

**ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЕТКОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
И РИСКОВ СТРАТЕГИЧЕСКОГО БИЗНЕС-ПЛАНИРОВАНИЯ  
НА ОСНОВЕ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ  
ИННОВАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

*Работа выполнена по программе повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского государственного университета, при финансовой поддержке РФФИ (грант №16-29-12858)*

*Сыряжкин В.И., доктор технических наук,*

*Горбачев С.В., кандидат технических наук,*

*Мизюркина О.И., инженер,*

*Горбачева Н.Н., инженер,*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет*

**Аннотация:** статья посвящена анализу и оценке эффективности и рисков научно-технологических бизнес-проектов стратегического характера в виде нечетких продукционных правил «Если..., то». При этом исследуется вопрос определения степени соответствия представленных в них технологий новому 6-му технологическому укладу. Представлены результаты экспертных опросов по выявлению ключевых показателей и индикаторов, существенных при переходе к 6-му технологическому укладу. Описывается методика анализа объектов интеллектуальной собственности в патентных ведомствах на основе «технологического всплеска». Показана концептуальная организация нечеткой системы оценки эффективности и рисков стратегического бизнес-планирования на 2 уровнях – содержательном и нейро-нечеткого вывода.

**Ключевые слова:** стратегическое бизнес-планирование, эффективность, риски, эксперты, оценка, нечеткий вывод

**Введение**

Существующие методики оценки эффективности и рисков научно-технологических бизнес-проектов стратегического характера, основанные на «концепции приоритета продукта» [1], не исключают рисков утверждения конкурентных сейчас, но «умирающих» в перспективе технологических направлений. Такие тупиковые проекты, потенциально отражающие лоббируемые инновационные продукты или услуги, могут создавать видимость их важности в го-

сударственном масштабе финансирования, а фактически – препятствовать научно-техническому прогрессу. Поэтому актуальным вопросом является разработка методики определения степени соответствия представленных в них технологий новому 6-му технологическому укладу. Согласно концепции Глазьева С.Ю., описанная им модель постепенной смены технологических укладов включает создание опережающих научно-технических, конструкторских, технологических заделов, являющихся важнейшим стратегическим

ресурсом государственной экономики [2]. Нас будут интересовать такие специфичные индикаторы, по неявным и опосредованным признакам которых возможно обнаружить характерные тренды и «слабые сигналы» нарастающих технологических прорывов.

Целью настоящего исследования является разработка концептуальной организации системы оценки эффективности и рисков научно-технологических бизнес-проектов стратегического характера, с нечетким выводом, в соответствии с ключевыми показателями 6-го технологического уклада.

#### **Методика анализа объектов интеллектуальной собственности**

Для выявления показателей 6-го технологического уклада мы предлагаем использовать так называемый «технологический всплеск» в основных зарубежных патентных организациях и бюро.

*Утверждение 1:* количественное нарастание технологических решений в направлении  $X$ , прямо отражает возможность формирования отрасли (или технологии) нового 6-го технологического уклада. Эту зависимость можно проверить посредством исторического анализа объектов интеллектуальной собственности основных зарубежных патентных ведомств, организаций и бюро.

Так, 25-30 лет назад исторически прослеживается количественное нарастание объектов интеллектуальной собственности по направлению сотых технологий, которые не только привели к созданию новых прорывных отраслей, но и изменили структуру технологического уклада. Выстраиваем динамический ряд, который позволит через «патентный всплеск» выявить закономерности постепенной смены 4-го, 5-го технологических укладов и зарождения нового 6-го технологического укла-

да путем создания опережающих научно-технических решений, технологий, отраслей.

Еще одним ключевым показателем определения степени соответствия представленных в проекте технологий новому 6-му технологическому укладу является стоимостная оценка технологии.

*Утверждение 2:* количественное нарастание валовой стоимости совокупности технологий по направлению (отрасли)  $X$  прямо отражает возможность формирования отрасли (или технологии) нового 6-го технологического уклада.

Таким образом, через историко-экономический мониторинг объектов интеллектуальной собственности описанная методика позволяет определить не только прорывные, но и "умирающие" технологии.

#### **Результаты эксперимента**

В анкеты экспертных опросов мы включили вопросы о ключевых показателях, отражающих процесс перехода к шестой волне инноваций и развития модели, направленной на изменение в волне технологических новшеств. В результате, были идентифицированы основные группы и индикаторы (макроэкономические, научно-технологические, исторические, инновационные), по которым проводится анализ эффективности и рисков стратегических бизнес-проектов в соответствии с тенденциями в формировании новой волны инноваций в экономике как части перехода от доминирующего технологического уклада к следующему.

Многие эксперты отметили необходимость проведения комплексного (количественного и качественного) анализа. Таким образом, к макроэкономическим показателям мы добавили качественную составляющую экономического роста, а также – с учетом технологической и инновационной

составляющей – показатели инновационной деятельности.

Второй этап экспертных опросов включал в себя вопросы форсайт-исследования инновационных технологий, включая вопросы их взаимодействия с точки зрения влияния на процесс сопряженности и формирования несущих отраслей и кластеров экономики нового технологического уклада [3]. Результаты обрабатывались с помощью построения нейро-нечетких сетей и нечетких когнитивных карт [4].

Следует отметить, что нейросетевые модели являются гибко настраиваемыми [5]. На началь-

ном этапе, они включают в себя набор количественных и качественных параметров, описанных выше. На последующих этапах модели могут дополняться другими характеристиками на основе исторических, культурных, психологических, климатических и других особенностей проекта, которые идентифицируются в ходе экспертных исследований. Концептуальная организация системы оценки включает в себя два уровня, которые соединены между собой с помощью анализа и прогнозов (рис.1). Этот методологический подход полностью вписывается и развивает методологию Форсайт-исследований [6].

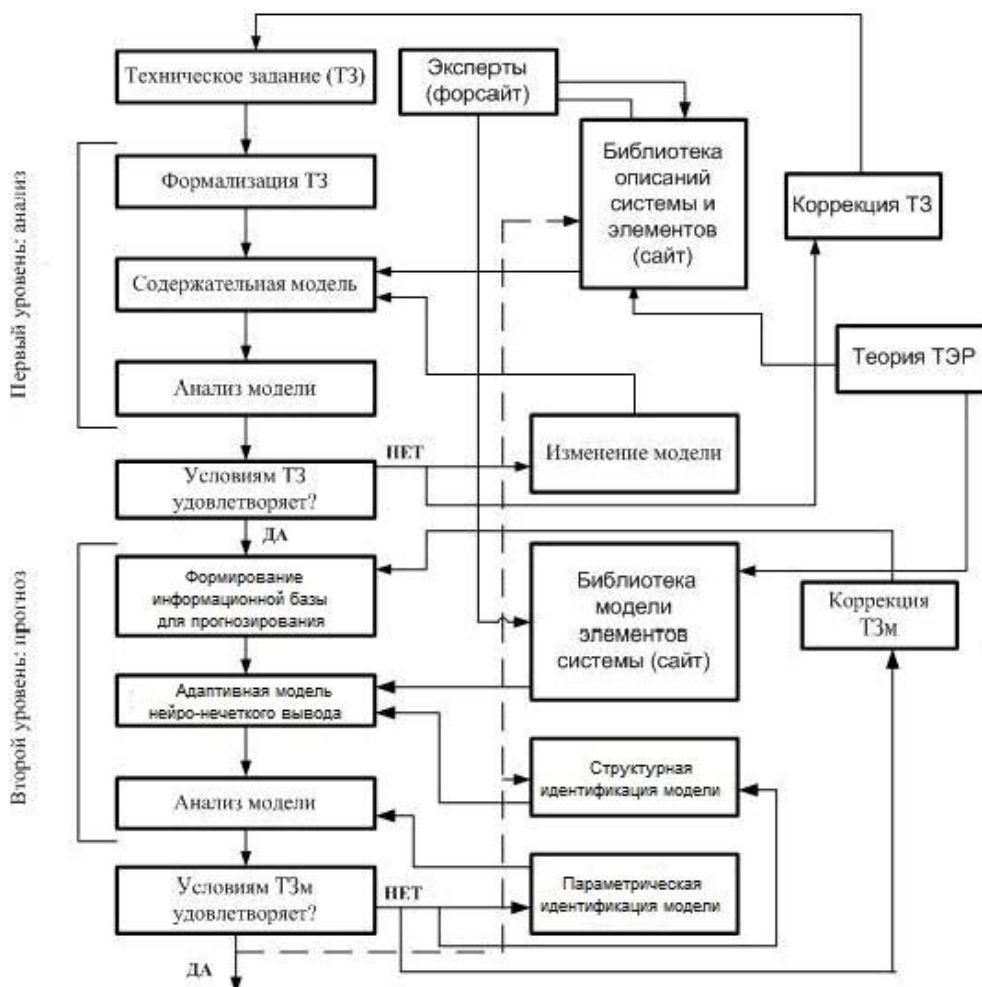


Рис. 1. Концептуальная организация нечеткой системы оценки эффективности и рисков стратегического бизнес-планирования на основе ключевых показателей инновационно-технологического развития

Адаптивная модель нейро-нечеткого вывода включает построение нейро-нечеткого дерева ре-

шений [5], с использованием треугольных функций принадлежности (рис. 2):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 - \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1 - \frac{x-b}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

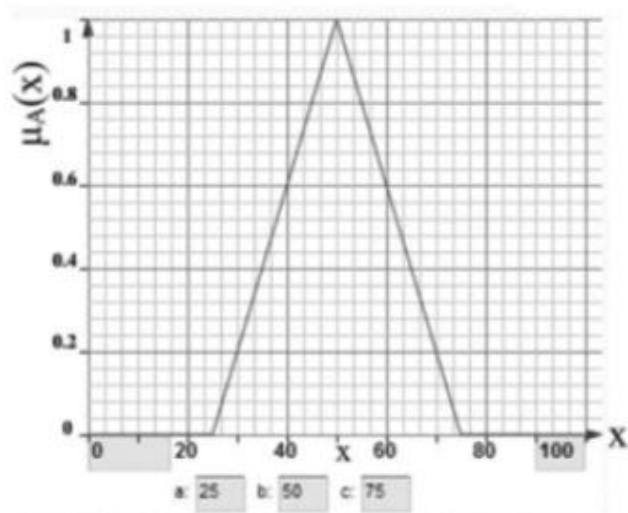


Рис. 2. График треугольной функции принадлежности

Построенная модель задает базу нечетких продукционных правил «Если..., то», интерпретирующих процесс принятия решений.

#### Выводы

1. На основе комплексных междисциплинарных исследований изучены критерии и приоритеты анализа научно-технологического развития инновационных объектов, с учетом признаков 6-го технологического уклада.

2. Показана эффективность комплексного использования интеллектуальных методов анализа и прогноза с методами форсайт-исследования (многоступенчатые опросы, глубинные интервью, экспертные семинары).

3. Описана методика патентного анализа на основе историко-экономического мониторинга документов с целью выявления "технологических всплесков".

4. Разработана и опробована на примере инновационных технологий концептуальная организация нечеткой системы оценки эффективности и рисков стратегического бизнес-планирования на основе ключевых показателей инновационно-технологического развития.

5. Результаты моделирования показывают, что выбор инновационных научно-технологических направлений требует рассмотрения с учетом уже достигнутого и потенциально достижимого уровня развития национальной науки и техники по сравнению с мировым. Перспективы дальнейших исследований связаны с повышением точности модельной траектории мирового технико-экономического развития.

### Литература

1. Клыпин А.В., Калюжный К.А. *Научно-технологические приоритеты России: проблемы формирования, корректировки и реализации // Национальные интересы: приоритеты и безопасность.* 2015. Т. 11. Вып. 45. С. 18 – 33.
2. *Когнитивные системы мониторинга и прогноза научно-технологического развития государства / Т.В. Абрамова, С.В. Ваганова, С.В. Горбачев и др. / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.И. Сырямкина. Томск: Издательство Томского государственного университета, 2012. 358 с.*
3. Соколов А.В. *Взгляд в будущее // Форсайт.* 2007. №1. С. 8 – 15.
4. Горбачев С.В. *Интеллектуальные форсайт-инструменты на основе нечеткого когнитивного моделирования в слабоструктурированной среде: Материалы международной конференции "Когнитивная робототехника" / Под ред. В.И. Сырямкина, А.В. Юрченко; Томский государственный университет, 7-10 декабря 2016 г. Часть 1. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2016. С. 120 – 129.*
5. *Нейросетевой подход к решению задачи прогнозирования научно-технологического развития государства / С.В. Горбачев, В.И. Сырямкин, М.В. Сырямкин и др. // Инновации.* 2017. №8 (226). С. 66 – 70.
6. Popper R. *Methodology: Common Foresight Practices & Tools, in Georghiou, L. et al., International Handbook on Foresight and Science Policy: Theory and Practice.* Edward Elgar, 2007. 196 p.

### References

1. Klypin A.V., Kalyuzhnyj K.A. *Nauchno-tehnologicheskie prioritety Rossii: problemy formirovaniya, korrek-tirovki i realizacii // Nacional'nye interesy: prioritety i bezopasnost'.* 2015. T. 11. Вып. 45. S. 18 – 33.
2. *Kognitivnye sistemy monitoringa i prognoza nauchno-tehnologicheskogo razvitiya gosudarstva / T.V. Abra-mova, S.V. Vaganova, S.V. Gorbachev i dr. / Pod red. d-ra tekhn. nauk, prof. V.I. Syryamkina. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2012. 358 s.*
3. Sokolov A.V. *Vzglyad v budushchee // Forsajt.* 2007. №1. S. 8 – 15.
4. Gorbachev S.V. *Intellektual'nye forsajt-instrumenty na osnove nechetkogo kognitivnogo modelirovaniya v slabostrukturirovannoj srede: Materialy mezhdunarodnoj konferencii "Kognitivnaya robototekhnika" / Pod red. V.I. Syryamkina, A.V. YUrchenko; Tomskij gosudarstvennyj universitet, 7-10 dekabrya 2016 g. CHast' 1. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2016. S. 120 – 129.*
5. *Nejrosetevoj podhod k resheniyu zadachi prognozirovaniya nauchno-tehnologicheskogo razvitiya gosu-darstva / S.V. Gorbachev, V.I. Syryamkin, M.V. Syryamkin i dr. // Innovacii.* 2017. №8 (226). S. 66 – 70.
6. Popper R. *Methodology: Common Foresight Practices & Tools, in Georghiou, L. et al., International Hand-book on Foresight and Science Policy: Theory and Practice.* Edward Elgar, 2007. 196 p.

---

**CONSTRUCTION OF A FUZZY SYSTEM FOR EVALUATION OF EFFICIENCY  
AND RISKS OF STRATEGIC BUSINESS PLANNING BASED ON KEY  
INDICATORS OF INNOVATIVE AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT**

*Sryamkin V.I., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor),*

*Gorbachev S.V., Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.),*

*Mizyurkina O.I., Engineer,*

*Gorbacheva N.N., Engineer,*

*National Research Tomsk State University*

**Abstract:** the article is devoted to the analysis and evaluation of the effectiveness and risks of scientific and technological business projects of strategic nature in the form of fuzzy production rules "If..., then". At the same time, the question of determining the degree of compliance of the technologies presented in them with the new 6th technological order is studied. The article presents the results of expert surveys to identify key indicators and indicators that are essential in the transition to the 6th technological order. The method of analysis of intellectual property objects in patent offices on the basis of "technological surge" is described. The conceptual organization of the fuzzy system for assessing the effectiveness and risks of strategic business planning, which has 2 levels-content and neuro – fuzzy inference is shown.

**Keywords:** strategic business planning, efficiency, risks, experts, assessment, fuzzy conclusion