

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.896

Загорский  
Александр Григорьевич

Модели и средства интеграции разнородных функциональных сервисов на  
основе семантической памяти

**АВТОРЕФЕРАТ**  
на соискание степени магистра  
по специальности 1-40 80 06 «Искусственный интеллект»

---

Научный руководитель  
Голенков Владимир Васильевич  
доктор технических наук, профессор

---

Минск 2023

## ВВЕДЕНИЕ

С развитием технологий становится все более актуальной задача создания комплексных компьютерных систем, которые могут самостоятельно взаимодействовать и решать сложные задачи. Для повышения уровня автоматизации всё более и более широких видов человеческой деятельности необходим качественный переход к разработке целых комплексов самостоятельно взаимодействующих между собой интеллектуальных компьютерных систем. Решение сложных задач сводится к требованию повышения уровня интеллекта индивидуальных кибернетических систем.

Однако, для повышения уровня интеллектуальности таких систем необходимо учитывать как традиционные подходы к разработке, так и возможности их расширения. В работе рассмотрены проблема формирования сложных гибридных компьютерных систем с использованием традиционных подходов к разработке, а также проблема расширения таких систем. Выделенные проблемы необходимо учесть при формировании цифровой экосистемы нового поколения, участники которой будут обладать уровнем интеллекта, значительно превышающим уровень интеллекта традиционных компьютерных систем. Предполагается, что формирование таких цифровых экосистем позволит объединять множество методов решения задач, необходимых для автоматизации всей человеческой деятельности.

Целью работы является снижение временных и материальных расходов при интеграции традиционных компьютерных систем в цифровые экосистемы. Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

- провести анализ проблем, возникающих при интеграции сторонних сервисов в цифровую экосистему;
- изучить требования, которые должны быть учтены при интеграции сторонних сервисов в цифровую экосистему нового поколения, с целью избежания выявленных проблем;
- выделить структуру цифровой экосистемы нового поколения, которая удовлетворяет требованиям к участникам;
- разработать методы и подходы к интеграции различных традиционных компьютерных систем в цифровую экосистему нового поколения;
- определить область применения предложенных методов, продемонстрировать примеры применения;
- проанализировать и оценить полученные результаты.

Выполнение поставленных задач позволит разработать эффективный метод интеграции различных сторонних сервисов в цифровую экосистему нового поколения, что приведет к упрощению автоматизации различных видов деятельности человека.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В рамках работы рассмотрены проблемы интеграции разнородных компьютерных систем в цифровую экосистему нового поколения, изучены понятия интеллектуальных кибернетических и многоагентных систем, а также разработаны соответствующие методы и подходы к интеграции на основе семантической совместимости компьютерных систем и компонентов.

Целью диссертации является снижение временных и материальных расходов при интеграции традиционных компьютерных систем в цифровые экосистемы. Одним из вариантов достижения цели является приведение подходов, методов и средств для интеграции разнородных функциональных сервисов на унифицированной семантической основе.

Основными задачами являлись:

- провести анализ проблем, возникающих при интеграции сторонних сервисов в цифровую экосистему;
- выделить структуру цифровой экосистемы нового поколения;
- разработать методы и подходы к интеграции различных традиционных компьютерных систем в цифровую экосистему нового поколения;
- определить область применения предложенных методов, продемонстрировать примеры применения;
- проанализировать и оценить полученные результаты.

Объектом исследования является процесс интеграции традиционных компьютерных систем с цифровой экосистемой нового поколения. Предметом исследования являются модели, методы и средства интеграции традиционных компьютерных систем с цифровой экосистемой нового поколения.

Результатом магистерской диссертации является разработка метода интеграции традиционных компьютерных систем с интеллектуальными компьютерными системами. Разработанный метод был успешно применён при разработке интеллектуальной диалоговой системы для интеграции разнородных традиционных функциональных сервисов. Научная новизна заключается в том, что был разработан метод интеграции традиционных компьютерных систем с интеллектуальными компьютерными системами.

Результаты данной работы отображены в 10 публикациях, из них 6 статей и 4 тезиса. Из данных публикаций 6 входят перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований Высшей аттестационной комиссии, 1 входит в библиографическую базу данных Scopus.

Общий объем магистерской диссертации составляет 61 страницу, включая 5 иллюстраций, библиографический список из 58 наименований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Данная работа посвящена исследованию методов и средств к интеграции разнородных сторонних сервисов в цифровую экосистему нового поколения, основанную на смысловом представлении информации.

В первом разделе проведён анализ проблем при формировании цифровых экосистем, что привело к требованию повышенного уровня интеллекта от участников экосистемы, особенно повышенного уровня интероперабельности. Проведён анализ факторов, влияющих на уровень интеллекта кибернетических систем, продемонстрированы преимущества и возможности взаимодействия систем с высоким уровнем интеллекта. В результате обоснована необходимость перехода к гибридным интеллектуальным компьютерным системам и к коллективам таких систем.

Во втором разделе рассматривается структура цифровой экосистемы, основанной на смысловом представлении информации. Обоснован выбор Технологии OSTIS, описаны цели и принципы Экосистемы OSTIS, рассмотрена её структура. Рассмотрены принципы поддержки совместимости между ostis-системами, входящими в состав Экосистемы OSTIS, а также принципы интеграции разнородных сторонних систем в состав Экосистемы OSTIS, предложен соответствующий алгоритм.

В третьем разделе рассмотрена область применения предложенного подхода, например интеллектуальные порталы знаний, интеллектуальные корпоративные системы различного назначения, интеллектуальные персональные ассистенты. Также рассмотрен пример реализации интеллектуальной диалоговой системы, которая использует множество методов решения задач, в том числе используя внешние функциональные сервисы. Полученная система была протестирована, приведены в пример некоторые фрагменты диалога, проведён анализ.

Таким образом, возможность интеграции традиционных сервисов и информационных ресурсов с единой платформой семантически совместимых компьютерных систем является важнейшим элементом для решения задачи автоматизации всей человеческой деятельности. *Технология OSTIS* обеспечивает основу для разработки сложных систем и их беспрепятственной *интеграции* с существующими услугами и *ресурсами*.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Центральной проблемой следующего этапа развития информационных технологий является проблема обеспечения семантической совместимости компьютерных систем и их компонентов. Для решения этой проблемы необходим переход от традиционных компьютерных систем и от современных интеллектуальных систем к семантически совместимым компьютерным системам. Подход общей модернизации всех традиционных систем для достижения необходимого уровня интеллекта может быть нереализуемым или слишком затратным, поэтому для решения данной проблемы следует использовать метод взаимодействия между традиционными и более интеллектуальными компьютерными системами нового поколения.

Полученные результаты и предложенный подход к интеграции с различными сервисами могут быть использованы для создания более эффективных и удобных цифровых экосистем нового поколения, способных решать сложные задачи в автоматизации различных видов человеческой деятельности. Кроме того, дальнейшее развитие Технологии OSTIS и её применение при создании цифровых экосистем может стать перспективным направлением исследований в области информационных технологий.

В результате продемонстрировано, как и для каких задач могут быть использованы выделенные методы и подходы к интеграции, а также приведён пример применения подхода в задаче проектирования и реализации интеллектуальной диалоговой системы. Проанализированы результаты тестирования системы и оценена её эффективность в использовании интегрированных сервисов. В целом, результаты данного раздела подтверждают необходимость и актуальность разработки методов и подходов к интеграции разнородных сервисов в цифровые экосистемы, а также показывают потенциал и эффективность использования таких методов и подходов в практических задачах.

Результаты данной работы отображены в 10 публикациях, из них 6 статей и 4 тезиса. Из данных публикаций 6 входят перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований Высшей аттестационной комиссии, 1 входит в библиографическую базу данных Scopus.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Коршунов, Р. А. Средство автоматизированного пополнения базы знаний OSTIS-системы на основе знаний из внешних источников / Р. А. Коршунов, А. Г. Загорский // Информационные технологии и управление : материалы 57-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов по направлению 2, Минск, 19-23 апреля 2021 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2021. – С. 14.

[2] Загорский, А. Г. Онтологический подход к интеграции сторонних функциональных приложений системы обработки знаний / Загорский А. Г. // Информационные технологии и системы 2021 (ИТС 2021) = Information Technologies and Systems 2021 (ITS 2021) : материалы международной научной конференции, Минск, 24 ноября 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2021. – С. 80–81.

[3] Korshunov, R. A. Ontological approach to the integration of knowledge from external sources / R. A. Korshunov, M. E. Sadouski, A. G. Zagorskij // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2021) : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голенков [и др.]. – Минск, 2021. – Вып. 5. – С.117–122.

[4] Semantic analysis of the video stream based on neuro-symbolic artificial intelligence / A. Kroshchanka [et al.] // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2021) : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голенков [и др.]. – Минск, 2021. – Вып. 5. – С.193–204.

[5] A Neural-Symbolic Approach to Computer Vision / A. Kroshchanka [et al.] // Open Semantic Technologies for Intelligent Systems. OSTIS 2021. Communications in Computer and Information Science / Springer, Cham. - September, 2022. - vol. 1625.

[6] Бутрин, С. В. Средства генерации фрагментов баз знаний интеллектуальных систем на основе шаблонов / Бутрин С. В., Загорский А. Г. // Информационные технологии и управление : материалы 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 18–22 апреля 2022 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2022. – С. 70.

[7] Бутрин, С. В. Подход к генерации фрагментов баз знаний интеллектуальных систем на основе шаблонов / Бутрин С. В., Загорский А. Г. // Информационные технологии и управление : материалы 58-ой научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 18–22 апреля 2022 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск, 2022. – С. 71.

[8] Zagorskiy, A. Factors that determine the level of intelligence of cybernetic systems = Факторы, определяющие уровень интеллекта кибернетических систем / A. Zagorskiy // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2022) : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голенков [и др.]. – Минск, 2022. – Вып. 6. – С. 13–26.

[9] Zagorskiy, A. Principles for implementing the ecosystem of next-generation intelligent computer systems = Принципы реализации экосистемы интеллектуальных компьютерных систем нового поколения / A. Zagorskiy // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2022) : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голенков [и др.]. – Минск, 2022. – Вып. 6. – С. 347–356.

[10] Zagorskiy, A. Integration of Third-Party Functional Services on a Unified Semantic Basis = Интеграция сторонних функциональных сервисов на унифицированной семантической основе / A. Zagorskiy // Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем = Open Semantic Technologies for Intelligent Systems (OSTIS-2023) : сборник научных трудов / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. В. Голенков [и др.]. – Минск, 2023. – Вып. 7. – С. 207–212.