

Кулыгин М.В.

студент

*Белгородский государственный национальный исследовательский
университет*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Аннотация: статья посвящена обзору и сравнительному анализу методик принятия решений. Рассмотрены основные подходы, такие как аналитические методы, эвристические алгоритмы, модели на основе искусственного интеллекта и статистические методики. Анализируются достоинства и недостатки каждого метода, их применение в условиях неопределенности и рисков, а также эффективность и точность принимаемых решений. Особое внимание уделено сравнительному анализу, позволившему выявить наиболее подходящие методы для конкретных ситуаций и задач. Обзор представляет интерес как для исследователей, так и для практических специалистов, позволяя выбрать оптимальную методику принятия решений в зависимости от требований и условий конкретной области деятельности.

Ключевые слова: методика, иерархия выбора, сравнение критериев, модифицированный метод анализа иерархий, критерий, альтернатива.

Kulygin M.V.

student

Belgorod State National Research University

COMPARATIVE ANALYSIS OF DECISION-MAKING TECHNIQUES

Abstract: the article is devoted to a review and comparative analysis of decision-making techniques. The main approaches such as analytical methods, heuristic algorithms, models based on artificial intelligence and statistical techniques are considered. The advantages and disadvantages of each method, their application in conditions of uncertainty and risks, as well as the

effectiveness and accuracy of decisions are analyzed. Special attention is paid to comparative analysis, which allowed us to identify the most appropriate methods for specific situations and tasks. The review is of interest to both researchers and practitioners, allowing them to choose the optimal decision-making methodology depending on the requirements and conditions of a particular field of activity.

Keywords: methodology, hierarchy of choice, comparison of criteria, modified method of hierarchy analysis, criterion, alternative.

При проведении анализа предметной области на основе материалов российской и зарубежной литературы был осуществлен обзор различных методик принятия решений (далее – ПР). Существующие методы, применяемые в производственной сфере, зачастую ограничиваются одним важным аспектом: возможностью перехода от описания проблемы к её решению посредством выбора из ограниченного набора альтернатив. Несмотря на разнообразие методов принятия решений, большинство из них игнорируют ключевые условия, такие как временные и пространственные контексты, которые существенно влияют на эффективность принятия решений и могут существенно изменить их оценку. Эти обстоятельства играют важнейшую роль в реальной практике, что обусловило необходимость разработки и использования более гибких и адаптивных методик, учитывающих сложность и динамичность условий, в которых принимаются решения.

Были рассмотрены следующие методики, которые находятся в свободном доступе:

1. Неформальные (эвристические) методы (Методика 1) принятия решений — это подходы, основанные на интуиции, опыте или знаниях экспертов. В таких случаях вероятность предсказания успешного исхода затруднена или практически невозможна. Тем не менее, для простых ситуаций с низкими последствиями ошибочного выбора этот метод может

быть оправдан, так как позволяет быстро и с минимальными затратами принять решение без сложных расчетов. Эти методы особенно полезны в условиях ограниченных данных или времени, когда более точные аналитические подходы недоступны или нецелесообразны [1].

2. Методы, основанные на анализе формализованного опыта, которые подвергаются статистической обработке — экспертные методы принятия решений (Методика 2). Эти методы используют знания и опыт экспертов, систематически обрабатывая их в виде формализованных правил и моделей. Такой подход позволяет повысить результативность решений за счет внедрения проверенных практик и опыта. Однако привлечение экспертов увеличивает затраты на процесс принятия решений, так как требуется привлечение квалифицированных специалистов и организация встречи или консультаций. Кроме того, расширение круга участников может снизить оперативность принятия решений, особенно если требуется быстрое реагирование. Также стоит учитывать возможную предвзятость экспертов, которая может влиять на объективность результатов, особенно если опыт и знания несовершенны или предвзяты [2].

3. Методы экспертизы на основе нечеткой логики представляют собой мощный инструмент для снижения субъективности в принятии решений (Методика 3). Они используют функции принадлежности, которые позволяют моделировать неопределенность и вариативность входных данных, создавая интервал возможных решений. Такой подход помогает учитывать нечеткие или неполные данные, обеспечивая более устойчивую и объективную оценку ситуации. Однако, увеличение сложности моделей требует высокого уровня компетентности специалистов и может привести к трудностям в правильной интерпретации результатов. Кроме того, корректное представление входных данных в виде нечетких множеств требует тщательной подготовки и может быть

ограничено в случаях недостатка или неправильной формализации данных. Анализ эффективности такого метода зависит от правильности определения функций принадлежности и способности моделировать реальную проблем [3, 4].

4. Квалиметрические методы оценки системы позволяют получить более точные результаты по сравнению с простыми количественными методами, поскольку они учитывают качество и степень соответствия характеристик выбранным критериям (Методика 4). Однако, несмотря на их точность, эти методы могут давать искаженную оценку из-за неполного учета всех важных факторов, что может привести к неправильным выводам и ошибочным решениям. Поэтому при использовании квалиметрических методов важно помнить о необходимости включения всех релевантных факторов и возможности проведения дополнительных проверок и уточнений для повышения надежности оценки [5].

5. Аналитические методы оценки ПР (Методика 5) являются сложными и точными, поскольку они основаны на точных математических формулах, что позволяет получить подробное и корректное представление о характеристиках системы или процесса. Однако их применение связано с определенными трудностями, так как такие методы требуют наличия полной и точной информации, а также высокой квалификации специалиста для правильного их использования. Кроме того, аналитические методы могут быть очень чувствительны к погрешностям исходных данных и сложны в реализации для систем с высокой сложностью или многообразием факторов. Поэтому, несмотря на свои преимущества, эти методы требуют значительных ресурсов и внимания при использовании. [6, 7].

6. Простые интеллектуальные методы на основе прецедентов (Методика 6) обладают преимуществом в накоплении и уточнении знаний о ситуации, что способствует постепенному совершенствованию процесса

ПР при проектировании реструктуризации. Такой подход позволяет учитывать опыт предыдущих итераций, выявлять наиболее эффективные критерии и методы, а также адаптировать их к текущим условиям, повышая качество и точность принимаемых решений. Однако, важно помнить, что эффективность этих методов зависит от полноты и качества базы знаний, а также от правильности формулировки прецедентов и критериев. В целом, использование прецедентных моделей способствует развитию системы знаний и улучшению процессов ПР за счет инкрементального обучения и корректировки [8].

7. Сложные интеллектуальные методы (Методика 7), такие как машинное обучение, глубокое обучение и нейронные сети, могут значительно повысить эффективность процессов ПР, особенно при обработке больших объемов данных и необходимости точного распознавания сложных паттернов. Однако, их применение требует наличия значительных ресурсов, качественных и объемных обучающих данных, а также высокой вычислительной мощности. Поэтому их использование оправданно в случаях, когда есть доступ к соответствующим данным и ресурсам, и важна высокая точность распознавания решений [8].

Таким образом, после выполненного обзора методик принятия решений следует перейти к их сравнительному анализу. Этот этап позволяет определить преимущества и недостатки каждого подхода, а также выбрать наиболее подходящий из них с учетом специфики задачи, доступных данных и требований к результату. Сравнительный анализ также помогает выявить наиболее эффективные методы и объединить их преимущества в гибридных моделях, что может повысить точность и надежность решений. Кроме того, он способствует оптимизации процесса принятия решений и снижению рисков ошибок, связанных с выбором неподходящих методик. В конечном итоге, такой подход обеспечивает

более обоснованные и рациональные управленческие решения в рамках рассматриваемой системы.

Для сравнительного анализа методик принятия решений был использован модифицированный метод анализа иерархий. Этот подход позволяет более точно учитывать множество критериев и их взаимосвязи при оценке различных методов. [9].

Первым этапом в решении задачи принятия решения является декомпозиция проблемы через определение ее компонент и отношений между ними. Иерархия выбора методики принятия решений, выполненная с использованием СППР «Решение» [10] представлена на рисунке 1.

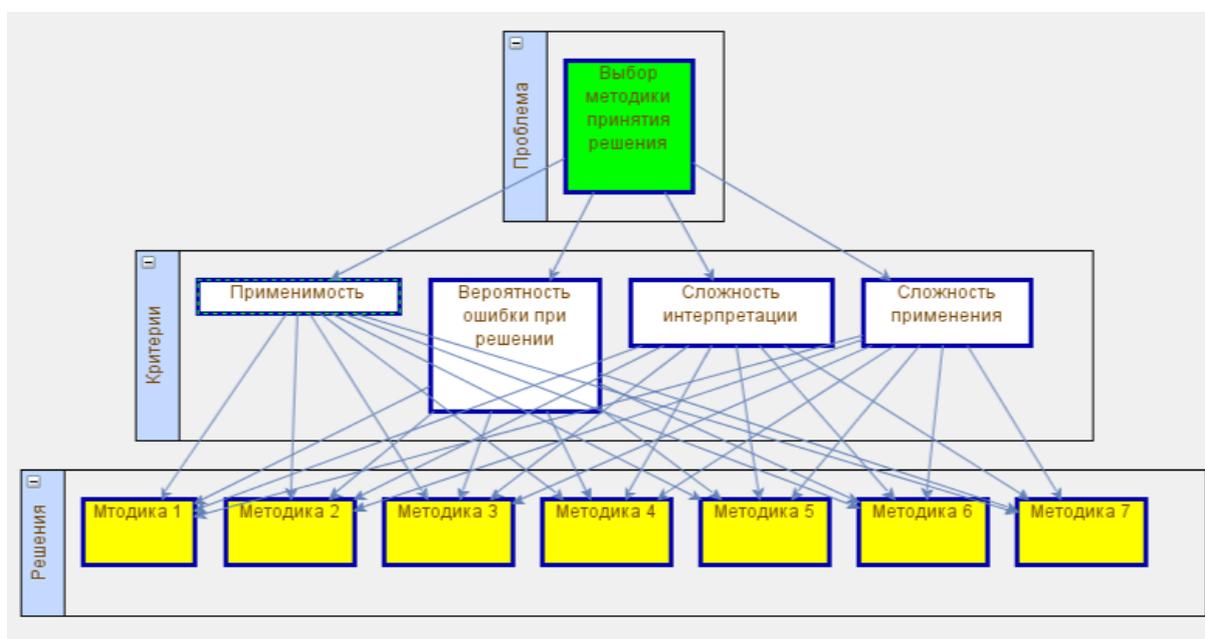


Рисунок 1 – Иерархия выбора методики принятия решения

Как видно из рисунка 1, рассмотренные выше методики будут оцениваться по следующим критериям:

- применимость;
- вероятность ошибки при решении;
- сложность применения;
- сложность интерпретации.

Следующим этапом является осуществление попарного сравнения отдельных компонент иерархии.

Сравнение критериев представлено на рисунке 2.

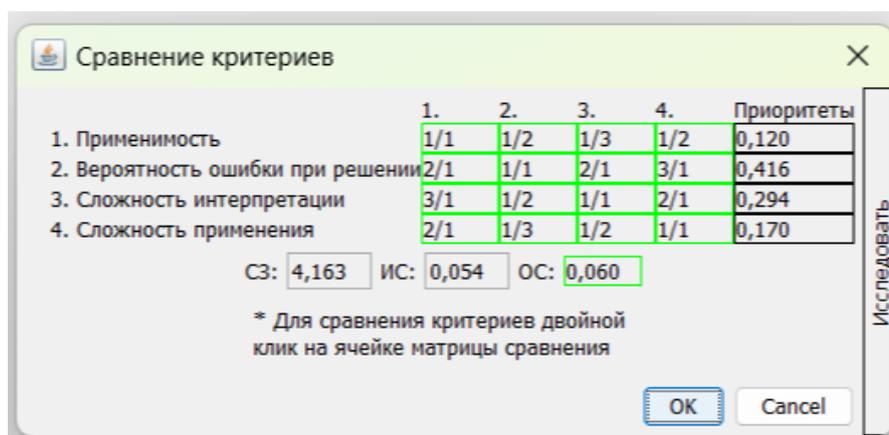


Рисунок 2 – Сравнение критериев

Критерий «Вероятность ошибки при решении» является наиболее значимым.

Отношение согласованности (ОС) равно 6%. Считается нормальным, если $ОС < 10\%$ [11]. Таким образом, матрицу можно считать согласованной.

Затем необходимо составить матрицы парных сравнений альтернатив по всем критериям.

Сравнение решений по критерию «Применимость» представлено на рисунке 3.



Рисунок 3 – Сравнение решений по критерию «Достоверность»

Пояснения к оценкам:

Эвристические & экспертные (1/3): эвристические методы менее применимы, чем экспертные, поскольку экспертные методы могут учитывать более широкий спектр факторов и субъективных оценок. Оценка 1/3 указывает на то, что экспертные методы немного важнее с точки зрения применимости.

Аналитические & эвристические (7): Аналитические методы гораздо более применимы, чем эвристические, поскольку они обеспечивают более строгий и систематический подход к анализу данных и принятию решений. Оценка 7 указывает на то, что аналитические методы значительно важнее с точки зрения применимости.

Нечёткая логика против квалиметрических (4): Нечёткая логика более применима, чем квалиметрические методы, поскольку нечеткая логика хорошо справляется с неопределенностью, которая часто встречается в электроэнергетике. Оценка 4 отражает важную применимость нечеткой логики.

Таким образом наилучшим вариантом по критерию достоверность являются аналитические методы оценки (методика 5).

Сравнение решений по критерию «Вероятность ошибки при решении» представлено на рисунке 4.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Приоритеты
1. Методика 1	1/1	3/1	5/1	4/1	7/1	2/1	6/1	0,351
2. Методика 2	1/3	1/1	3/1	2/1	5/1	1/2	4/1	0,159
3. Методика 3	1/5	1/3	1/1	1/2	3/1	1/4	1/2	0,056
4. Методика 4	1/4	1/2	2/1	1/1	4/1	1/3	3/1	0,104
5. Методика 5	1/7	1/5	1/3	1/4	1/1	1/6	1/5	0,027
6. Методика 6	1/2	2/1	4/1	3/1	6/1	1/1	5/1	0,241
7. Методика 7	1/6	1/4	2/1	1/3	5/1	1/5	1/1	0,062

СЗ: 7,320 ИС: 0,053 ОС: 0,040

* Для сравнения критериев двойной клик на ячейке матрицы сравнения

Рисунок 4 – Сравнение решений по критерию «Вероятность ошибки при решении»

Пояснения к оценкам:

Эвристические & экспертные (3): эвристические методы с большей вероятностью приведут к ошибке, чем экспертные, поскольку опираются на упрощенные правила и могут не учитывать все факторы. Оценка 3 указывает на то, что эвристические методы немного опаснее с точки зрения вероятности ошибки.

Аналитические & эвристические (1/7): аналитические методы значительно менее подвержены ошибкам, чем эвристические, поскольку основаны на строгом анализе данных и математическом моделировании. Оценка 1/7 указывает на то, что аналитические методы намного надёжнее с точки зрения вероятности ошибки.

Методы экспертизы на основе нечеткой логики & квалиметрические (1/2): Методы на основе нечеткой логики менее подвержены ошибкам по сравнению с квалиметрическими методами, поскольку лучше учитывают неопределенность.

Оптимальные варианты по данному критерию – являются аналитические методы оценки (методика 5).

Сравнение решений по критерию «Сложность применения» представлено на рисунке 5.

Сравнение решений по критерию "Сложность применения"

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Приоритеты
1. Мтодика 1	1/1	1/4	1/2	1/3	1/5	2/1	1/7	0,043
2. Методика 2	4/1	1/1	2/1	3/1	1/2	5/1	1/3	0,155
3. Методика 3	2/1	1/2	1/1	1/1	1/4	3/1	1/6	0,075
4. Методика 4	3/1	1/3	1/1	1/1	1/3	4/1	1/5	0,084
5. Методика 5	5/1	2/1	4/1	3/1	1/1	6/1	1/2	0,235
6. Методика 6	1/2	1/5	1/3	1/4	1/6	1/1	1/8	0,029
7. Методика 7	7/1	3/1	6/1	5/1	2/1	8/1	1/1	0,378

СЗ: 7,183 ИС: 0,031 ОС: 0,023

* Для сравнения критериев двойной клик на ячейке матрицы сравнения

OK Cancel

Исследовать

Рисунок 5 – Сравнение решений по критерию «Сложность применения»

Пояснения к оценкам:

Эвристические & экспертные (1/2): Эвристические методы гораздо проще в применении, чем экспертные, поскольку не требуют формализации и систематизации знаний. Оценка 1/2 отражает тот факт, что экспертные методы значительно сложнее в реализации.

Аналитические & эвристические (5): Аналитические методы намного сложнее в применении, чем эвристические, поскольку требуют знаний в области математики, статистики и моделирования. Оценка 5 указывает на то, что аналитические методы существенно сложнее в реализации.

Машинное обучение & аналитические методы (2): Сложные методы машинного обучения лишь незначительно сложнее аналитических методов, поскольку опираются на те же принципы, но у них более высокий порог вхождения, поскольку для работы с ними требуются навыки программирования и более глубокое понимание алгоритмов.

Методики с наиболее сложной применимостью являются – сложные интеллектуальные методы (Методика 7).

Сравнение решений по критерию «Сложность интерпретации» представлено на рисунке 6.

Сравнение решений по критерию "Сложность интерпретации" X

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Приоритеты
1. Методика 1	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	2/1	1/7	0,042
2. Методика 2	2/1	1/1	1/2	1/3	1/4	3/1	1/6	0,063
3. Методика 3	3/1	2/1	1/1	1/2	1/3	4/1	1/5	0,096
4. Методика 4	4/1	3/1	2/1	1/1	1/2	5/1	1/4	0,146
5. Методика 5	5/1	4/1	3/1	2/1	1/1	6/1	1/3	0,217
6. Методика 6	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/1	1/8	0,029
7. Методика 7	7/1	6/1	5/1	4/1	3/1	8/1	1/1	0,408

СЗ: 7,286 ИС: 0,048 ОС: 0,036

* Для сравнения критериев двойной клик на ячейке матрицы сравнения

OK Cancel

Исследовать

Рисунок 6 – Сравнение решений по критерию «Сложность интерпретации»

Пояснения к оценкам:

Эвристические & экспертные (1/2): Эвристические методы проще в интерпретации, чем экспертные, поскольку основаны на четких и понятных правилах. Оценка 1/2 отражает тот факт, что экспертные методы немного сложнее в интерпретации.

Машинное обучение & аналитические методы (3): результаты сложных методов машинного обучения намного сложнее интерпретировать, чем результаты аналитических методов, особенно для «черных ящиков», таких как глубокие нейронные сети. Оценка 3 указывает на то, что интерпретация результатов машинного обучения существенно сложнее.

Прецеденты (простые) & аналитические (1/6): Простые методы, основанные на прецедентах, гораздо легче интерпретировать, чем аналитические методы, поскольку в их основе лежит аналогия и выбор наиболее близкого прецедента.

Методики с вызывающее наиболее сложную интерпретацию (Интерпретация — это толкование, объяснение, раскрытие смысла чего-либо) являются – сложные интеллектуальные методы (Методика 7).

Проведя все сравнения для иерархии, можно перейти к результатам ранжирования методик принятия решений. Приоритетность вариантов решения проблемы представлена на рисунке 7.

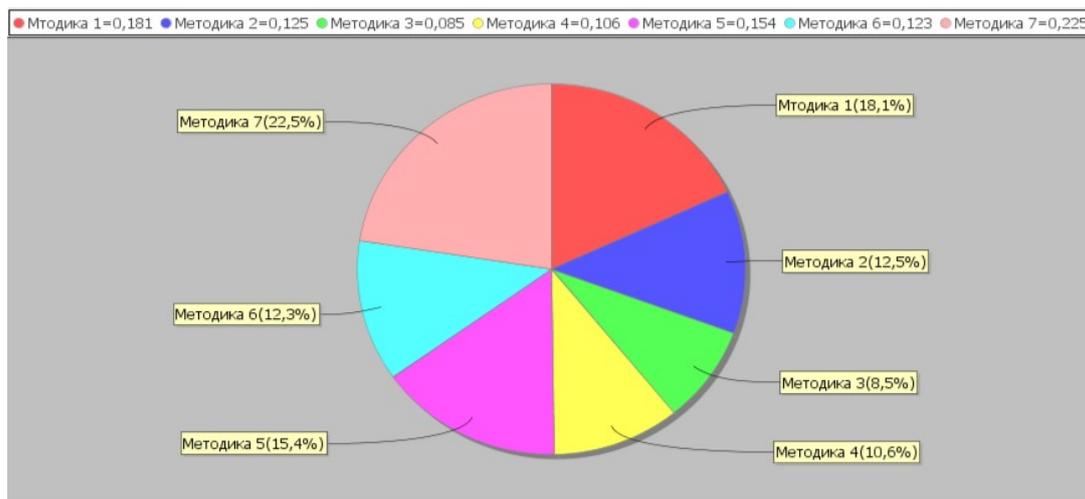


Рисунок 7 – Приоритетность вариантов решения проблемы

Рейтинг методик принятия решений представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Рейтинг методик принятия решений

Место	Номер	Название	Рейтинг
1	Методика 7	Сложные интеллектуальные методы	22,5 %
2	Методика 1	Неформальные (эвристические) методы	18,1 %
3	Методика 5	Аналитические методы оценки	15,4 %
4	Методика 2	Экспертные методы	12,5 %
5	Методика 6	Простые интеллектуальные методы	12,3 %
6	Методика 4	Квалиметрические методы	10,6%
7	Методика 3	Методы экспертизы на основе нечеткой логики	8,5 %

На основе примененного модифицированного метода анализа иерархий для выбора альтернативы, наилучшей по множеству критериев, было выявлено, что наилучшими вариантом являются сложные интеллектуальные методы (Методика 7), такие как машинное обучение, глубокое обучение и нейронные сети.

Использованные источники:

1. Кулюткин Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений / Ю.Н. Кулюткин. – Москва: Педагогика, 1970. – 232 с.
2. Larsen, P.M. Industrial Applications of Fuzzy Logic Control / P.M. Larsen // Int. J. Man Machine Stud. – 1980. – Vol. 12, № 1. – P. 3–10.
3. Протасьев В.Б. Оценка качества управленческих решений с использованием методов квалиметрии / В.Б. Протасьев, А.В. Косаревская // Вестник ТулГУ. Автоматизация: проблемы, идеи, решения: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «АПИР-14». – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. – С. 193-196.
4. Рейльян Я.Р. Аналитическая основа принятия управленческих решений / Я.Р. Рейльян – Москва: Финансы и статистика, 1989. – 205 с.
5. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети / Т.Л. Саати. – Москва: ЛКИ, 2008. – 360 с.
6. Варшавский П.Р. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2009. – № 1. – С. 45-57.
7. Шумский С.А. Машинный интеллект. Очерки по теории машинного обучения и искусственного интеллекта / С.А. Шумский. – Москва: РИОР, 2019. – DOI: 10.29039/02011-1. [Электронный ресурс]. – URL: <https://naukaru.ru/upload/21232f297a57a5a743894a0e4a801fc3/files/4aa3e882e70144f867ed116d42342630.pdf> (дата обращения: 16.04.2025).
8. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных: пер. с англ. / П. Флах; пер. А.А. Шарова. – Москва: ДМК Пресс, 2015. – 399 с.
9. Ломакин В.В. Алгоритм повышения степени согласованности матрицы парных сравнений при проведении экспертных опросов / В.В. Ломакин, М.В. Лифиренко // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 11. – С. 1798-1803.

10. Ломакин В.В. Система поддержки принятия решений с автоматизированными средствами корректировки суждений экспертов / В.В. Ломакин, М.В. Лифиренко // Научные ведомости Белгородского государственного университета: научный журнал. – Белгород: Издательский дом «Белгород», 2014. – № 1(172) вып. 29/1. – С. 114-120.

11. Основы оценочной деятельности / Кацман В.Е., Косорукова И.В., Родин А.Ю., Харитонов С.В. – Москва: МФПУ «Синергия», 2012. – 336 с.