

9. Winterford, B. \$45k stolen in phone porting scam [Electronic resource] / B. Winterford // ITnews, 2011. – Available at: <http://www.itnews.com.au/News/282310,45k-stolen-in-phone-porting-scam.aspx/0>
10. Schwartz, M. J. Zeus Banking Trojan Hits Android Phones [Electronic resource] / M. J. Schwartz // Information week, 2011. – Available at: <http://www.informationweek.com/mobile/zeus-banking-trojan-hits-android-phones/d/d-id/1098909>
11. Trojan Writers Target UK Banks With Botnets [Electronic resource] / TechWorld, 2010. – Available at: <http://news.techworld.com/security/3228941/trojan-writers-target-uk-banks-with-botnets>
12. Network Forensic Analysis of SSL MITM Attacks [Electronic resource] / NETRESEC Network Security Police Service, 2011. – Available at: <http://www.netresec.com/?page=Blog&month=2011-03&post=Network-Forensic-Analysis-of-SSL-MITM-Attacks>
13. Internet Banking Targeted Phishing Attack [Electronic resource] // Metropolitan Police Service, 2005. – Available at: <http://www.webcitation.org/5ndG8erWg>
14. Krebs, B. Spike in phone phishing attacks [Electronic resource] / B. Krebs // KrebsOnSecurity – 2010. – Available at: <http://krebsonsecurity.com/2010/06/a-spike-in-phone-phishing-attacks/>

*Розроблено інформаційну модель системи управління якістю промислової продукції на основі процесу оцінки та прогнозування показників якості з використанням інформаційних систем підтримки прийняття рішень. Модель дозволяє встановити і наочно представити взаємозв'язки між структурними елементами системи управління якістю для дослідження процесів будь-якої складності при розробці, виготовленні та експлуатації продукції різного цільового призначення*

*Ключові слова: інформаційна модель, система управління якістю, процес оцінки і прогнозування*

---

*Разработана информационная модель системы управления качеством промышленной продукции на основе процесса оценки и прогнозирования показателей качества с использованием информационных систем поддержки принятия решений. Модель позволяет установить и наглядно представить взаимосвязи между структурными элементами системы управления качеством и исследовать процессы любой сложности при разработке, изготовлении и эксплуатации продукции различного целевого назначения*

*Ключевые слова: информационная модель, система управления качеством, процесс оценки и прогнозирования*

УДК 658.562:004.9  
 DOI: 10.15587/1729-4061.2015.40538

# ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

**Н. А. Зубрецкая**  
 Доктор технических наук, профессор  
 Кафедра метрологии,  
 стандартизации и сертификации  
 Киевский национальный университет  
 технологий и дизайна  
 ул. Немировича-Данченко, 2,  
 г. Киев, Украина, 01011  
 E-mail: zubr\_27@mail.ru

## 1. Введение

Функционирование современных систем управления качеством промышленной продукции связано с необходимостью оперативного анализа больших объемов качественной и количественной информации. Деятельность промышленных предприятий и их взаимодействие с окружающей средой невозможно представить в виде традиционных формальных количественных взаимосвязей. В значительной степени эти взаимосвязи приходится описывать на качественном уровне, а последствия принятия организационно-технических решений часто оказываются неоднозначными или неопределенными.

Повышение эффективности управленческих процедур производства за счет упорядочения и синхронизации информационных потоков между структурно-функциональными элементами промышленного предприятия возможно на основе процесса оценки и прогнозирования качества. Однако реализация этого процесса в большинстве случаев не позволяет идентифицировать всю совокупность свойств продукции, процессов и их связей, вследствие чего для принятия управленческих решений необходимо создание и использования многофакторных структурно-параметрических моделей и современных технологий многомерного анализа данных.

## 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Управление качеством промышленной продукции на всех стадиях жизненного цикла осуществляется в условиях стохастической неопределенности информации о показателях качества продукции (ПКП) [1]. Для эффективного использования этой информации необходимо внедрение современных технологий многомерного анализа данных [2, 3] и разработка информационных многопараметрических моделей, позволяющих установить структуру материальных и информационных потоков в системе управления качеством с учетом ресурсных, нормативных и внешних ограничений [4].

Как показано в работах [4, 5], современные требования к системам управления качеством обуславливают необходимость внедрения информационных систем поддержки принятия решений (ИСППР) и адаптивных методов многомерного анализа. При решении слабоструктурированных задач оценки и прогнозирования качества продукции с целью повышения эффективности обработки многомерной информации необходимо использовать адаптивные методы, основанные на принципах структурно-функционального [6, 7], нейросетевого [8, 9], нечеткого моделирования [10]. Реализация этих технологий при создании ИСППР требует структуризации качества и процессов его формирования и разработки структурно-параметрических и функциональных моделей, которые являются основой информационного обеспечения и имитационного моделирования системы управления качеством.

## 3. Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка информационной модели системы управления качеством продукции на основе процессов оценки и прогнозирования показателей качества с использованием ИСППР.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- установить структуру взаимосвязанных факторов, задач, ограничений, материальных и информационных связей системы управления качеством и на этой основе разработать структурно-параметрические модели информационной поддержки процессов оценки и прогнозирования качества;
- обосновать средства и сферы реализации информационных моделей управления качеством продукции различного целевого назначения.

## 4. Методы исследований системы информационного обеспечения качества продукции

Синтез информационной модели системы управления качеством промышленной продукции на основе процессов оценки и прогнозирования требует комплексного применения методов системного анализа, структурно-параметрического и функционального и моделирования с учетом взаимосвязанных научных принципов квалитметрии, прогностики, стандартизации и теории управления качеством.

## 5. Результаты исследований процессов оценки, прогнозирования и управления качеством промышленной продукции

Представим информационную модель процессов оценки, прогнозирования и управления качеством промышленной продукции в виде структурной схемы замкнутого контура информационных и материальных потоков между взаимодействующими модулями, формирующими качество продукции: нормативным, производственным и информационным (рис. 1).

Нормативный модуль (НМ) представлен в виде пирамиды документов СМК, регламентирующих организационно-технические процедуры управления качеством. В основе этой пирамиды находятся: стандарты СМК серий ISO 9000, ISO 14000, ISO 22000 и др., регламентирующие процессы системного управления качеством; стандарты, нормирующие значения ПКП и процессы изготовления продукции (ДСТУ, ТУ), а также методы и средства их технического контроля (ТК) и испытаний (ИП).

Документами второго уровня являются системы стандартов, регламентирующие правила и процедуры: статистического контроля ПКП и обработки информации (ССМ); оценки показателей надежности технических изделий (ССНТ); системы управления измерениями (СУИ), технического регулирования (ТР), оценки соответствия (ОС) и информационного обеспечения (ИСППР). На каждом уровне НМ нормативные требования через обратные связи информационных потоков регламентируют соответствующие уровни производственного и информационного модулей.

Производственный модуль (ПМ) представляет собой функциональный блок материальных и энергетических потоков, преобразующих входные ресурсы в готовую продукцию. При этом роль информационных потоков на стадиях разработки, производства и эксплуатации продукции сводится к формированию управляющих воздействий, нацеленных на обеспечение соответствия ПКП установленным в НД требованиям и вырабатываемых в информационном модуле.

Информационный модуль (ИМ) обеспечивает функционирование организационно-технической системы на основе оперативного анализа больших объемов количественной и качественной информации при решении управленческих задач. Два уровня ИМ образуют иерархическую взаимосвязь информационных систем поддержки принятия решений (ИСППР): систем сбора, обработки, анализа, хранения, передачи и представления информации; систем поддержки принятия решений.

ИМ обеспечивает обратную связь реальных показателей ПМ с установленными требованиями к ним, на основе чего генерируются организационно-технические управленческие решения, направленные на устранение и предупреждения несоответствий.

Эффективность взаимодействия НМ, ПМ и ИМ обеспечивается информационными потоками на основе процесса оценки и прогнозирования качества с использованием ИСППР для принятия аналитических, прогнозных, проектных и управляющих организационно-технических решений (рис. 1).

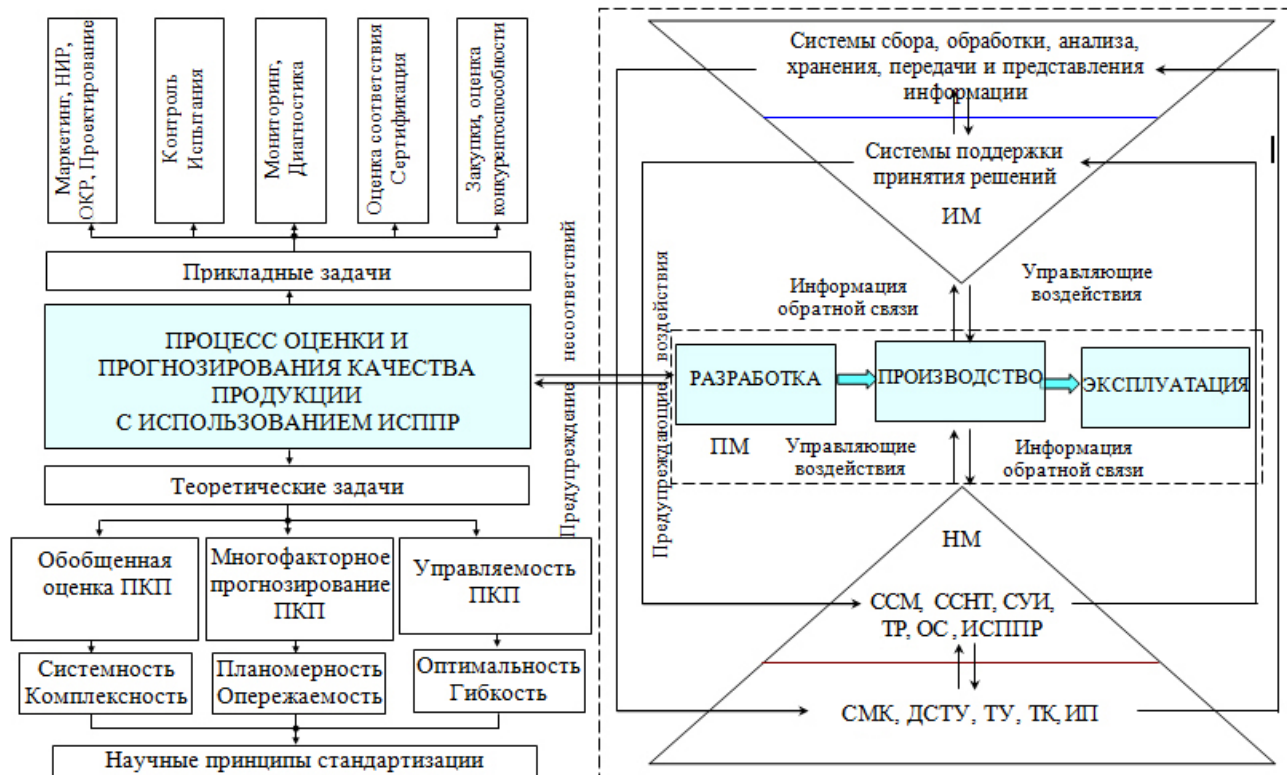


Рис. 1. Информационная модель системы управления качеством промышленной продукции на основе процесса оценки, прогнозирования: (→) – материальные и энергетические потоки; ↔ – информационные потоки

Процесс оценки и прогнозирования качества является ключевым элементом информационной системы, который необходим при решении прикладных задач управления качеством на всех стадиях жизненного цикла: маркетинговых, научно-исследовательских, проектно-конструкторских работах, при контроле, испытаниях, мониторинге, диагностике продукции, при оценке соответствия, сертификации, закупках и оценке конкурентоспособности. Реализация этого процесса в современных условиях требует использования ИСПП, повышающих эффективность процессов производства и управления за счет упорядочения и синхронизации информационных потоков между структурно-функциональными элементами производственного процесса промышленного предприятия [3].

Использование ИСПП обеспечит решение актуальных теоретических задач современной теории управления качеством, а именно: обобщенной оценки изделий для их сравнения и обоснованного выбора с учетом предпочтений потребителя; многокритериального и многофакторного прогнозирования для повышения управляемости ПКП и предупреждения их несоответствий. ИСПП позволяют реализовать многовариантные прогнозы и сценарии развития производственного процесса, оптимизировать его показатели с учетом научных принципов стандартизации: оптимальности, гибкости, планомерности, опережаемости, динамичности, системности и комплексности (рис. 1).

В результате анализа системных свойств и характеристик промышленной продукции, как объекта измерения, специфики целей оценки и прогнозирования качества, возможностей, преимуществ и ограничений

существующих информационных технологий в работе [4] сформулированы системные требования к ИСПП, решаемые задачи и удовлетворяющие этим требованиям и задачам технологии. При решении слабоструктурированных задач оценки и прогнозирования качества продукции с целью повышения эффективности обработки многомерной информации при выполнении предупреждающих и корректирующих воздействий необходимо использовать адаптивные методы, основанные на принципах структурно-функционального (SADT), нейросетевого, нечеткого моделирования [6–10]. Это позволит решать задачи классификации, кластеризации, аппроксимации, прогноза, оптимизации, хранения информации и управления, направленные на реализацию процесса оценки и прогнозирования качества при проектировании, контроле, диагностике, испытаниях, мониторинге и управлении ПКП.

С целью структурно-параметрического и функционального моделирования процесса оценки и прогнозирования качества промышленной продукции представим его в виде системы, состоящей из совокупности взаимосвязанных и взаимодействующих ресурсов и процедур, которые преобразуют входы в выходы и направлены на предупреждение потенциальных несоответствий продукции. Структурными элементами этой системы являются: задача, объект, модель, принцип и метод прогнозирования, условия оценки уровня качества продукции, субъект прогнозирования – лицо, принимающие решения (ЛПР), методика преобразования входной измерительной информации и верификации прогноза (рис. 2).

Под прогнозированием будем понимать экстраполяцию значений (или приращений)  $ПК_{прi}$ , установленных в НД и определяющих его состояние и свойства в определенный момент времени под влиянием внешних воздействующих факторов (ВВФ). Потребителем прогноза являются органы управления, использующие результаты прогнозирования, и в ряде случаев формулирующие задание на прогноз.

Основополагающим элементом процесса оценки и прогнозирования качества продукции является задача, решение которой позволяет получить конечный результат с заданной точностью и достоверностью в заданных условиях. Задачей (целью) прогнозирования будем считать выявление научно обоснованных предпосылок для принятия решений по управлению качеством в ранее не наблюдаемой ситуации.

Постановку такой задачи выполняет ЛПР, конкретизируя объект прогнозирования и выделяя значащие переменные прогнозирования  $Y_i$  (единичные или обобщенные ПКП).

Объектом оценки и прогнозирования являются показатели промышленной продукции  $ПК_{пр1}, \dots, ПК_{прn}$  или процессов ее создания, изготовления и потребления. В процессе оценки и прогнозирования качества на основе заданных условий ЛПР осуществляет выбор номенклатуры ПКП, определение их значений и сопоставление с базовыми.

Следует отметить, что при оценке уровня качества продукции не представляется возможным идентифицировать всю совокупность свойств

продукции  $\sum_{i=1}^n ПК_{прi}$  и их связей, вследствие чего принятие решений возможно только с использованием многопараметрического моделирования на основе многомерной априорной измерительной информации о свойствах продукции.

Это отражено на рис. 2 в виде интегрирования данных о цели, условиях оценки и априорной информации о ПКП. При этом большое значение имеет выбор моделей прогнозного фона, т.е. совокупности ВВФ, которые можно считать адекватно описывающими ПКП, для которых относительная ошибка (погрешность) прогноза оценок не должна превышать 10 %.

Конечной целью процесса прогнозирования является

уменьшение неопределенности выходной информации о ПКП для предупреждения возможных несоответствий и принятия оперативных управленческих решений с использованием полученной прогнозной информации.

Результат прогнозирования характеризуется достоверностью и точностью, т.е. погрешностью (ошибкой прогноза) – апостериорной величиной отклонения прогноза от действительного значения прогнозируемого показателя качества продукции. Качество прогноза определяется эффективностью обработки априорных данных и зависит от метода прогнозирования, позволяющего увеличить информативность значащей переменной объекта прогнозирования  $Y_j$  и уменьшить неопределенность выходной информации о ПКП. Принципы прогнозирования (системность, непрерывность, унификация и рентабельность) определяют выбор метода, который в свою очередь является основой разработки алгоритмов и методик прогнозирования.

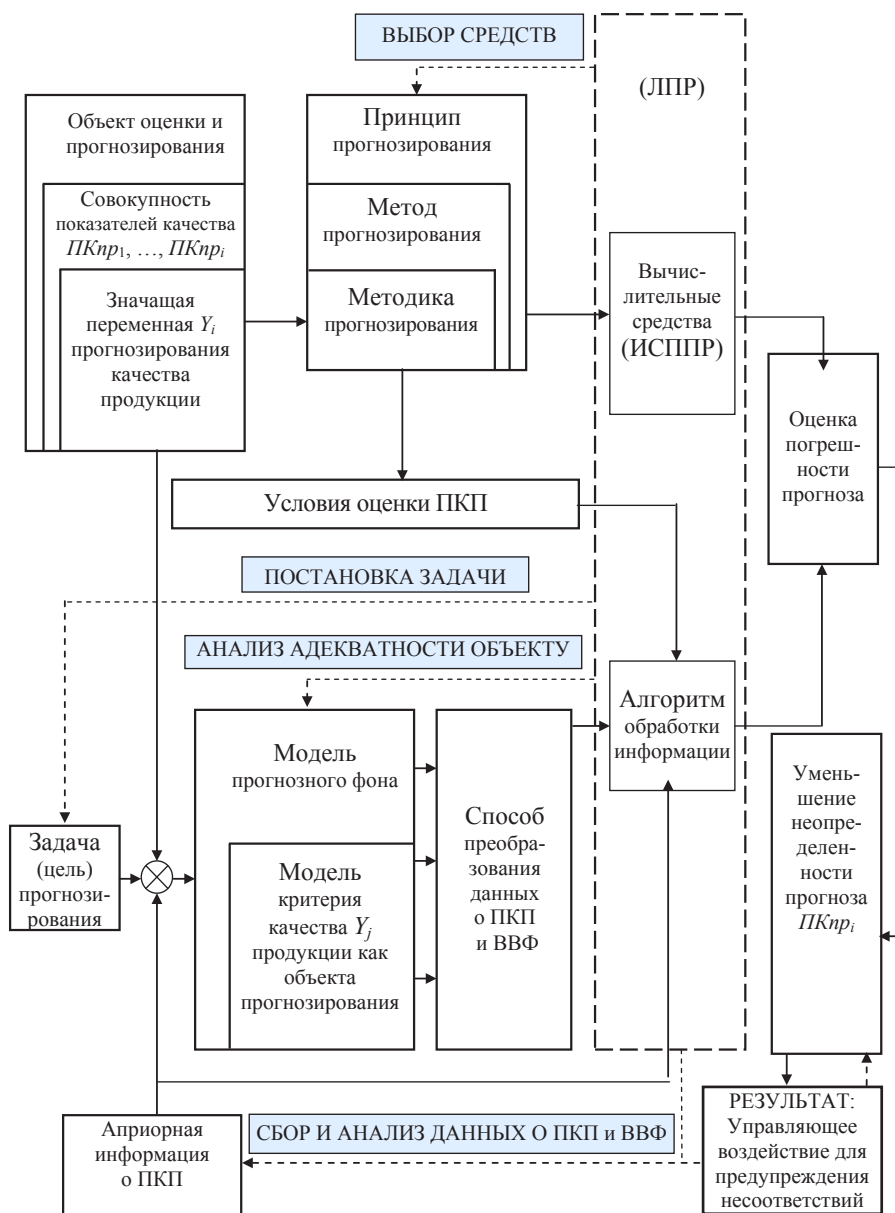


Рис. 2. Структурная схема процесса оценки и прогнозирования качества продукции

## 6. Обсуждение результатов моделирования системы управления качеством на основе процесса оценки и прогнозирования

Информационная модель системы управления качеством промышленной продукции на основе процесса оценки, прогнозирования (рис. 1) может быть построена с использованием современных технологий интеллектуального анализа данных, например, методологии структурно-функционального моделирования, средствами реализации которой являются CALS-технологии, стандарты IDEF0, программный продукт AllFusion Process Modeler (BPWin) [6, 7]. Примером такого моделирования может быть функциональная модель, разработанная для системы управления метрологической надежностью средств измерений и позволяющая решать аналитические, прогнозные задачи, определять пути рационализации существующей структуры процессов метрологического обеспечения и взаимосвязей между ними [5, 6].

В современных ИСППР при диагностике механизмов, управлении процессов; прогнозировании качества материалов и готовых изделий, контроле и управлении качеством продукции широкое практическое применение получили нейросетевые технологии [8, 9], системы нейросетевого моделирования (BrainMaker Professional, Deductor Studio, Statistica Neural Network и др.), позволяющие конструировать и использовать нейросетевые модели для решения указанных практических задач. Для создания баз знаний в рамках ИСППР также могут быть эффективно использованы системы нечеткого моделирования (CubiCalc, FuzzyCalc, Matlab, Fuzzy Logic Toolbox), основанные на принципах нечеткой логики (fuzzy logic) [10]. Особенностью их использования является возможность интеграции с другими информационными технологиями для создания гибридных моделей, объединяющих различные методы обработки информации.

Информационная модель системы управления качеством промышленной продукции и структурная модель процесса оценки и прогнозирования ПКП позволяют установить и наглядно представить взаимосвязи между структурными элементами качества и процессов его формирования. Модели являются основой для структурно-информационного и имитационного моделирования процессов любой сложности и могут быть использованы для принятия проектных и управленческих решений при разработке, изготовлении и эксплуатации продукции различного целевого назначения.

## 7. Выводы

В результате структурной формализации процесса оценки, прогнозирования и управления качеством продукции разработана информационная модель, позволяющая установить и наглядно представить взаимосвязи между структурными элементами качества и процессов его формирования. Модель представлена в виде замкнутого контура информационных и материальных потоков между нормативным, производственным и информационным модулями системы управления качеством, которые взаимодействуют на основе процесса оценки и прогнозирования. Модель является основой структурно-информационного и имитационного моделирования процессов для информационной поддержки принятия управленческих решений при разработке, изготовлении и эксплуатации промышленной продукции.

Выполнено структурно-параметрическое моделирование процесса оценки и прогнозирования качества продукции как совокупности взаимосвязанных ресурсов и процедур, направленных на уменьшение неопределенности информации и предупреждение несоответствий продукции с использованием технологий интеллектуального анализа данных.

## Литература

1. Федин, С. С. Оценка и прогнозирование качества промышленной продукции с использованием адаптивных систем искусственного интеллекта [Текст] / С. С. Федин, Н. А. Зубрецька. – К.: Интерсервис, 2012. – 206 с.
2. Pedersen, T. B. A foundation for querying complex multidimensional data [Text] / T. B. Pedersen // Information Systems. – 2001. – Vol. 26, Issue 5. – P. 383–423. doi: 10.1016/s0306-4379(01)00023-0
3. Bouzeghoub, M. Quality in Data Warehousing in Information and Database Quality [Text] / M. Bouzeghoub. - Kluwer Academic Publisher. 2002. – P. 163–198. doi: 10.1007/978-1-4615-0831-1\_8
4. Зубрецька, Н. А. Концептуальна модель системи інформаційного забезпечення якості промислової продукції [Текст] / Н. А. Зубрецька // Вісник КНУТД. – 2012. – № 3. – С. 68–74.
5. Зубрецька, Н. А. Функціональне моделювання системи управління метрологічною надійністю засобів вимірювання на етапах життєвого циклу [Текст] / Н. А. Зубрецька, С. С.Федін, О. М. Малиновська // Вісник КНУТД. –2011. – № 5(61). – С. 38–44.
6. Kettinger, W. Special Section: Toward a Theory of Business Process Change Management [Text] / W. Kettinger, V. Grover // Journal of Management Information Systems. - 1995. – Vol. 12, Issue 1. – P. 9–30.
7. Feldmann, C. G. The Practical Guide to Business Process Reengineering using IDEF0 [Text] / C. G. Feldmann. – Dorset House Publishing. 1998. – 230 p.
8. Gilev, S. E. On completeness of the class of functions computable by neural networks [Text] / S. E. Gilev, A. N. Gorban // Proc. of the World Congress on Neural Networks (WCNN'96), CA, Lawrens Erlbaum Associates, 1996. – P. 984–991.
9. Hornik, K. Multilayer feedforward networks are universal approximators [Text] / K. Hornik, M. Stinchcombe, H. White // Neural Networks. - 1989. – Vol. 2, Issue 5. – P. 359–366. doi: 10.1016/0893-6080(89)90020-8
10. Sandler, U. Neural Cell Behavior and Fuzzy Logic [Text] / U. Sandler, L. Tsitolovsky. - Springer, 2008. – 478 p.