

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ В РОССИЙСКИХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

© Г. Иом Дин

Приводится обзор практики применения метода анализа иерархий в российских и зарубежных исследованиях современных социально-экономических процессов. В обзор включены также работы ученых из Республики Башкортостан. Распределение работ по годам, областям науки позволяет выявить основные направления применения метода для решения задач управления и оценки социально-экономических проектов.

Ключевые слова: метод анализа иерархий, многокритериальность, согласованность, управление, оценка проектов.

Метод анализа иерархий. Метод анализа иерархий (МАИ), предложенный более 40 лет назад Т. Саати [1], успешно применяется в различных областях для принятия решения с учетом множества факторов, требующих многокритериального анализа. Название метода связано с оценкой важности и ранжированием критериев с помощью иерархической модели, описывающей несколько уровней целей и критериев сложной прикладной задачи. На верхнем уровне иерархии находится выбор наилучшего решения, например, наилучшего инвестиционного проекта, варианта землепользования, вида транспорта, структуры компании и т.д. На втором уровне могут находиться виды критериев для выбора этого наилучшего решения, например, для выбора наилучшего инвестиционного проекта это могут быть финансовые, социальные, экологические критерии и др. На следующем уровне каждый из видов критериев может быть представлен как набор показателей – критериев этого данного уровня. Например, вид критериев «финансовые» может быть представлен как совокупность показателей прибыли, срока окупаемости и т.д. Формирование такой структуры требует хорошего понимания технического, экономического, социального аспектов и взаимодействия факторов, влияющих на выбор лучших из допустимых решений. МАИ позволяет придавать раз-

ную степень важности критериям, выбранным для каждого уровня иерархии рассматриваемой задачи. Степени важности используются для усреднения этих критериев и составления из них единого «взвешенного» критерия для каждого уровня. Это, в свою очередь, позволяет ранжировать альтернативные решения в соответствии с целью поставленной задачи.

Широкое распространение МАИ объясняется прежде всего простотой опроса экспертов, которым предлагаются возможные парные сравнения между выбранными критериями. Например, сравнивая критерии А и Б, эксперт может выбрать между ответами «А намного менее важен, чем Б», «менее важен», «одинаково важен», «более важен» или «намного более важен». Каждому варианту ответа присваивается его численное значение по одной из принятых в МАИ шкал. Например, ответу «намного менее важен» может соответствовать значение 1, ответу «менее важен» – значение 3, ..., ответу «намного более важен» – значение 9. Обозначая степень важности критерия i по отношению к критерию j как a_{ij} , и полагая, что для каждого критерия i его сравнение с самим собой выражается как $a_{ii} = 1$, а сравнение критерия j с критерием i выражается как $a_{ji} = 1/a_{ij}$, ответы каждого эксперта на некотором уровне, который описывается, например, тремя критериями, запи-

сываются в виде положительной обратнo-симметричной матрицы Saaty [2] (рис. 1).

$$\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 \end{bmatrix}$$

Рис. 1. Пример матрицы парных сравнений для случая трех сравниваемых критериев

Метод может быть применен к количественным критериям («стоимость проекта», «снижение объема импорта того или иного продукта»), качественным («передача ноу-хау в рамках сравниваемых проектов», «репутация поставщика») и их сочетанию Wedley [3].

Другой причиной популярности МАИ является его проверенная результативность в поддержке выбора решений в прикладных задачах. Применение методов экспериментальной экономики и повторные опросы группы респондентов показали, что ознакомление с результатами МАИ позволяет экспертам улучшать свои решения, пересмотрев ранжирование критериев и не отвергая полностью первоначальные «интуитивные» решения. В частности, высока надежность МАИ в выборе наилучшего и наихудшего решений Ishizaka and Labib [4]. Проверка МАИ на разнообразных прикладных задачах также подтверждает его практическую ценность и возможность сочетания с другими подходами к решению многокритериальных задач. Например, оценка поставщиков для крупных фирм Bruno et al. [5], оптимальный состав культур при оценке эффективности поддержки сельского хозяйства региона Yom Din [6]. Во многих публикациях показана теоретическая корректность МАИ Harker and Vargas [7].

Важным достоинством МАИ является возможность проверки ответов каждого из экспертов на согласованность. Например, если эксперт при рассмотрении критериев А, Б, В отвечает, что критерий А важнее, чем Б, Б важнее, чем В, а В важнее, чем А, т.е. ответы считаются несогласованными. Эксперты, дающие несогласованные ответы, могут быть удалены из рассмотрения. Проверка на согла-

сованность является необходимой частью алгоритмов и компьютерных программ, используемых для применения МАИ.

Простота, универсальность (по отношению к критериям оценки решений) и результативность МАИ определяют широкий круг областей его применения. Важным преимуществом МАИ в приложениях является возможность совместного использования количественных и качественных критериев в иерархической модели.

Применение МАИ в зарубежных исследованиях. Один из первых обзоров практики применения МАИ был опубликован в 1986 г. исследователем из США Zahedy [8]. Автор привел перечень 26 областей применения МАИ, важнейшими из которых, по числу проанализированных статей, являются (реальная) экономика и планирование, затем энергия с точки зрения стратегии развития и распределение ресурсов, далее разрешение конфликтов, здравоохранение, производственные ресурсы. Автор отметил те черты, которые объединяют применения МАИ в разных областях: а) принадлежность подхода к области принятия решений; б) почти все альтернативы решений относятся к оценке инвестиционных проектов, новых технологий и производств; к отбору наилучшей из рассматриваемых альтернатив; к прогнозу относительно рассматриваемых альтернатив решений. Рассмотренные им примеры включали как количественные, так и качественные критерии решений.

В работе Sipahi and Timor [9] рассматриваются 232 статьи авторов из 41 страны о применении МАИ, опубликованные в зарубежной научной литературе в 2005–2009 гг. В 61% этих статей применение МАИ рассматривается в сочетании с альтернативными методами оценки и выбора, такими как метод статистической симуляции, целевого программирования, метод Делфи (обработки экспертных оценок), использования нечетких оценок и другие. Применение МАИ в области промышленности составило 33%, окружающей среды и сельского хозяйства – 11%, общих проблем принятия решений – 8%, затем идут

области энергии и транспорта (каждая по 6%), строительства – 5%, здравоохранения – 4%, и другие – 27%. Авторы отмечают интенсивный рост исследований с применением МАИ в исследуемый период и объясняют это убедительностью преимуществ метода для решения прикладных задач.

В обзоре Vaidya and Kumar [10] рассматриваются 150 примеров применения МАИ, из которых 27 проанализированы подробно. Авторы рассматривают 3 группы применений МАИ: посвященные общим научным проблемам; исследующие конкретные прикладные задачи; использующие МАИ совместно с другими методами обработки данных и принятия решений. Среди общих научных проблем авторы выделяют следующие: выбор наилучших решений, оценка (проектов, технологий), анализ затрат и эффективности (cost-benefit analysis), оптимальное размещение ресурсов, планирование развития производства и регионов, ранжирование (критериев, показателей), и общие проблемы принятия решений. В качестве примера приводим перечень семи прикладных областей, в которых ищутся наилучшие решения в рассмотренных авторами исследованиях. Это выбор в социальной сфере и в области образования, выбор людей (руководителей), области производства, политики, конструирования, промышленности. Авторы отмечают, что большинство рассмотренных ими применений МАИ относятся одновременно к двум областям – например, к конструированию и выбору в области производства или выбору людей и выбору в социальной сфере и т.д. Особенно полезным оказалось применение МАИ в области конструирования и выбора в социальной сфере. Так же, как и авторы в [9], авторы данного обзора приходят к выводу, что МАИ часто используется в сочетании с другими методами – нечеткие (fuzzy) множества и оценки, линейное программирование, искусственные нейронные сети и др. Вместе с тем продолжается широкое применение МАИ как отдельно стоящего метода. Все это, заключают авторы, свидетельствует о гибкости методологии, заложенной в МАИ.

В одном из последних обзоров Velasquez and Hester [11] МАИ сравнивается с 10 другими методами многокритериального принятия решений. Авторы отмечают многочисленность применения МАИ в таких областях, как эффективность производства в компаниях, управление ресурсами, корпоративная политика и стратегия, государственное управление, политическая стратегия, планирование. Основными преимуществами МАИ авторы считают простоту использования благодаря попарным сравнениям критериев с последующим их ранжированием и, если надо, взвешиванием; возможность моделирования сложных проблем благодаря многоуровневой иерархической структуре метода; возможность работы с относительно небольшими массивами данных по сравнению с другими методами многокритериального принятия решений. Среди недостатков МАИ авторы отмечают возможную несогласованность ответов некоторых из экспертов, возникающую из природы парных сравнений. По этой же причине невозможно определить преимущества и недостатки отдельных критериев, поскольку мы обладаем информацией только по их попарному сравнению; невозможно добавлять критерии в ходе обработки данных, уже полученных от экспертов. Среди разнообразных успешных применений МАИ, проанализированных авторами, отметим следующие: 1) взвешивание критериев устойчивого развития морских акваферм (Гавайи) и на этой основе ранжирование ферм, приведшее к результатам, аналогичным полученным ранее без применения МАИ; 2) анализ деятельности телекоммуникационной компании (Бразилия) на основе индикаторов, ранжированных с помощью МАИ; 3) анализ городского водоснабжения (Нигерия); 4) оценка немонетарных критериев риска на железнодорожной сети в Польше и странах Балтии.

Мы также проанализировали последние зарубежные применения МАИ в 2011–2015 гг. в актуальной для России области инвестиционных сельскохозяйственных проектов. Отметим наблюдающиеся в этой области принципиальные различия в экономических и соци-

альных критериях у заинтересованных лиц – инвесторов, кредитных банков, руководителей регионов, и их различные оценки рисков проектов Yom Din [12]. Это создает объективные предпосылки и объясняет популярность применения методов многокритериального принятия решений, и в частности МАИ, для оценки и выбора наилучших проектов.

В статье van der Merwe et al. [13] из Южно-Африканской Республики сравниваются 12 сельскохозяйственных отраслей. Авторы провели 21 зональный семинар для фермеров и аграрных специалистов, на которых участники с помощью отраслевых бизнес-планов определяли сравнительную важность тринадцати выбранных критериев. Наиболее важными оказались критерии создания рабочих мест; создания дохода; экономической, социальной, экологической устойчивости; способности адаптации к изменяющимся экономическим условиям; использования местных ресурсов. После многокритериальной оценки бизнес-планов по нескольким сценариям, отличающимся способами сравнения критериев, авторы выявили наиболее предпочтительные для исследованной провинции страны отрасли – мясное скотоводство, овощи, производство козьего мяса.

Проекты «энергия из отходов» сельскохозяйственного производства в последнее время привлекают все больше внимания по двум причинам: а) с распространением интегрированных агро-промышленных комплексов полная переработка отходов производства (навоз, подстилка, отходы убойного цеха) стала обязательным условием при оценке проектов; б) во многих странах получение энергии из отходов субсидируется – например, эффективность «зеленого» повышенного тарифа на электроэнергию, производимую из отходов, проанализирована в статье Yom Din and Cohen [14]. Успешность многокритериального принятия решений по этим проектам обусловлена сочетанием финансовых и экологических факторов, а также политическими интересами – поддержкой фермеров через субсидирование дорогих пока технологий получения «зеленой» энергии. В статье

Brudermann et al. [15] анализируются перспективы заводов по производству энергии из биогаза, получаемого при переработке сельскохозяйственных отходов, в Австрии. Авторы сочетают МАИ и метод SWOT (*Strength/* сильные стороны – *Weaknesses/* слабые стороны – *Opportunities/* возможности – *Threats/* угрозы). Для каждой из категорий SWOT были выделены по 4 главных фактора, ранжированных с помощью МАИ. Для категории *Strength* наиболее важным оказался фактор «дополнительный источник дохода», для *Weaknesses* – «слабые финансовые показатели», для *Opportunities* – «использование биогаза для различных целей», для *Threats* – «зависимость субсидий от политических обстоятельств». В статье показано, что в Австрии финансовые факторы намного важнее, чем технологические, при оценке перспектив этих заводов.

Проблема оценки земельных участков исследуется в статье Lepikhina and Sannikova [16] на примере свободного участка в центре г. Янаула (Башкирия). На верхнем уровне иерархической модели авторы рассматривают критерии «преимущество расположения» (история использования участка и его доступность), «потенциал» (площадь, форма участка), «рыночный спрос» (развитость рынка, развитие инфраструктуры), и «технологическая пригодность» (ограничения по строительству). На нижнем уровне модели оцениваются различные индикаторы, описывающие эти факторы. Авторы предложили 6 альтернатив по использованию участка. Применение МАИ позволило оценить важность критериев и ранжировать в качестве наиболее предпочтительных альтернатив «жилое строительство» и «спортивный, развлекательный или фитнес-центр».

Практически важен опыт применения МАИ для ранжирования рисков в сельском хозяйстве, что непосредственно связано с принятием решений по сельскохозяйственным проектам и по развитию сельских регионов. В статье Toledo et al. [17] исследуются данные, собранные среди чилийских фермеров, для идентификации наиболее существен-

ных критериев риска. Таковыми оказались, по порядку ранжирования с помощью МАИ: изменчивость цен и затрат, человеческий фактор (квалификация фермеров и их работников, а также доступность последних на рынке труда), коммерциализация (ее авторы описывали через факторы количества покупателей на рынке и кооперации между фермерами) и климат. Полученные результаты авторы дифференцировали по регионам и сельскохозяйственным отраслям. Наименее рискованными отраслями оказались крупный рогатый скот и производство зерна, а наиболее рискованными – ягоды и овощи.

Исследование из Китая Luo and Hu [18] посвящено рискам инновационных проектов в сельскохозяйственных кооперативах. На основе обследования 106 фермерских кооперативов, использующих научно-технические новшества, авторы предлагают следующую иерархическую модель. На верхнем уровне находятся три группы факторов риска: внутренние, технологические и внешние. Каждая из групп включает в себя несколько видов риска второго уровня: а) внутренние факторы включают риск стоимости капложений более высокой для кооперативов, чем для других фирм; производственные риски (качество продукции, своевременность поставок); риск управления, в особенности на ранних стадиях проектов; риск дефицита специалистов; б) технологические факторы включают риск недостаточно апробированных технологий; риск неправильного выбора технологии из-за неполной информации; риск старения инноваций из-за того, что сельское хозяйство является «медленной отраслью», требующей сравнительно много времени на проведение прикладных исследований, внедрение и начальные производственные циклы; риск неудачной коммерциализации при передаче ноу-хау; в) внешние факторы включают рыночный и политический риски. Авторы иллюстрируют методы оценки рисков по их модели на примере 8 соревнующихся инновационных проектов.

Неопределенность при планировании сельского хозяйства, обусловленная изменчи-

востью погодных условий и цен на продукцию, изучается в статье Yom Din [19]. В ней рассматриваются критерии прибыли фермеров в различные годы – обычный, засушливый и год повышенных цен на продукцию сельского хозяйства. Важность критериев оценивается на основе анкетирования 32 экспертов на северо-востоке Израиля, производителей и научных работников. В целом для всех опрошенных экспертов наиболее важным оказался критерий «прибыль в обычный год» (доля в средневзвешенном критерии 49%), следующий по важности – «прибыль в засушливый год» (29%), и на последнем месте – «прибыль в год повышенных цен на продукцию» (22%). Различие в оценке критерия «прибыль в обычный год» – 58% для производителей и 41% для научных работников – оказалось статистически значимым.

Применение МАИ в российских исследованиях. Начало широкому знакомству российских исследователей с МАИ положила публикация в 1993 г. на русском языке монографии Саати [20], в переводе Вачнадзе. Поиск в Google Scholar по ключевым словам «метод анализа иерархий» до 2014 г. включительно дает около 2590 публикаций на русском языке. При этом до выхода в свет данной монографии опубликовано лишь 5 статей (0.2%). Для сравнения: аналогичный поиск по научным публикациям на английском языке дает 17900 публикаций, из них до 1993 г. включительно – 545 публикаций (3%). Работы, посвященные применению МАИ в российских исследованиях, можно разделить по тематике на две группы: а) описание МАИ и методические предложения по моделям иерархии и способам проведения расчетов, б) конкретные приложения и описание результатов из различных областей.

В статье А.Н. Тихомирова и Е.В. Сидоренко [21] предлагается модификация МАИ для экспертизы группой экспертов инновационных проектов в инвестиционных компаниях. Авторы рассматривают процесс формирования критериев в компаниях с разным финансовым положением и приоритетами, а затем – задачу по определению важности и

значимости критериев, решаемую с помощью МАИ. В предлагаемую модификацию метода входит упрощение шкалы сравнения критериев по важности – от 1 до 5 вместо традиционной в МАИ шкалы от 1 до 9. Таким образом, считают авторы, можно уменьшить неопределенность метода и компенсировать, в определенной степени, повышенную неопределенность инновационных проектов.

Во многих статьях на основе разработанных для поставленных прикладных задач моделей иерархии обосновываются выводы об эффективности МАИ для обоснования следующих многокритериальных решений:

1) Управленческие решения на уровне предприятий (критерии – ассортимент, качество, стоимость, сервис, надежность), Илларионов [22];

2) отбор и оценка управленческого персонала (профессиональные, деловые, морально-психологические критерии), Ломазов и Прокушев [23];

3) оценка состояния социальной ответственности предприятия (критерии роста заработной платы, повышение квалификации персонала, пенсионное обеспечение и др.), Клепиков и Пасечникова [24].

В статье Побегайлов и Погорелов [25] приводится иерархическая модель выбора наиболее эффективного варианта землепользования. Авторы рассматривают группы критериев: экономические, экологические, административные, социальные. Наибольший вес, соответственно приведенному порядку групп, получили критерии «эффективность использования земельного участка», «поддержание качества природной среды», «градостроительные нормы», «социальное благополучие района».

Как и в зарубежных исследованиях, МАИ широко используется при оценке инвестиционных проектов. В статье Бахтиярова [26] автор рассматривает четыре группы критериев качества таких проектов: «затраты проекта» (оценена как наиболее важная группа), «эффективность» (2-я по важности группа), «риски» (3-я по важности группа) и «общественная значимость» (наименее важная группа).

В статье Баев и Литке [27] представлена иерархическая модель многокритериальных решений в малом инновационном бизнесе. Авторы признают известную неопределенность понятия «инновация» и предлагают применять МАИ для управления этим бизнесом на региональном уровне. По их мнению, ранг инновационного проекта определяется двумя группами критериев – «потенциал инновации» и «потенциал проекта». Эти группы разделяются на критерии следующего уровня: «потенциал инновации» – на «степень новизны идеи» и «степень диффузии результатов идеи», а «потенциал проекта» – на «технологический потенциал», «социальный потенциал» и «экономический потенциал». В свою очередь эти критерии разделяются каждый на 4–7 критериев нижнего уровня. Например, «социальный потенциал» – на критерии «новые рабочие места», «налоговые отчисления в бюджет», «среднемесячная зарплата», «экологическая безопасность».

Применение МАИ в исследованиях ученых из Башкирии. Исследования с использованием МАИ проводятся в республике как в области социальной сферы, так и в области управления промышленностью. В одной из первых таких работ Бухарбаева [28] предлагаются критерии экономической, медицинской и социальной эффективности системы здравоохранения республики Башкортостан. Эти критерии разнородны по составляющим их величинам. Экономическая эффективность в статье определяется как отношение прибыли от платных медицинских услуг к их себестоимости. Медицинская эффективность – как сумма показателей, отражающих результативность (доля пациентов с положительной динамикой здоровья в общем числе пациентов) и объем диагностической и лечебно-оздоровительной деятельности, скорректированная на количество дефектов медицинских вмешательств. Социальная эффективность – как сумма показателей доступности лечения и поставки рабочих мест в системе здравоохранения, влияющих на качество жизни экономически активного населения. В качестве экспертов привлекались глав-

ные специалисты и врачи республиканских Министерства здравоохранения и клиник. Применение МАИ позволило присвоить веса критериям: экономическая эффективность – 41%, медицинская – 31 и социальная – 28%.

В работе Хайруллин и Терехов [29] исследуется проблема оценки строительных предприятий с помощью показателей эффективной деятельности. Авторы применяют МАИ для оценки среднеотраслевых показателей на основе случайной выборки 20 строительных предприятий Башкирии и других регионов. Для сравнения эффективности предприятий используются критерии: а) возможность отразить действительные намерения инвестора; б) качество и обширность данных; в) возможность учета рыночных условий; г) местонахождение, масштаб деятельности, доходность, юридическая форма предприятия. Применение МАИ для расчета показателей по отрасли строительства позволяет точнее оценивать стоимость ценных бумаг при формировании инвестиционного портфеля и анализировать качество управления строительным предприятием с целью увеличения его стоимости.

В работе Болдырев [30] анализируется эффективность деятельности вертикально-интегрированных нефтяных компаний. Одним из способов повышения эффективности этих компаний является оптимизация структуры составляющих их бизнес-единиц. Автор предлагает иерархическую модель, на вершине которой находится: глобальная цель компании, а на следующих этапах – оценки эталонного вклада бизнес-единиц в эту цель, их фактического вклада и степени использова-

ния их потенциала. Последний этап позволяет сделать выводы о возможном улучшении структуры компании. Применение модели к одной из российских нефтегазовых компаний позволило ранжировать ее бизнес-единицы по важности для достижения глобальной цели: а) разведки и добычи – 35%; б) корпоративного управления – 33%; в) нефтепереработки и нефтехимии – 19%; г) коммерции – 13%.

Обсуждение и заключение. До 1993 г. публикаций в русскоязычной научной прессе о применении МАИ почти не было. В период 1994–2014 гг. количество научных публикаций с использованием МАИ в российских изданиях (2585) составило около 15% от публикаций на английском языке (17355), а их рост был чрезвычайно быстрый, экспоненциальный (рис. 2).

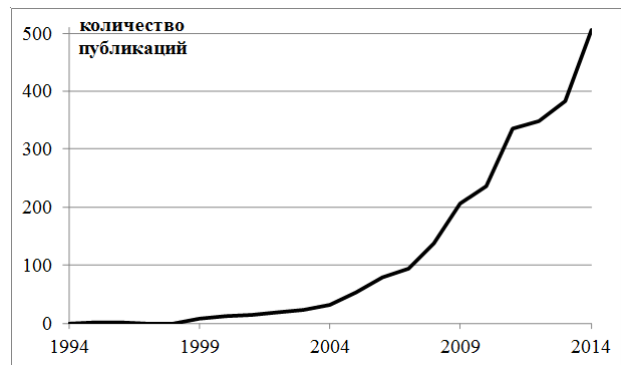


Рис. 2. Количество публикаций в российских исследованиях по теме МАИ (по данным Google Scholar)

Поиск на сайте КиберЛенинка по ключевым словам «метод анализа иерархий» среди всех статей, включенных в этот ресурс,

Т а б л и ц а

Статьи с применением МАИ в период 2006–2015 гг. (по данным КиберЛенинка)

Область применения	Число статей	Примечание, включая также
Методология	23	
Управление	20	уровни от предприятий до регионов
Финансы	19	торговлю
Промышленность, транспорт, АПК	37	охрану окруж. среды, оценку участков земли
Социальная сфера	30	здравоохранение, образование
IT	27	базы данных, мобильные приложения
Прочие	18	науку, туризм, безопасность
Всего	174	

и последующий анализ статей по областям применения дал следующие результаты. На 1-м месте по количеству опубликованных применений находится область «промышленность, транспорт, агропромышленный комплекс», куда входят и проекты по охране окружающей среды. На 2-м месте – «Социальная сфера», включая здравоохранение. Информационные технологии (технические разработки и программное обеспечение, готовые информационные продукты) – на 3-м месте (табл., рис. 3).

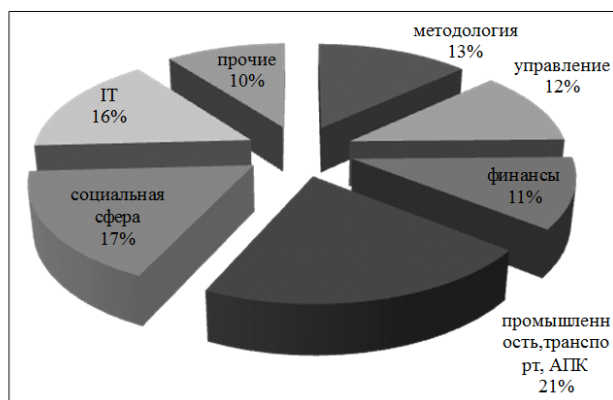


Рис. 3. Распределение статей по областям применения МАИ

Количество применений МАИ в последние 20 лет продолжает расти очень быстро за рубежом и в России, в частности, в исследованиях ученых из Республики Башкортостан. Области применения разнообразны и охватывают задачи управления и оценку проектов в реальной экономике, социальной сфере, ИТ, финансах, управлении, охране окружающей среды. Перспективой дальнейшего развития МАИ является его применение в сочетании с альтернативными методами многокритериального выбора для решения комплексных проблем: социально-экономических, регионально-отраслевых, сравнения различных видов риска.

Статья подготовлена при поддержке РГНФ, проект № 15-02-00044 «Этноконфессиональные и социально-экономические аспекты инвестиционной стратегии региона: разработка и апробация многокритериального метода оценки аг-

ропромышленных проектов на Южном Урале».

Литература

1. Saaty T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures // J. Math Psychol. 1977. № 15. P. 234–281.
2. Saaty T.L. How to make a decision: the analytic hierarchy process // European journal of operational research. 1990. № 48(1). P. 9–26.
3. Wedley W.C. Combining qualitative and quantitative factors – an analytic hierarchy approach // Socio-Economic Planning Sciences. 1990. № 24(1). P. 57–64.
4. Ishizaka A., Labib A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process // Expert systems with applications. 2011. № 38(11). P. 14336–14345.
5. Bruno G., Esposito E., Genovese A., Passaro R. AHP-based approaches for supplier evaluation: Problems and perspectives // J. of Purchasing and Supply Management. 2012. № 18(3). P. 159–172.
6. Yom Din G. Industry and Academic Experts: Do They Differ in Their Weighting of Criteria for Agricultural Planning? 2015. Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2633076>
7. Harker P. T., Vargas L. G. The theory of ratio scale estimation: Saaty's analytic hierarchy process // Management science. 1987. № 33(11). P. 1383–1403.
8. Zahedi F. The analytic hierarchy process—a survey of the method and its applications // Interfaces. 1986. № 16(4). P. 96–108.
9. Sipahi S., Timor M. The analytic hierarchy process and analytic network process: an overview of applications // Management Decision. 2010. № 48(5). P. 775–808.
10. Vaidya O. S., Kumar S. Analytic hierarchy process: An overview of applications // European J. of operational research. 2006. № 169(1). P. 1–29.
11. Velasquez M., Hester P. T. An analysis of multicriteria decision making methods // International J. of Operations Research. 2013. № 10(2). P. 56–66.
12. Yom Din G. Performance and profit sensitivity to risk: a practical evaluation of the agro-industrial projects developed by Israeli companies for the CIS and Eastern European countries // Agricultural and Food Economics. 2013. № 1(1). P. 1–23.
13. van der Merwe J.D., Cloete P.C., van Schalkwyk H.D. Choosing between agricultural development projects in the North West Province of South Africa: A multiple criteria analysis // African J. of Agricultural Research. 2012. № 7(27). P. 3906–3917.
14. Yom Din G., Cohen E. Agricultural Waste Management: Case Study of a Waste Treatment Plant for Animal Manure // Eva Maleviti (ed.), Recent Developments in Energy and Environmental Research. 2011. P. 159–170.

15. Bruderhmann T., Mitterhuber C., Posch A. Agricultural biogas plants—A systematic analysis of strengths, weaknesses, opportunities and threats // *Energy Policy*. 2015. № 76. P. 107–111.
16. Lepikhina O.J. & Sannikova A.P. Expert assessment of the most effective use of the land plot // *Life Science J*. 2014. № 11(5). P. 542–546.
17. Toledo R., Engler A., Ahumada V. Evaluation of risk factors in agriculture: an application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) methodology // *Chilean J. of agricultural research*. 2011. № 71(1). P. 114–121.
18. Luo J. L. & Hu Z. H. Risk paradigm and risk evaluation of farmers cooperatives' technology innovation // *Economic Modelling*. 2015. № 44. P. 80–85.
19. Yom Din G. Industry and Academic Experts: Do They Differ in Their Weighting of Criteria for Agricultural Planning? 2015. Available at SSRN: doi.org/10.2139/ssrn.2633076
20. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
21. Тихомирова А.Н., Сидоренко Е.В. Модификация метода анализа иерархий Т. Саати для расчета весов критериев при оценке инновационных проектов // *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 2. URL: <http://www.science-education.ru/102-6009> (дата обращения: 24.02.2015).
22. Илларионов М.Г. Применение метода анализа иерархий в принятии управленческих решений // *Актуальные проблемы экономики и права*. 2009. № 1. С. 37–42.
23. Ломазов В.А., Прокушев Я.Е. Решение задачи экономичного многокритериального выбора на основе метода анализа иерархий // *Научные ведомости Белгородского государственного университета*. Серия: История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. Т. 7(14-1). С. 2–10.
24. Клепиков Д.М., Пасечникова Л.В. Методика интегральной оценки состояния социальной ответственности предприятия // *Проблемы современной экономики*. 2012. № 1(41). С. 435–437.
25. Побегайлов О.А., Погорелов В.А., Оценка наиболее эффективного варианта землепользования // *Инженерный вестник Дона*. 2013 №2. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1686> (доступ свободный).
26. Бахтияров Р.С. Оценка качества инвестиционных проектов в республике Татарстан // *Актуальные проблемы экономики и права*. 2011. № 3 (19). С. 56–61.
27. Баев Л.А., Литке М.Г. Иерархическая модель принятия многокритериальных решений регионального управления малым инновационным бизнесом // *Вестник Южно-Уральского государственного университета*. Серия: Экономика и менеджмент. 2011. Вып. 18, № 21(238). С. 93–97.
28. Бухарбаева Л.Я. Комплексная оценка эффективности функционирования системы здравоохранения Республики Башкортостан // *Известия СПбГЭТУ*. 2004. № 2. С. 16–24.
29. Хайруллин В.А., Терехов И.Г., Шакирова Э.В. Использование мультипликаторов в оценке эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятий строительства // *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2013. № 5(18).
30. Болдырев Е.С. Анализ и повышение эффективности вертикально интегрированных нефтяных компаний на основе механизма построения структур бизнес-единиц // *Интернет-журнал «Науковедение»*. 2014. № 2(21).



A SURVEY OF THE APPLICATION OF THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS IN RUSSIAN AND FOREIGN STUDIES

© G. Yom Din

The Open University of Israel,
108, Ravutzky St., POB808, Raanana 43107, Israel

The article gives general characteristics of the analytic hierarchy process and presents a survey of its application in Russian and foreign studies. In particular, the article includes research performed by the scientists of Bashkortostan. The classification of the research works by years and by different fields of science makes it possible to reveal major applications of this method for solving problems in management and assessment of socio-economic projects.

Key words: analytic hierarchy process, multicriterial, consistency, management, project evaluation.