

## АННОТАЦИЯ

**диссертационной работы Мурзахметова Асланбека Нурбековича на тему «Формирование и оптимизация системы инновации на основе двухуровневого словаря и геометрической интерпретации», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности: 6D070300 – «Информационные системы»**

**Актуальность темы исследования.** В настоящее время процесс эволюции знаний ведет к новому взгляду на научно-технические прорывы и переходу на новый уровень развития. Одна из причин такого прорыва - широкое использование инновационных технологий в различных сферах. Хотя механизм формирования и распространения инноваций отчасти давно известен, исследования в этой области весьма актуальны и требуют дальнейшего развития в связи с появлением новых концепций и новых исследовательских инструментов в сфере инноваций, поскольку некоторые вопросы не решены в достаточной степени. Понятие инновации впервые было введено американским ученым Дж.Шумпетером в его «Теории экономического развития» как понятие «новаторство» и «новизна». Затем разные ученые начали пояснять собственное понимание инноваций. В частности, Ф.Валента и Л.Волдачек пишут, что «инновация - это изменение», а Е.Уткин рассматривает инновацию как реальный «объект». Ф.Никсон - «комплекс мер», С.Валдайцев дал понятие «разработка нового продукта». В целом инновации - это социальное явление, то есть они определяют поведение людей по изменению традиций общества, стремлению к инновациям, переходу от одного этапа к другому.

На сегодняшний день накоплен большой опыт по исследованию формирования, распространения и воздействия инноваций на общество. Зарубежные ученые Э.Роджерс и Ф.Басс в 60-х годах предложили математические модели и концепции, объясняющие процесс формирования и влияние инноваций в социальной среде. В современных работах таких ученых, как П.Дойчманн, В.Даниэльсон, А.Барончелли, А.М.Федотов, Ф.А.Мурзин, В.Б.Барахнин рассматриваются диффузия инноваций, словарь в Naming Game. Кроме того, в исследованиях отечественных ученых А.Е.Дюсембаева, Ж.А.Тусупова рассматриваются работа словаря. Однако в этих работах не упоминаются оптимизация работы словаря инновации. В условиях глобальной сети практический размер такого словаря может быть очень большим. Такая задача представляет большой интерес, особенно если словарный запас большой. Это связано с тем, что словарь выполняет сотни или более машинных инструкций за несколько десятков микросекунд. Время загрузки страниц словаря занимает несколько десятков миллисекунд. Такие ситуации могут привести к ошибке взаимосвязанных ссылок на страницах словаря, т.е. к страничному отказу. Наличие страничных отказов может снизить производительность системы до 98% (D.Knuth, P.Denning, D.Ferrati и др.). Поэтому одна из основных задач системы управления страничной памятью, в том числе словаря инноваций – минимизировать количество страничных отказов. Ее решение обычно связано

с правильным выбором алгоритма замены страниц и реорганизацией кодов. Одним из таких решений является использование стратегия WS (Working set, на русском языке «Рабочее множество») путем реорганизации кодов программы для задачи сегментации программ (А.Е.Дюсембаев). Несомненно, что концепция рабочего множества играет важную роль в теории оптимизации вычислительных процессов, поэтому стратегия WS представляет особый интерес при решении проблемы реорганизации.

Актуальность избранной темы обусловлена:

- отсутствие подходов и моделей оптимизации для словарных систем инноваций;
- отсутствие окончательных решений, даже для родственных задач (refactoring, restructuring);
- большая размерность словаря инноваций (проблема Big Data);
- плохая компоновка концепций в словаре может вызвать падение производительности системы инноваций;
- низкая производительность системы из за избытка числа страничных отказов;
- возможность построения модели оптимизации мультиагентной системы для снижения риска возникновения эпидемии среди агентов;
- впервые поставлена задача оптимизации работы словаря инноваций и впервые показана возможность оптимизации модели (задачи) на основе геометрической интерпретации вычислительного процесса.

В связи с этим проводимое в диссертации исследование является актуальным.

**Целью исследовательской работы** является формирование и оптимизация системы инноваций, и применение оптимизированной системы к задаче реорганизаций групп мультиагентной системы.

**Задачи исследования:** реализация поставленной цели предполагает решение следующих задач:

- анализ литературы и технологий по описанию системы инновации и определение механизма формирования инноваций;
- формирование системы инноваций;
- модель оптимизации словаря инноваций на основе вычислительных процессов и геометрической интерпретации;
- применение разработанной модели к задаче реорганизации групп мультиагентной системы.

**Объект исследования:** система инноваций, оптимизация системы инноваций, мультиагентная система.

**Предмет исследования:** формирование системы инноваций, модель оптимизации словаря инноваций и применение модели оптимизации.

**Метод исследования:** В диссертации используются следующие методы для решения формулируемых задач: методы дискретной оптимизации, методы стохастического программирования, методы исследования операций, принципы геометрической интерпретации.

### **Научная новизна:**

1. Формирование системы инноваций;
2. Модель оптимизации словаря инноваций на основе вычислительных процессов и геометрической интерпретации;
3. Применение разработанной модели к реорганизации групп мультиагентной системы.

### **Теоретическая и практическая значимость исследования:**

Поставленные и решенные в диссертации задачи относятся к фундаментальному направлению компьютерных наук. Практическая значимость работы определяется тем, что построенные модели могут быть использованы на практике при оптимизации работы словаря инновации. В настоящее время вопросы и задачи связанные с проблемой диффузии инновации представляется значительный интерес как с теоретической точки зрения так и с точки зрения практики. Значительное количество публикации посвящено теоритическому исследованию феномена диффузии инновации, а также прикладным аспектам, при этом различными авторами использовалось понятие словаря инновации на страницах которого располагаются сами инновации. Такой словарь может иметь большой размерность и здесь закономерной является задача оптимизации работы словаря. В нашей модели оптимизации словарь является двухуровневым и разделен на страницы различного размера. Первый уровень словаря это статический память, где располагается сам словарь разделеный на страницы на которых располагаются инновации или концепции. Второй уровень словаря это его динамический память на страницах которой располагаются копии страниц статической памяти. В диссертации поставлена задача оптимизаций работы словаря, включающую систему ограничений допустимых решений и функционал. Полученные результаты служат основой для разработки практического алгоритма оптимизации.

Результаты и выводы исследования также позволяют анализировать процесс формирования и распространения инноваций в обществе, возникновения и распространения политических взглядов, идей, их влияния на общества.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- Впервые поставлена задача оптимизации работы словаря инноваций на основе стратегий рабочего множества;
- в контексте наших исследований введено понятие инновации и описан механизм формирования инноваций;
- построена математическая модель оптимизации словаря инноваций:
  - a) найден функционал (включая эмпирический функционал по  $h \geq 1$  экспериментам) задачи оптимизации словаря инноваций и система ограничений, задающих множество допустимых решений задачи оптимизации;
  - b) найдена геометрическая интерпретация вычислительного процесса как случайного блуждания по вершинам универсального комбинаторного пространства (Булеан);

с) показана возможность сокращения размерности задачи оптимизации словаря инноваций на основе геометрической интерпретации вычислительного процесса;

- показано применение разработанной модели для задачи реорганизации групп мультиагентной системы с целью снижения риска возникновения эпидемии.

**Апробация результатов научной работы:** Обсуждение результатов осуществлялись в рамках международных конференций: ISIS 2017 «The 18<sup>th</sup> International Symposium on Advanced Intelligent Systems», Тэгү, Южная Корея, 2017; «Integration of the scientific community to the global challenges of our time», Осака, Япония, 2017; «Әуезов оқулар», Чимкент, 2017; «Интеллектуалдық акпараттық және коммуникациялық технологиялар - «Қазақстан – 2050» стратегиясы аясында үшінші индустриалды революцияны жүзеге асырудың құралы», Астана, 2016; «Ғылым және Білім», Астана, 2015. Кроме того, результаты диссертации обсуждались на научных семинарах кафедры «Информационные системы», факультета информационные технологии КазНУ им. аль-Фараби и института информационных и вычислительных технологий.

**Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 20 публикациях:** 4 публикации в журналах с ненулевым импакт-фактором, входящих базу данных Scopus и Web of Science (Clarivate Analytics); 5 публикаций в журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования МОН РК; 5 публикаций в материалах и трудах международных конференций зарубежья и РК; 1 публикация в зарубежных журналах; 5 авторских свидетельств.

#### **Публикации:**

1. Fedotov A.M., Barakhnin V.B., Murzakhmetov A.N., Milyuk I.R. Modelling of process information dissemination and its impact dynamics to mass consciousness. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 15th December 2020. Vol.98. No 23. pp. 3691-3702
2. Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembaev A.E. Expansion of ideas and processes in social and biological communities. Eurasian Journal of Mathematical and Computer Applications. 2018, Vol. 6, iss. 4, pp. 17-28.
3. Murzakhmetov A.N., Dyusembayev A.E., Umbetov U.U., Abdimomynova M.M., Shekeyeva K. Study of the innovations diffusion on the base of Naming Game mathematical model. Compusoft an International Journal of Advanced Computer Technology. 2020, Vol. 9(1), pp. 3547-3551.
4. Grishko M.V., Murzakhmetov A.N. Making investment decisions based on econometric analysis in the conditions of Kazakhstan stock market // Bulletin of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan, Iss. 2, Mar 2015, pp. 250-256.
5. Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembayev A.E., Grishko M.V. Model of innovation diffusion in the social systems under the influence of the media and interpersonal communication. ISIS 2017-The 18th International Symposium on Advanced Intelligent Systems, October 11-14, 2017, EXCO in Daegu, South Korea. pp. 916-922.

6. Fedotov A.M., Murzakhmetov A.N., Dyusembayev A.E., Grishko M.V. To Analysis of the Model of Innovation Diffusion in the Social Systems under the Influence of the Media and Interpersonal Communication. INFORMATION, March 2018. Vol. 21, iss. 3, pp. 1187-1196.
7. Murzakhmetov A.N. Research Imitation Multiagent Models of the Securities Market. II International scientific-practical conference "Integration of the scientific community to the global challenges of our time" Vol.2, March 7-9, 2017, Osaka, Japan. pp. 46-52.
8. Umbetov U.U., Murzakhmetov A.N. Modeling the influence of internet news on the decision-making process of investors. Proceedings of international scientific-practical conference "Auezov Readings, 3-14 April Shymkent, 2017. Vol 5, pp. 318-321.
9. Мурзахметов А.Н., Федотов А.М., Гришко М.В., Дюсембаев А.Е. Әлеуметтік-экономикалық қоғамдарда инновацияның таралуын модельдеу. ҚР ҰҒА Хабарлары, физика-математика сериясы, №6 (316), 2017, 39-44 б.
10. Мурзахметов А.Н. Құнды қағаздар қоржынның тиімді аумағын есептеу жүйесі. ҚазККА Хабаршысы №2 (101), 2017, 241-248 б.
11. Мурзахметов А.Н. Интернет жаңалықтарының мәтіндерін автоматты талдау моделі. Д. Серікбаев атындағы ШҚМТУ хабаршысы, математика, физика, химия, информатика сериясы, №2, 2017, 112-116 б.
12. Мурзахметов А.Н., Бапанов А.А. Прогнозирования на основе эконометрических модели. «Интеллектуалдық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар - «Қазақстан – 2050» стратегиясы аясында үшінші индустриалды революцияны жүзеге асырудың құралы» III Халықар.ғыл. – практ. конфер. Баяндамалар жинағы. 2-3 маусым 2016 жыл. Астана, 2016.
13. Бапанов А.А., Мурзахметов А.Н. Современные классификаций онтологий. Сборник материалов X Международной научной конференции студентов и молодых ученых "Наука и образование - 2015", Астана, 2015. стр. 425-427.
14. Мурзахметов А.Н., Бейсов Н.К. Жасушалы автомат кеңістігінде ақпараттың таралуын талдау. ҚазҰТЗУ хабаршысы, техникалық ғылымдар сериясы, №6 (136), 2019, 462-465 б.
15. Murzakhmetov A.N., Infante Moro A., Dyusembayev A.E. Social media and networks as a tool to analysis of tourists preferences and requirements. Vestnik KazNRTU, №2 (138), 2020, pp. 227-231.
16. Гришко М.В., Мурзахметов А.Н., Дюсембаев А.Е. Модель принятия решений для Казахстанского фондового рынка на основе эконометрического анализа. Свидетельство депонирования объектов интеллектуальной собственности, авторское произведение. Регистрационный №002334, 29 апреля 2015 г.
17. Мурзахметов А.Н., Дюсембаев А.Е. Построение модели оптимизации работы словаря инновации на основе стратегий WS. Свидетельство о

- внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. №14230 от 30 декабря 2020 г.
18. Дюсембаев А.Е., Мурзахметов А.Н. Особенности модели оптимизации работы словаря инноваций при стратегии рабочего множества. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. №17094 от 29 апреля 2021 г.
  19. Дюсембаев А.Е., Мурзахметов А.Н. Построение модели реорганизации групп мультиагентной системы с возможным инфицированием агентов при контактах. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. №23780 от 21 февраля 2022 г.
  20. Дюсембаев А.Е., Мурзахметов А.Н. Информационная система формирования и оптимизации словаря инноваций. Свидетельство о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом. №24565 от 28 марта 2022 г.

**Объем и структура диссертации:** Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Работа выполнена на 103 страницах, в том числе 22 рисунков, список литературы из 159 источников и приложение на 15 страницах.

**Во введении** дается общее описание работы, литературный обзор темы исследования, дано обоснование актуальности, формулируются цели и задачи исследования, основные выводы и научная новизна работы.

**В первой главе** описаны особенности распространения инноваций, общие концепции и модели распространения инноваций, а также рассмотрены некоторые методы обмена.

**Во второй главе** диссертационной работы представлены исследования, направленные на реорганизацию словаря инноваций, и их результаты. Одной из причин исследования в этом направлении является отсутствие адекватных моделей по проблеме реорганизации словаря инноваций (концепций). В нашем случае задача перераспределения концепций по страницам статического словаря памяти с целью минимизации числа страничных отказов является известной *NP*-трудной задачей и для неё можно применять методы, основанные на кластерном подходе и других эвристических подходах. В этой главе, также, найдена геометрическая интерпретация вычислительного процесса, которая упрощает понимание деталей процесса и помогает построить математическую модель реорганизации, включая функционал и ограничения, последние задают множество допустимых решений. Модель и ее особенности дают основание для дальнейших исследований по построению алгоритма для получения оптимального или  $\varepsilon$ -оптимального решения построенной задачи, и обсуждаются некоторые свойства такого рода алгоритма.

**В третьей главе** диссертационной работы рассматривается мультиагентная система, агенты в которой разбиты на группы и подвергаются риску заражения при контактах друг с другом. Сформулирована задача оптимизации функционирования мультиагентной системы за счет перераспределения агентов

по группам с целью снижения возможности возникновения эпидемии. Как комбинаторная, эта задача, принадлежит классу  $NP$  полных задач, что отражает фундаментальный аспект данного исследования. Здесь использовано понятие рабочего множества, которое является важным понятием в теории вычислительных процессов и может служить основой для исследования других процессов. Кроме того, в этом разделе рассматривается модель распространения инноваций в социальной системе.

**В заключении** были сформулированы основные результаты и выводы работы.