

УДК 338.24

Оценка неопределенности инновационных процессов

Федоров Д.А. dmitriy.f10@yandex.ru

Университет ИТМО

Институт холода и биотехнологий

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Неопределенность неотделима от инновационных процессов. Возникая на различных уровнях управления организацией и различных стадиях реализации инновационного процесса, неопределенность и риск становятся реальной помехой для успешного достижения стратегических и оперативных целей организации, оказывают отрицательное воздействие на инновационный процесс. В статье рассмотрены основные комплексы, методы и алгоритмы риск-менеджмента, методики анализа и оценки неопределенности и рисков. Рассмотрен процесс разработки и принятия решений по управлению инновационными процессами на промышленных предприятиях в условиях неопределенности и риска. На основе нечеткой логики разработан и предложен новый подход к оценке и анализу неопределенности и рисков. Рассмотрен процесс разработки, выбора и принятия наиболее эффективных управленческих решений, их оценки и анализа.

Ключевые слова: неопределенность, риск, оценка, анализ, вероятность.

Assessment of uncertainty of innovation processes

Fedorov D. A. Dmitriy.f10@yandex.ru

University ITMO

Institute of Refrigeration and Biotechnologies

9, Lomonosov Street, St Petersburg, 191002

Uncertainty is inseparable from the innovation processes. Appearing on different management levels of the organization and the various stages of realization of the innovation process, uncertainty and risk become a real obstacle for the successful achievement of strategic and operational goals, have a negative impact on the innovation process. In the article the basic complexes, methods and algorithms of risk management, the methods for analysis and assessment of uncertainties and risks. Describes the process of development and decision making on the management of innovative processes at industrial enterprises in the conditions of risk and uncertainty. On the basis of fuzzy logic developed and proposed a new approach to the assessment and analysis of uncertainties and risks. Describes the process of development, selection and making the most efficient management decisions, their evaluation and analysis.

Keywords: uncertainty, risk, estimate, analysis, probability.

Управление процессами, происходящими на промышленных предприятиях, в первую очередь инновационными процессами, в современных условиях подразумевает новые требования не только к лицу, принимающему решения, но также и к деятельности, которую эти процессы затрагивают. Инновационные процессы в значительной степени подвержены неопределенности и риску, вызванными как внешними факторами, так и внутренними. Это создает дополнительные трудности при принятии управленческих решений и обеспечении их высокого качества.

В современных рыночных условиях особую важность для промышленного предприятия, занимающегося разработкой и реализацией инновационного процесса, приобретает эффективная система риск-менеджмента. Такая система должна включать в

себя различные комплексы методов и алгоритмов, направленные на решение следующих задач:

- выявление факторов неопределенности и рисков;
- идентификация неопределенности и рисков;
- качественный и количественный анализ и оценка неопределенности и рисков;
- выработка управленческих решений в части минимизации, преодоления и предотвращения неопределенности и риска, а так же связанных с ними отрицательных последствий;
- оценка и выбор наиболее эффективных управленческих решений в области неопределенности и риска;

В результате выявления факторов неопределенности и риска, а так же в результате идентификации должны быть определены взаимосвязи между различными событиями, спровоцировавшими возникновение неопределенности и риска. Выяснив закон функционирования и взаимодействия неопределенностей и рисков, в дальнейшем появляется возможность разработать стратегию по управлению ими, а так же создать алгоритмы управленческих воздействий на различные подразделения организации с целью минимизации будущих неопределенностей и рисков. Эти меры позволяют повысить качество принимаемых решений, а так же упростить процесс управления инновационными процессами в условиях неопределенности и рисков. В результате появится возможность оценить динамику развития процесса, сделать предположения о развитии ситуации в будущем, а при достаточном количестве систематизированной информации построить модель функционирования различных подразделений предприятия в условиях неопределенности и риска.

Итогом проведенной идентификации неопределенности инновационных процессов могут быть получены различные результаты, в том числе:

- неопределенность, связанная с разработкой и реализацией инновационного процесса выявлена полностью;
- выявлена общеорганизационная неопределенность, которая может оказать прямое влияние на инновационный процесс;
- выявлена общеорганизационная неопределенность, которая может оказать косвенное влияние на инновационный процесс;
- неопределенность, связанная с разработкой инновационного процесса на предприятии не выявлена;

Процесс идентификации неопределенности и рисков инновационных процессов может сам спровоцировать новые виды неопределенности. Появление новых видов неопределенностей является следствием допущенных ошибок при идентификации и анализе неопределенностей и рисков инновационного процесса. В результате выявления факторов неопределенности и риска, а так же в результате произведенной идентификации организация получает необходимую информацию для дальнейшего анализа и оценки неопределенностей и рисков инновационного процесса. Соответственно следующим шагом в комплексе действий по управлению неопределенностью и риском будет их измерение, оценка и анализ. Оценка неопределенности и риска обладает большим влиянием на последующие стадии управления. От качества, достоверности, своевременности оценки неопределенности и рисков будут зависеть дальнейшие принимаемые управленческие решения.

В теории риск-менеджмента, неопределенность это отсутствие или нехватка необходимой информации. Возникает проблема количественной формализации понятия неопределенность. Прямой количественной характеристики этого понятия нет. В научной литературе предложены различные подходы к количественному выражению понятия неопределенности.

Как отмечает Давыдов Д.В. в [3], оценка неопределенности может быть построена на основе сочетания структур Демпстера-Шейфера и вероятностных коробок, которые так же могут быть применены и к анализу неточности исходных оценок инновационного процесса.

Существует четыре основных способа получения информации для построения вероятностных коробок или структур Демпстера-Шейфера:

1. Предположения о виде распределений;
2. Трансформация (моделирование);
3. Использование ограничений;
4. Эмпирические данные; [3 стр. 80]

В работах К. Шенон [17], Кузьмин Е.А. [9], отмечают, что неопределенность, можно выразить в абсолютном исчислении через энтропию, отражающую реальный объем информации об объекте. В формализованном виде, энтропия по К. Шенон [17] выражается следующим образом:

$$H = - \sum p_i \log p_i,$$

где H – энтропия системы,

p_i – вероятность события.

«Энтропия играет центральную роль в теории информации в качестве меры количества информации, возможности выбора и неопределенности. Эта величина называется энтропией множества вероятностей $p_1...p_n$ ». [17 стр. 261]. Детальную разработку неопределенности с помощью энтропии сделал Кузьмин Е.А. в работе [9], где помимо энтропии, как меры, отражающей объем информации, он рассматривает понятие негэнтропия, как симметричную характеристику информационного потока. Методика оценки неопределенности, предложенная Кузьминым Е.А., дает оценку упорядоченности информационной системы и наличия необходимой информации. Неопределенность может быть выражена с помощью относительных и абсолютных оценок следующим образом:

$$H_b(S) = [H_{ee} \times k_{ee} + H_{md} \times k_{md} + H_{cd} \times k_{cd}] + H_v \times k_v, \text{ при } \sum k=1 \text{ и } H > 0,$$

$$k_{ee} = \frac{H_{ee}}{\sum(H_{ee} + H_{md} + H_{cd} + H_v)}$$

$$k_{md} = \frac{H_{md}}{\sum(H_{ee} + H_{md} + H_{cd} + H_v)}$$

$$k_{cd} = \frac{H_{cd}}{\sum(H_{ee} + H_{md} + H_{cd} + H_v)}$$

$$k_v = \frac{H_v}{\sum(H_{ee} + H_{md} + H_{cd} + H_v)}$$

где $H_b(S)$ – кумулятивная неопределенность организационно-экономической системы;

H_{ee} – неопределенность среды;

k_{ee} – коэффициент участия неопределенности среды в развитии и эволюции системы;

H_{md} – неопределенность выбора принятия управленческих решений;

k_{md} – коэффициент участия неопределенности выбора принятия управленческих решений в развитии и эволюции системы;

H_{cd} – неопределенность последствий принятия и будущей реализации управленческих решений;

k_{cd} – коэффициент участия неопределенности последствий принятия и будущей реализации управленческих решений в развитии и эволюции системы;

H_v – вариационная неопределенность;

k_v – коэффициент участия вариационной неопределенности в развитии и эволюции системы. [9 стр. 49].

Оценка неопределенности и риска обладает большим влиянием на последующие стадии управления. От качества, достоверности, своевременности оценки неопределенности и рисков будут зависеть дальнейшие принимаемые управленческие решения. «Общий алгоритм принятия решений заключается в вычислении уровня риска для каждой гипотетически предполагаемой ситуации, определяемой сочетанием внешних (неуправляемых) и внутренних (управляемых) факторов, которые, в свою очередь, приводят к той или иной степени достижения цели. Формально, измерение риска сводится к построению функции риска, отражающей степень достижения заданной цели в зависимости от набора внешних и внутренних факторов и величины риска» [3 стр. 32].

Методология оценки рисков строится на представлении о том, что риск это вероятность возникновения отрицательных событий, так Государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 51897-2002 принятый и введенный в действие Постановлением Госстандарта России от 30 мая 2002 г. N 223-ст дает следующее определение риска. «Риск - сочетание вероятности события и его последствий» [2].

Как отмечает Давыдов Д.В [3], процесс измерения рисков может быть представлен двумя различными видами:

- однокритериальная задача, когда степень риска можно выразить в тех же размерностях, что и исходные условия (количественном, денежном и т.д.), тогда механизм управления риском будет сводиться к максимизации чистых выгод через минимизацию чистых потерь.

- многокритериальная задача, когда принятие решения происходит в условиях неопределенности, а решение данной задачи сводится в плоскость «выгода - риски» с учетом субъективного суждения лица принимающего решения в области взаимосвязи величины выгод и рисков.

Наиболее простой мерой уровня риска является «дисперсия, которая представляет собой среднее квадратичное отклонение действительных результатов» [14 стр. 102], так же для оценки финансовых рисков используют коэффициент вариации, как относительную величину, позволяющую сравнить изменение различных признаков, которые могут повлиять на контролируемый параметр, тем самым создав риск.

Группа методов статистического моделирования вероятностных законов проявления отрицательных событий базируется на предположении о том, что закономерности и тенденции изменения активов в прогнозном периоде будут аналогичны закономерностям в прошедшем периоде, то есть методы статистического моделирования используют предположение о стационарности рынка. К группе этих методов относят:

- метод исторического моделирования,
- метод статистических испытаний Монте-Карло,
- модель стресс-тестинга,
- ковариационный метод.

Как отмечает Давыдов Д.В. [3], начиная с 80-х годов, в оценке финансовых рисков особую популярность приобрели квантильные меры риска. В расчетах финансовых рисков, для оценки крупных портфелей ценных бумаг наиболее часто применяют Value-at-Risk (VaR). J.P. Morgan в 1994 году разработал и опубликовал стандарты RiskMetrics, которые описывают применение Value-at-Risk (VaR), для проведения оценки и анализа рыночных рисков, чем внес значительный вклад в развитие Value-at-Risk (VaR). Формально верхний и нижний VaR с уровнем доверия α в период времени T можно записать следующим образом [3 стр. 40]

$$VaR_{\alpha}^{up}(T) = -\inf_x \{x: F_{\varepsilon(T)}(x) > 1 - \alpha\}$$

$$VaR_{\alpha}^{down}(T) = -\sup_x x: \{F_{\varepsilon(T)}(x) < 1 - \alpha\}$$

Где $\varepsilon(T)$ – случайная величина, характеризующая стоимость активов в момент времени T ;

$F_{\varepsilon(T)}(x)$ – функция распределения случайной величины $\varepsilon(T)$;

\inf – точная нижняя грань множества;

\sup – точная верхняя грань множества.

Альтернативой VaR является TCE (Tail Conditional Expectation, условное математическое ожидание хвоста распределения), эта мера риска позволяет оценить средние потери, математическое ожидание хвоста распределения.

$$TCE_{\alpha} = -E[\varepsilon | \varepsilon \leq -VaR_{\alpha}(\varepsilon)]$$

Данный показатель характеризует средние потери при условии, что они окажутся выше VaR с доверительным уровнем α . [3 стр. 48]

С помощью эконометрических методов оценки распределения ущерба обычно оценивают рыночные риски, такие как «процентный, валютный, ценовой, кредитный, инвестиционный» [16 стр. 162]. К группе эконометрических методов можно отнести индексный метод, так же в практической деятельности при оценке рисков с помощью эконометрических методов используют модели двух типов:

- модели многофакторной регрессии. Эта группа моделей используется для осуществления анализа социально-экономических явлений, таких как прогнозирование цен различного рода продукции.

- модели временных рядов. К группе этих моделей относятся модели авторегрессии (ARCH-модели, Autoregressive Conditionally Heteroskedastic models) – «скользящего

среднего различных порядков, модели, построенные на допущениях первой гипотезы случайного блуждания» [16 стр. 169-170]. Модели с меняющейся волатильностью, относящиеся к классу нелинейных моделей финансовой эконометрики, GARCH-модели (Generalized Autoregressive Conditionally Heteroskedastic models).

В своей работе Acerbi С. [18] показал, что можно построить целый класс спектральных когерентных мер риска на основе порядковых статистик. В 1958 году Fréchet М. [19] было опубликовано двухпараметрическое семейство копул, которое в настоящее время используется в анализе и оценке рисков, «когда вид совместного распределения не известен, поскольку копула Фреше получена не из конкретного совместного распределения, а из взвешивания трех возможных состояний: совершенной отрицательной зависимости, независимости и совершенной положительной зависимости.» [3, стр. 62]. Так же были предложены и используются для оценки и анализа рисков семейство архимедовых копул: Гумбеля-Хугарда, Клейтона, Франка, Маршала-Олкина. В современном риск-менеджменте свое применение нашли оценки рисков основанные на моделях бинарного и множественного выбора, интервальные оценки рисков, экспертные оценки рисков.

Отличительная особенность большинства перечисленных методов для оценки неопределенности и риска заключается в том, что они строятся на статистической информации, для их осуществления требуется значительное количество ретроспективной и систематизированной информации. Опираясь на информацию о событиях и рисках произошедших в прошлом, строятся предположения, гипотезы и теории относительно развития исследуемых рисков и проявления новых рисков в настоящем и будущем. С точки зрения теории риск-менеджмента методики, разработанные для исследования рисков в финансовом секторе, могут быть транслированы и на другие сферы социально-экономической науки с необходимыми поправками и корректировками.

Процесс управления инновационными процессами требует иных, отличных от сложившихся методик оценки риска и неопределенности. Связано это с множеством факторов: отсутствие необходимой статистической информации, предыдущий опыт, связанный с анализом, оценкой и управлением неопределенностью и риском в схожей или подобной ситуации и т.д. Подтверждение этому можно выделить и из определения инновационной деятельности, данное Минко И.С. в [13] (Инновационная деятельность - вид деятельности, связанный с трансформацией идей в технологически новые или усовершенствованные продукты или услуги, внедренные на рынке, в новые или усовершенствованные технологические процессы или способы производства (передачи) услуг, использованные в практической деятельности).

Наиболее перспективным направлением оценки неопределенности и рисков инновационных процессов на промышленном предприятии могут выступать модели оценки, построенные на основе теории нечетких множеств. Теория нечетких множеств разработана в 1965 году Zadeh L.A. [20] и опубликована в статье «Fuzzy sets» (Нечеткие множества). Теория нечетких множеств создана для оценки систем, в которых

невозможно добиться искусственной точности, а, следовательно, где не применимы классические методы оценки и анализа.

С помощью теории нечетких множеств появляется возможность формального описания инновационного процесса. Из-за наличия неопределенностей связанных с различными факторами внешней и внутренней среды организации описание инновационного процесса с помощью классических математических методов фактически не осуществимо. При условии четкого определения целей функционирования организации, стратегических целей по разработке и внедрению инновационного проекта, в этом случае ограничения связаны исключительно с элементами управления предприятием и самим инновационным процессом. Тогда нечеткость может содержаться в описании: «а) целей в пространстве состояний; б) ограничений в пространстве управлений; в) переходной характеристики; г) времени окончания процесса» [1 стр. 252-253].

В результате наличия значительной степени неопределенности в инновационных процессах можно утверждать, что лицо принимающее решение обладает информацией о начальном этапе инновационного процесса, и о конечном, то есть той цели, к которой стремится организация при разработке инновационного процесса. Тогда с точки зрения теории нечетких множеств, алгоритм разработки инновационного процесса, предложенный И.С. Минко [10, стр. 11] можно представить, как процесс перехода:

- из начального состояния - стадии фундаментальных исследований;
- через ряд нечетких состояний: поисковые исследования, прикладные исследования, разработки и проектирование, материальная подготовка, освоение производства новой техники, широкое производство и применение новой техники;
- к конечной стадии – устаревание техники и замена ее новой моделью.

Необходимо отметить, что данное представление инновационного процесса может быть применено и для других стадий, но при условии четкого определения начального и конечного этапа этого процесса. Следовательно, такой подход может быть применен и для моделирования механизмов функционирования различных подразделений внутри инновационного процесса. Тогда начальным состоянием будет являться любая стадий инновационного процесса. Начальной точкой такого процесса будет считаться начало определенной стадии инновационного процесса, конечной точкой, соответственно конец стадии инновационного процесса, а множество нечетких состояний будет состоять из микросостояний исследуемого объекта внутри этого процесса.

Математическое описание инновационного процесса может быть построено на основе модели процесса принятия многошагового решения предложенной А.Н. Аверкиным, И.З. Батыршиным, и др. в работе [1],

Модель инновационного процесса можно представить в виде

$$\mathcal{F}(X) \times U^N \rightarrow \mathcal{F}(X),$$

где $X = \mathcal{R}^n$ - пространство состояний,

U^N - пространство стратегий (последовательность управления, приводящих объект из начального состояния в конечное состояние),

$\mathcal{F}(X)$ – класс всех нечетких подмножеств X .

Функционирование данной системы, понимаемое как переход из одного нечеткого состояния в другое, подчиняется следующей цели: достичь в момент времени $N=t_k$ такого нечеткого состояния системы X_N , которое было бы в некоторой степени близко к предварительно заданной нечеткой цели (нечеткому состоянию) G_N при наличии нечетких ограничений C_t . В качестве меры этой близости берется относительное расстояние между двумя нечеткими множествами, например хэмингово расстояние (линейное). [1 стр. 254]

$$\delta(X_N, G_N) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\mu_{X_N}(x_i) - \mu_{G_N}(x_i)|$$

Тогда уровень достижения цели описывается в форме

$$\mu_{G_N^1}(x) = 1 - d(X_N, G_N),$$

где в качестве относительного расстояния d между μ_{X_N} и μ_{G_N} можно взять δ

Данный подход дает возможность оценить не только достижимость целей инновационного процесса, но также время достижения поставленных целей, отставание от графика. Полученное значение времени задержки достижения стратегических и оперативных целей инновационного процесса, в результате реализации различных непредвиденных факторов неопределенности и риска, дает возможность оценить убытки организации от несвоевременного выхода инновационного продукта, технологии или услуги на рынок.

Так же теория нечетких множеств дает возможность оценить неопределенности и риски связанные с инновационным проектом, и построить систему критериев, с помощью которых можно оценивать как принимаемые решения, так неопределенность и риски инновационных процессов.

В процессе анализа неопределенности и рисков информация может быть получена из различных источников. Уровень неопределенности и рисков инновационных процессов не всегда можно выразить количественно. Связано это со сложностью методов оценивания, времени проведения оценки. Материальными затратами на проведение исследований. Значительно чаще лица принимающие решения прибегают к экспертным оценкам факторов неопределенности и риска, а так же возможных положительных и отрицательных последствий связанных с их реализацией. Не каждое явление может обладать количественной характеристикой, зачастую эксперты прибегают к лингвистическим, условным оценкам. Так же в понимании каждого эксперта уровень и вероятность возникновения рисков могут быть различными. Такой подход к восприятию информации полученной от экспертов поддерживается А.Н. Аверкиным, И.З. Батыршиным, А.Ф. Блишуним, В.Б. Силовым, В.Б. Тарасовым в [1].

Информация, в таком виде получаемая от экспертов не может быть обработана методами классической математики, по этой причине для осуществления оценки уровня неопределенности и риска, связанных с инновационными процессами на промышленном предприятии необходимо использовать методики оценки, построенные на основе теории

нечетких множеств. Формально вся информация, полученная из различных источников, может быть представлена в следующем виде:

$$A = \{(x, \mu_A(x))\}$$

Где A – нечеткое множество,

x – элемент нечеткого множества,

μ_A – степень соответствия.

Тогда допустимый уровень неопределенности и риска можно описать с помощью α -уровня. Все оценки выше этого уровня, будут характеризовать недопустимую рисковую область.

$$A_\alpha = \{x \in X | \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

Так же с помощью функции принадлежности $\mu_A(x)$ заданной на множестве $\mu_A(x) \rightarrow (-\infty; +\infty)$ можно оценить все решения, принимаемые в рамках инновационного процесса. Интервал состоит из трех частей, при представлении X как множества принимаемых решений $\{x \in X\}$:

- $\mu_A(x) > 0$ охватывает все решения, где уровень неопределенности и риска не превышает допустимый;
- $-1 \leq \mu_A(x) \leq 0$ охватывает все решения, где уровень неопределенности и риска превышает допустимый уровень, однако существует вероятность снизить их до допустимых значений;
- $\mu_A(x) < -1$ охватывает все решения, где уровень неопределенности и риска превышает допустимые значения и не может быть снижен до требуемого уровня.

Выбор наиболее эффективного решения всегда остается за лицом, принимающим решения, которое в этом процессе опирается на свой опыт, знания и интуицию. Модель выбора такого решения рассмотрена Заргарян Ю.А., Затылкиным В.В. в работе [4]. В данном случае функция принадлежности максимизирующего решения $\mu_{MR(F)}(x)$ может быть задана в следующем виде:

$$\mu_{MR(F)}(x) = \begin{cases} 0, F(x) \leq \inf_{S(R)} F \\ \frac{F(x) - \inf_{S(R)} F}{\sup_{S(R)} F - \inf_{S(R)} F}, \inf_{S(R)} F < F(x) < \sup_{S(R)} F \\ 1, \sup_{S(R)} F \leq F(x) \end{cases}$$

Задачи, в которых все нечеткие критерии нечетко независимы по предпочтению, т.е. каждый критерий независим по предпочтению от совокупности всех остальных, а отношением нестрогого предпочтения на множестве значений каждого критерия является отношение «нечетко не меньше», назовем многокритериальными задачами нечеткой максимизации. В таких задачах по каждому нечеткому критерию

желательно нечеткий максимум. Если же в задаче каждый нечеткий критерий желательно нечетко минимизировать, то она называется многокритериальной задачей нечеткой минимизации.[6]

Методика оценки и анализа неопределенности и риска, построенная на нечеткой логике, обладает большой гибкостью и адаптивностью к поступающей информации о факторах неопределенности и риска из различных источников. Это предоставляет лицу, принимающему решения, большой спектр возможностей для оперативного и эффективного анализа развивающейся ситуации, что в свою очередь позволяет в максимально сжатые сроки вырабатывать качественные управленческие воздействия на инновационный проект.

Эффективная система риск-менеджмента включающая идентификацию, анализ, оценку и управление неопределенностью и риском, связанные с реализацией инновационного процесса на промышленном предприятии, дает возможность организации стать саморегулирующейся системой. Это означает, что организация способна противостоять факторам внешней и внутренней среды, создающих трудности при достижении промышленным предприятием стратегических и оперативных целей, направленных на дальнейшее функционирование предприятия и его инновационной деятельности.

Появление в организации эффективного механизма разработки, оценки, выбора и реализации управленческих решений наделяет организацию свойством адаптации, то есть способностью при отрицательном воздействии внутренней и внешней среды самостоятельно менять свою внутреннюю структуру и механизмы функционирования для обеспечения эффективной работы, направленной на достижение поставленных целей.

Список литературы:

1. Аверкин А.Н., и др. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова.- М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.
2. Государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 51897-2002 принятый и введенный в действие Постановлением Госстандарта России от 30 мая 2002 г. N 223-ст
3. Давыдов Д.В. Измерение рисков в задачах принятия экономических решений : монография / Д.В. Давыдов, А.С. Красильников, А.В. Джигимон. – Владивосток : Изд-во Дальневост. Ун-та, 2010. 140 с.
4. Заргарян Ю.А., Затылкин В.В. Многокритериальное принятие решений по данным опроса мнений. // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Методы и средства адаптивного управления в электроэнергетике». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010, №1 (102). – 260 с., С. 104-110.
5. Заргарян Ю.А., и др. Моделирование систем проектирования с многими критериями // Современные научные исследования и инновации. – Октябрь 2013. - № 10. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2013/10/27961> (дата обращения: 25.01.2014)
6. Заргарян Е.В. Многокритериальная задача нечеткой максимизации независимых критериев. //Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Актуальные проблемы производства и потребления электроэнергии». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009, №5 (94). – 260 с., С. 117-122.

7. Г.Б. Клейнер, В.Л. Тамбовцев, Р.М. Качалов; Предприятие в нестабильной экономической среде: риски, стратегии, безопасность. // под общей редакцией д-ра тех. наук, проф. С.А. Панова и д-ра экон. наук, проф. Г.Б. Клейнера. М.: ОАО Изд-во «Экономика», — 1997 — 288 с..
8. Крайнюков А.Н., Казарин С.Н. Управление инновационными процессами в условиях комплексного воздействия факторов риска. // Поволжский торгово-экономический журнал. Саратовский институт РГТЭУ http://sarrsute.ru/images/stories/articlefoto/rio/journal/journal4%2820%29/Krainukov_Kazarin.pdf (дата обращения: 25.01.2014)
9. Кузьмин Е.А. Организационно-экономические системы в условиях неопределенности и определенности: оценка значений энтропии и негэнтропии УПРАВЛЕНЕЦ /11–12/39–40/2012.
10. Минко И.С. Экономические основы научно-технического прогресса, Ленинград, 1988 г., 38 с.
11. Минко И. С. Развитие системы управления научно-техническим прогрессом через структуризацию отраслевых инновационных систем.// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент, Выпуск №2, 2012. <http://economics.open-mechanics.com/articles/627.pdf> (дата обращения: 25.01.2014)
12. Минко И. С., Кряков П. Н. Задачи информационной логистики в инновационной деятельности.// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент, Выпуск № 1, 2013. <http://economics.open-mechanics.com/articles/745.pdf> (дата обращения: 25.01.2014)
13. Минко И.С., Шешегов С.В. Обоснование структур инновационных процессов в промышленности.// Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент, Выпуск № 1, 2013. <http://economics.open-mechanics.com/articles/746.pdf> (дата обращения: 25.01.2014)
14. Покровский А.К. Риск-менеджмент на предприятиях промышленности и транспорта: учебное пособие / А.К. Покровский. – М.: КНОРУС, 2011. – 160 с.
15. Приказ Федеральной службы государственной статистики от 29 августа 2013 г. N 349 "Об утверждении статистического инструментария для организации федерального статистического наблюдения за численностью, условиями и оплатой труда работников, деятельностью в сфере образования"
16. Тихомиров Н.П. Риск-анализ в экономике / Н.П. Тихомиров, Т.М. Тихомирова. – Москва: ЗАО «Издательство «Экономика», 2010. – 318 с.
17. Шенон. К. Работы по теории информации и кибернетики. Изд. Иностранной литературы, Москва 1963. 820 с.
18. Acerbi С. Special measures of risk: A coherent representation of subjective risk aversion // Journal of Banking & Finance. – 2002. - №26. – Pp. 1505-1518.
19. Fréchet M. Remarques au sujet de la note précédente // C.R. Acad. Sci. Paris. – 1958. - № 246. – Pp. 2719-2720.
20. Zadeh L.A. Fuzzy sets. — Information and Control, // 1965, vol.8, N 3, pp. 338-353.