из  $n$ -элементов (представляющих собой либо критерии оценки потенциала, либо оцениваемые предприятия) и  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$  — соответственно их веса, или интенсивности.

Сравнивая набор качественных составляющих факторов, влияющих на конкурентоспособность гидроизоляционных составов друг с другом, получаем числовую квадратную матрицу бинарных отношений значимости (табл. 1).

В данной таблице  $i$ -я строка определяет отношение значимости  $i$ -го критерия к значимости других критериев, что представляет собой бинарное отношение.

Данная матрица имеет свойства обратной симметричности, т. е.  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ .

Возможно применение субъективных суждений аналитика, количественно выбранных по заданной шкале, для оценки бинарных сравнений элементов при заранее неизвестных значениях  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ . Таким образом, в исследовании обнаружен способ количественного определения сравнительной важности качественных факторов выбора гидроизоляционного состава, что является весьма важным, так как некоторые из критериев практически не подвергаются количественной оценке, что и явилось основой применения именно МАИ к обоснованию методики оценки факторов, влияющих на выбор гидроизоляционного состава.

**Таблица 1.** Методика расчета матрицы бинарных сравнений

Table 1. The method of calculation of the matrix of binary comparisons

	$A_1$	$A_2$	.....	$A_n$
$A_1$	$\frac{w_1}{w_1}$	$\frac{w_1}{w_2}$	.....	$\frac{w_1}{w_n}$
$A_2$	$\frac{w_2}{w_1}$	$\frac{w_2}{w_2}$	.....	$\frac{w_2}{w_n}$
$A_3$	$\frac{w_3}{w_1}$	$\frac{w_3}{w_2}$	.....	$\frac{w_3}{w_n}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$A_n$	$\frac{w_n}{w_1}$	$\frac{w_n}{w_2}$	.....	$\frac{w_n}{w_n}$

Используя вышеизложенные принципы, составим матрицу для сравнения относительной важности критериев на втором уровне по отношению к общей цели на первом уровне.

Матрица составляется, если записать сравниваемую цель (или критерий) вверху и перечислить сравниваемые элементы слева и сверху. Отметим, что такой способ заполнения матриц возможен в том случае, когда существует шкала сравнений, т. е. имеется способ измерения критериев.

Поэтому для проведения субъективных парных сравнений авторами применена классическая шкала сравнительной важности (табл. 2).

Таким образом, после декомпозиции проблемы согласования и выражения ее в виде иерархии определяются приоритеты в критериях на основе попарного сравнения с использованием шкалы отношений (важности) и с построением обратно симметричной матрицы.

В основе шкалы отношений (важности) лежит способность аналитика производить количественные разделения между пятью определениями: 1) равный; 2) слабый; 3) сильный; 4) очень сильный; 5) абсолютный.

Авторами проведен сбор информации о возможных конкурентах, производящих подобную по составу и ценовым характери-

стикам гидроизоляционную продукцию в Республике Татарстан:

1. ООО «Гидроинтех» является единственным производителем проникающего материала под названием «Гидропаколь-Проникающий» в Республике Татарстан. Ставя перед собой долговременные задачи, ООО «Гидроинтех» будет стремиться к лидерству по доле рынка, который оно охватывает своим товаром, так как выпускаемая продукция пользуется спросом у юридических и физических лиц.

Проникающая гидроизоляция бетонных полов (в том числе гидроизоляция пола в ванной), гидроизоляция фундамента, гидроизоляция подвала изнутри позволяет заполнить все микротрещины и поры строительного материала, образуя с ним однородную структуру, делая его стойким к воздействию влаги, а также агрессивных сред.

Проникающая гидроизоляция здания в значительной мере повышает его защитные свойства, позволяя увеличить срок его эксплуатации. Себестоимость 1 кг проникающего состава составляет 88,1 руб.

2. Группа компаний «Пенетрон-Россия» создана в 1991 г. Пенетрон применяется в 92 странах мира; более 10 000 квалифицированных специалистов, более 280 дилеров Группы компаний «Пенетрон-Россия» работает на евразийском континенте. За послед-

**Таблица 2.** Шкала относительной важности для оценки элементов иерархии факторов выбора проникающего гидроизоляционного состава

Table 2. The scale of relative importance for the evaluation elements of the hierarchy of factors of a choice of penetrating waterproofing composition

Интенсивность относительной важности	Определение	Объяснения
1	2	3
1	Важности равны	Равный вклад двух видов деятельности в цель
3	Умеренное превосходство одного над другим	Опыт и суждения дают легкое превосходство одного вида деятельности над другим
5	Существенное или сильное превосходство	Опыт и суждения дают сильное превосходство одного вида деятельности над другим
7	Значительное превосходство	Одному виду деятельности дается настолько сильное превосходство, что оно становится значительным
9	Очень сильное превосходство	Очевидность превосходства одного вида деятельности над другим подтверждается наиболее сильно
2, 4, 6, 8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями	Применяются в компромиссном случае
Обратные величины приведенных выше чисел	Если при сравнении одного вида деятельности с другим получено одно из вышеуказанных чисел, то при сравнении второго вида деятельности с первым получим обратную величину	—

ние 10 лет материалами системы Пенетрон обработано более 50 000 000 м<sup>2</sup>.

С 2002 года ООО «Пенетрон-Казань» — эксклюзивный представитель транснациональной корпорации *ICS Penetron Int* на территории Республики Татарстан, Чувашии, Марий-Эл, а также Ульяновской области. Группа компаний «Пенетрон-Россия» сертифицирована по системе менеджмента качества ISO 9001:2008 и ГОСТ Р ИСО 9001–2008. Продукция, выпускаемая ГК «Пенетрон-Россия», сертифицирована по европейской системе CE и соответствует самым высоким стандартам экологичности с маркой *Green*.

Ежегодные Международные специализированные выставки, проводимые среди предприятий стройиндустрии и промышлен-

ности, строительных материалов подтверждают надежность, качество и эффективность продукции ООО «Пенетрон-Казань».

Цена на проникающий состав у компании ООО «Пенетрон-Россия» составляет 300 руб./кг.

3. Предприятие ООО «Авитрейд» рекомендовало себя как надежного поставщика строительных материалов, потому что предельно ответственно относилось к срокам поставок и работало с производителями, качество продукции которых признано во всем мире.

В 2009 году «Авитрейд» стали официальными дилерами *Basf — The Chemical Company* — лидера мировой химической отрасли. Именно в *Basf* в 1950 г. был изобретен пенопласт. Заставшие эпоху магнитных

носителей наверняка вспомнят аудиокассеты *Basf*. Также *Basf* является совладельцем завода «Эластокам», г. Нижнекамск Республики Татарстан.

Многолетний опыт, огромная научная база, налаженная обратная связь с клиентами позволяет сохранять этот статус многие годы.

Основные направления выпускаемой компанией продукции — гидроизоляционные материалы, материалы для ремонта защиты бетона, материалы для укладки керамической плитки, натурального камня и сопутствующие им материалы, промышленные полы (полимерные полы и напольные упрочняющие смеси).

Цена на проникающий состав 220 руб./кг.

Используя шкалу, приведенную в табл. 1, выберем одного поставщика из четырех на основе следующих факторов:

- расход материала (кг/м<sup>2</sup>);
- цена товара (руб.);
- срок хранения (мес.).

Исходные данные представлены в табл. 3.

Оценка поставщика определяется следующим образом:

1. Рассчитывается показатель согласованности (ПС) — это сумма произведений суммы значений оценки фактора в строке и в столбце по каждому фактору.

2. Рассчитывается индекс согласованности (ИС) — это отношение величин: в числителе определяется разность ПС и количества факторов, а в знаменателе — разность количества факторов и единицы.

3. Рассчитывается отношение согласованности (ОС) — это частное от деления ИС на случайный индекс (СИ) (при этом ОС должно быть меньше 0,1 или в противном случае необходимо проверить правильность оценки факторов). Случайный индекс зависит от количества выбранных поставщиков, и его значения представлены в табл. 4.

Рассчитаем оценку поставщика по каждому фактору, используя данные табл. 2. В основу расчета положено определение произведения значений оценки поставщиков по строкам, а затем из этого числа извлекается корень той степени, какое количество факторов принято для сравнения материалов.

При проведении оценок необходимо учесть, что по факторам:

- 1) «расход материала» лучшим поставщиком будет считаться тот, у которого наименьший расход материала;
- 2) «цена материала» — лучшим будет поставщик, предлагающий минимальную цену;

**Таблица 3.** Данные основных факторов

Table 3. These major factors

Наименование	Расход материала, кг/м <sup>2</sup>	Цена, руб.	Срок хранения, мес.
Гидропаколь-Проникающий	0,8	214	12
Пенетрон	1	300	18
<i>Basf (Master seal 501)</i>	2	220	6

**Таблица 4.** Значения случайного индекса

Table 4. The values of random index

Количество факторов	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Случайный индекс	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

3) «срок хранения материала» — поставщик, у которого наибольший срок годности продукции.

Оценка поставщика по выбранным факторам выявляется расчетным путем и определяется делением значения, полученного извлечением корня, на сумму этих значений по всем поставщикам. Суммирование оценок выбранных поставщиков, представленных в последнем столбце каждой таблицы сравнения анализируемых факторов, должно быть равно единице.

Проведем сравнение поставщиков по фактору «расход материала» (табл. 5).

Проведем проверку правильности расчетов:

$$PC = 1,47 \cdot 0,65 + 4,2 \cdot 0,28 + 13 \cdot 0,06 = 0,96 + 1,17 + 0,83 = 2,9;$$

$$IC = (2,9 - 3) / (3 - 1) = -0,05;$$

$$OC = -0,05 / 0,58 = -0,08.$$

Вывод: так как  $OC = -0,08$  и  $OC < 0,1$ , то оценки не имеют значительных противоречий

и могут быть приняты для дальнейших расчетов. Сравнение поставщиков по фактору «цена материала» представлено в табл. 6.

Проведем проверку правильности расчетов:

$$PC = 1,47 \cdot 0,65 + 12 \cdot 0,06 + 4,2 \cdot 0,28 = 0,95 + 0,72 + 1,17 = 2,84;$$

$$IC = (2,84 - 3) / (3 - 1) = -0,08;$$

$$OC = -0,08 / 0,58 = -0,13.$$

Вывод: так как  $OC = -0,13$  и  $OC < 0,1$ , то оценки не имеют значительных противоречий и могут быть приняты для дальнейших расчетов. Сравнение поставщиков по фактору «срок хранения» представлено в табл. 7.

Проведем проверку правильности расчетов:

$$PC = 4,33 \cdot 0,25 + 1,53 \cdot 0,64 + 9 \cdot 0,1 = 1,08 + 0,97 + 0,54 = 2,59;$$

$$IC = (2,59 - 3) / (3 - 1) = -0,2;$$

$$OC = -0,2 / 0,58 = -0,34.$$

**Таблица 5.** Сравнение поставщиков по фактору «расход материала»

Table 5. Compare vendors for the factor «material consumption»

Поставщики	Гидропаколь-Проникающий	Пенетрон	Basf (Master seal 501)	Производство критериев сопоставимости	Степень 1/3	Оценка
Гидропаколь-Проникающий	1	3	7	21	2,75	0,65
Пенетрон	1/3	1	5	1,65	1,18	0,28
Basf (Master seal 501)	1/7	1/5	1	0,02	0,27	0,06
Сумма	1,47	4,2	13	80,262	4,2	1

**Таблица 6.** Сравнение поставщиков по фактору «цена материала»

Table 6. Compare vendors for the factor «material price»

Поставщики	Гидропаколь-Проникающий	Пенетрон	Basf (Master seal 501)	Производство критериев сопоставимости	Степень 1/3	Оценка
Гидропаколь-Проникающий	1	7	3	21	2,75	0,65
Пенетрон	1/7	1	1/5	0,02	0,27	0,06
Basf (Master seal 501)	1/3	5	1	1,65	1,18	0,28
Сумма	1,47	12	4,2	74,088	4,2	1

**Таблица 7.** Сравнение поставщиков по фактору «срок хранения»

Table 7. Compare vendors for the factor «storage life»

Поставщики	Гидропаколь-Проникающий	Пенетрон	Basf (Master seal 501)	Произведение критериев сопоставимости	Степень 1/3	Оценка
1	2	3	4	5	6	7
Гидропаколь-Проникающий	1	1/3	3	0,99	0,99	0,25
Пенетрон	3	1	5	15	2,46	0,64
Basf (Master seal 501)	1/3	1/5	1	0,06	0,39	0,1
Сумма	4,33	1,53	9	59,624	3,84	1

**Таблица 8.** Сумма оценок поставщиков

Table 8. The sum of the scores of suppliers

Факторы	Оценка поставщика		
	Гидропаколь — Проникающий	Пенетрон	Basf (Master seal 501)
Расход материала	0,65	0,28	0,06
Цена материала	0,65	0,06	0,28
Срок хранения	0,25	0,64	0,1
Рейтинг поставщика	1,55	0,98	0,44

Вывод: так как  $OC = -0,34$  и  $OC < 0,1$ , то оценки не имеют значительных противоречий и могут быть приняты для дальнейших расчетов.

Сопоставительная таблица 8 представляет оценки поставщиков по анализируемым факторам.

В ходе анализа конкурентоспособности проникающего состава, выпускаемого рассматриваемым предприятием и его конкурентами, определено, что материал «Гидропаколь — Проникающий» достаточно конкурентоспособен по сравнению с продукцией основных конкурентов. Как следует из итоговой таблицы, строительный инновационный материал «Гидропаколь — Проникающий» набрал наибольшее количество баллов преимущественно из-за низкой цены товара и наименьшего расхода материала. Конкуренты имеют отлаженную технологию, основные фонды, занимают значимую долю рынка, поэтому существует необходимость развития конкурентных преимуществ далее.

ООО «Гидроинтех» будет стремиться стать одним из перспективных предприятий строительной отрасли, так как его объемы производства планируется ежегодно увеличивать.

## Заключение

Приведенный в статье метод анализа иерархий (МАИ) позволяет использовать матричную структуру взаимосвязи между анализируемыми предприятиями по двум и более ценообразующим факторам, дает возможность глубокой оценки, проверки правильности расчетов для принятия управленческих решений и повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции предприятием.

## Список литературы

1. Ключин В. В. Управление инвестиционным потенциалом предприятий стройиндустрии: дис. канд. экон. наук. Волгоград, 2004. — 178 с.

2. Литвин И. Ю. Перспективы региональной инвестиционной политики // Сб. науч. трудов, ч. 3: мировая экономика и международный бизнес. М.: МИЭП, 2008. — 0,3 п. л.
  3. Литвин И. Ю. Формирование инновационной идеи и начало развития инновационных проектов. Актуальные проблемы экономики, управления и права. Межвузовская научно-практическая конференция. НОУ ВПО ИНЭП. 26 ноября, 2014. — 0,8 п. л.
  4. Харисова Г. М. Развитие инновационной инфраструктуры Республики Татарстан // Известия КГАСУ, декабрь, 2010. — 0,5 п. л.
  5. Харисова Г. М., Бахарева О. В., Матвеева Е. С., Шакирова А. Ш. Управленческие инновации в инвестиционной политике региона: некоммерческие организации и жилищные стандарты. Казань: Республиканский центр молодежных, инновационных и профилактических программ, 2009. — 6,9 п. л.
  6. Url: [www.gidropakol.ru](http://www.gidropakol.ru) — официальный сайт Гидропаколь.
  7. Url: [www.penetron.ru](http://www.penetron.ru) — официальный сайт Пенетрон-Россия, материалы для гидроизоляции.
  8. Url: [www.gidroizolyacia.ru](http://www.gidroizolyacia.ru) — сайт по описанию гидроизоляции и ее видов.
- References**
1. Kharisova G. M., Bahareva O. V., Matveeva E. S., Shakirov A. Sh. *Upravlencheskie innovacii v investicionnoj politike regiona: nekommercheskie organizacii i zhilishhnye stan-*
  2. *darty* [Innovation Management in the investment policy of region: non-profit organizations and housing standards]. Kazan Republican center for youth, innovative and preventive programs, 2009. 6,9 p. l.
  3. Klyushin V. V. *Upravlenie investicionnym potencialom predpriyatij strojindustrii. Dis. kand. jekon. nauk* [Management of investment potential of enterprises of the construction industry. Dis. cand. ekon. sciences]. Volgograd, 2004. 178 p.
  4. Litvin I. Yu. *Formirovanie innovacionnoj idei i nachalo razvitiya innovacionnyh projektov. Aktual'nye problemy jekonomiki, upravljenija i prava.* [Formation of innovative ideas and initiation of development of innovative projects. Actual problems of Economics, management and law]. *Mezhvuzovskaja nauchno-prakticheskaja konferencija.* [Interuniversity scientific-practical conference]. NOU VPO INAP, 26 November, 2014. 0,8 p. l.
  5. Litvin I. Y. *Perspektivy regional'noj investicionnoj politiki* [The Prospects of a regional investment policy]. *Sb. nauch. trudov, ch. 3: mirovaja jekonomika i mezhdunarodnyj biznes.* [Collection of scientific works, part 3: the global economy and international business]. Moscow, ed. MIEP, 2008. 0,3 p. l.
  6. Available at: [www.gidropakol.ru](http://www.gidropakol.ru).
  7. Available at: [www.penetron.ru](http://www.penetron.ru).
  8. Available at: [www.gidroizolyacia.ru](http://www.gidroizolyacia.ru).

R. Kharisova, Kazan state architecture and construction University, Kazan, Russia, [rida@mail.ru](mailto:rida@mail.ru)

I. Litvin, Department «Management in the sphere of science and technologies», Moscow technical University, Moscow, Russia, [irinal-mami@yandex.ru](mailto:irinal-mami@yandex.ru)

R. Akmalov, Department «Management in the sphere of science and technologies», Moscow technical University, Moscow, Russia, [akmalov.ru@yandex.ru](mailto:akmalov.ru@yandex.ru)

## Evaluation of Regional Competitiveness of Innovative Products Based on the Method of Analysis of Hierarchies

Efficient operation of the enterprise largely depends on how it is adapted to the external environment and to what extent it is capable of innovation. Currently, most manufacturing companies have already realized the need for change and innovation. The purpose of this article is to define criteria and methodology for comparison of waterproofing products in the Republic of Tatarstan. As the method proposes the use of the analytic hierarchy process. The results obtained can serve later as a basis for making management decisions and increase competitiveness of products of the enterprise.

**Keywords:** analytic hierarchy process, investment-construction project, innovation, transformation, competitiveness.

### About authors:

R. Kharisova, candidate of economic Sciences, associate Professor of Economics and entrepreneurship in construction

I. Litvin, candidate of economic Sciences, associate Professor

R. Akmalov, master

### For citation:

Kharisova R., Litvin I., Akmalov R. Evaluation of Regional Competitiveness of Innovative Products Based on the Method of Analysis of Hierarchies. *Journal of Modern Competition*, 2017, vol. 11, no. 3 (63), pp. 17–24 (in Russian, abstr. in English).