

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий  
институт

Межинститутская базовая кафедра  
«Прикладная физика и космические технологии»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ В.Е. Косенко  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

«Разработка имитационной модели оценки параметров радиационного преобразователя энергии для космических аппаратов»  
тема

09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»  
код и наименование магистерской программы

Руководитель	_____	доцент МБК ПФиКТ канд.техн.наук	<u>В.А. Углев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Н.А. Болсуновский</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	згд по качеству АО «РЕШЕТНЁВ», канд.техн.наук	<u>Ю.В. Кочев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	профессор МБК ПФИКТ канд.техн.наук	<u>В.Е. Чеботарев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2023

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка методики интеграции экспертных систем в пользовательские проекты» содержит 75 страниц текстового документа, 39 использованных источников.

*Искусственный интеллект, экспертные системы, нечеткая логика, продукционные правила, FLM\_Builder.*

Целью диссертационного исследования является разработка методики интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения.

Задачи диссертационного исследования:

1) выполнить анализ предметной области и патентные исследования по теме методики интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения;

2) разработать методику интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения;

3) провести эксперимент.

В результате ВКР была разработана новая методика интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения. В результате эксперимента предложенной методики, проведенного в рамках учебного процесса магистратуры СФУ были получены результаты, которые подтверждают удобство и быстроту интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Об экспертных системах.....	8
1.1 Экспертные системы и проблемы их интеграции с пользовательскими приложения.....	8
1.1.1 Об экспертных системах .....	8
1.1.2 Классификация на основе критерия модульности: анализ и систематизация подходов к разбиению систем на модули.....	13
1.1.3 Проблемы интеграции экспертных систем в пользовательские приложения.....	20
1.2 Продукционные экспертные системы система FLM_Builder.....	23
1.3 Постановка задачи.....	28
1.4 Выводы по главе.....	28
2 Модульная организация экспертных систем.....	30
2.1 Проект модульной продукционной экспертной системы .....	30
2.2 Организация модели экспертных систем.....	33
2.3 Механизмы просчёта .....	38
2.4 Методы интеграции экспертных систем.....	47
3 Эксперимент.....	49
3.1 Модуль FLM_Modul.py.....	49
3.2 Сетевой конструктор.....	51
3.3. Экспериментальная проверка методики.....	56
3.4 Выводы по главе.....	60
Заключение.....	69
Список сокращений.....	71
Список использованных источников.....	72

## ВВЕДЕНИЕ

*Актуальность работы.*

Экспертные системы являются актуальной темой исследований и разработок в настоящее время. В современном мире, где данные становятся все более объемными и сложными, экспертные системы могут помочь в обработке и анализе информации, а также принимать решения на основе этой информации, таких как медицина, финансы, производство и другие. Эти программы используют знания экспертов в определенной области, чтобы помочь пользователям принимать решения и решать сложные задачи. Экспертные системы представляют собой инновационный инструмент для автоматизации процессов принятия решений, что позволяет сократить время и улучшить качество принимаемых решений. Они могут быть использованы для решения различных задач, от простых до сложных, и могут помочь неспециалистам в принятии решений на основе знаний и опыта.

Однако, анализ существующих экспертных систем и способов интеграции их в сетевые пользовательские приложения показал необходимость разработки новой методики интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения, что бы пользователь, не обладающий достаточными знаниями в программировании смог интегрировать экспертную систему в своё приложение.

*Объектом* исследования является экспертные системы, интегрируемые в сетевые пользовательские приложения.

*Предметом* исследования являются способы интеграции ЭС в сетевые пользовательские проекты.

*Гипотеза* исследования заключается в том, что возможно разработать методику интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения, которая будет более эффективной и быстродействующей, чем существующие методы интеграции.

*Целью* диссертационного исследования является разработка методики интеграции сетевых экспертных систем в пользовательские приложения.

*Задачи* диссертационного исследования:

- выполнить анализ предметной области, и патентные исследования по теме интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения;

- разработать методику интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения;

- провести апробацию предложенной методики в учебном процессе магистратуры СФУ.

- при написании диссертации использовались *методы* нечеткой логики, экспертных систем, инженерии знаний, объектно-ориентированного программирования, а также *средства* высокоуровневого программирования.

- *критерием* результата является время, затраченное на интеграцию экспертной системы.

- *научная новизна* диссертационного исследования состоит в предложенной методике интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения.

*Практическая значимость* данного диссертационного исследования заключается в возможности расширения функционала пользовательского приложения при помощи интегрированной экспертной системы, что позволяет существенно сократить время на разработку по сравнению со стандартными методами программирования. Это было продемонстрировано на примере учебного процесса магистрантов СФУ.

[Изъято с 8 по 68 страницы согласно заявления по форме Приложения Б Регламента РД РВКР -2016]

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения магистерской работы цель была достигнута, гипотеза подтверждена.

В ходе анализа предметной области по теме интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения было выявлено, что существующие конструкторы экспертных систем могут представлять сложности при интеграции в сетевые пользовательские приложения или вообще быть невозможными из-за ряда факторов:

- ограниченность технологий. Конструкторы экспертных систем разработаны с использованием устаревших технологий и языков программирования, которые несовместимы с современными веб-технологиями. Это может создавать проблемы при интеграции в сетевые приложения на основе современных вебфреймворков и технологий;

- ограниченность функциональности. Конструкторы экспертных систем могут предоставлять ограниченный набор функциональности, который может быть недостаточным для создания сложных и масштабируемых сетевых приложений. Потому что они не поддерживают необходимые возможности для обработки и передачи данных через сеть, взаимодействия с другими компонентами приложения и поддержки многопользовательской работы.

- сложность интеграции. Конструкторы экспертных систем представляют сложности при интеграции с другими компонентами сетевого приложения. Это связано с несовместимостью интерфейсов программирования приложений (API), различными форматами данных и ограничениями взаимодействия между компонентами.

Была разработана методика интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения, используя Python-модуль FLM\_Modul.py. Приведен пример интеграции в сетевые пользовательские приложения на языках программирования Python и JavaScript.

Так же была проведена апробация предложенной методики в учебном процессе магистратуры СФУ, показавшая эффективность данной методики.

провести апробацию предложенной методики в учебном процессе магистратуры СФУ.

Научная новизна диссертационного исследования состоит в предложенной методике интеграции экспертных систем в сетевые пользовательские приложения.

Практическая значимость данного диссертационного исследования заключается в возможности расширения функционала пользовательского приложения при помощи интегрированной экспертной системы, что позволяет существенно сократить время на разработку по сравнению со стандартными методами программирования. Это было продемонстрировано на примере учебного процесса магистрантов СФУ.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

ЭС – экспертная система;

ПЭС – производственная экспертная система;

НЛ – нечеткая логика.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Беленков, В. Д. Электронные системы идентификации подписей / В. Д. Беленков ; Защита информации. Конфидент. 1997. – №6. – С. 39-42.
- 2 Белоцерковский, О. М. Компьютерное распознавание человеческих лиц / О. М. Белоцерковский, А. С. Глазунов, В. В. Щенников ; Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. 1997. – №8. – С. 3-14.
- 3 Болсуновский, Н. А. Конструктор производственных экспертных систем с элементами нечёткой логики FLM\_Builder и интеграция его моделей в пользовательские проекты / Н. А. Болсуновский, А. Д. Пронин, В. А. Углев ; Нейроинформатика, ее приложения и анализ данных: XXX Всероссийский семинар. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2022. – С. 24-33.
- 4 Бочкарев, С. Л. Новые возможности биометрических голосовых технологий / С. Л. Бочкарев, Л. Н. Сапегин ; Защита информации. Конфидент. 2003. – №5. – С. 34-39.
- 5 Брюхомицкий, Ю. А. Система скрытного клавиатурного мониторинга / Ю. А. Брюхомицкий, М. Н. Казарин ; Известия ТРТУ. – 2006. – № 9 (64). – С. 153-154.
- 6 Васильев, В. И. Распознавание психофизиологических состояний пользователей на основе скрытого мониторинга действий в компьютерных системах / В. И. Васильев, А. Е. Сулавко, Р. В. Борисов ; Искусственный интеллект и принятие решений. 2017. – № 3. – С.21-37.
- 7 Гаврилова, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилова, В. Ф. Хорошевский ; СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
- 8 Гальперин, И. Р. Текст как объект лингвистического исследования / И. Р. Гальперин ; – 4-е изд., стереотип. – Москва: КомКнига, 2006. – 144 с.
- 9 Горелик, В. Ю. Идентификация и аутентификация пользователей веб – ориентированной информационной системы / В. Ю. Горелик, Г. А.

Пискунов ; Перспективные системы и технологии как парадигма технического прорыва: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. – Тюмень: Агентство международных исследований. 2020. – С. 14-21.

10 Гузик, В. Ф. Биометрический метод аутентификации пользователя / В. Ф. Гузик, М. Н. Десятерик ; Известия ТРТУ. Технические науки. – 2000. – № 2. – С. 129-133.

11 Довгаль, В.А. Захват параметров клавиатурного почерка и его особенности /А. В. Довгаль ; Материалы всероссийской научно-практической конференции «Информационные системы и технологии в моделировании и управлении». – Изд-во Типограф. «Ариал». 2017. – С.230-236.

12 Довгаль, В. А. Обзор характеристик производительности наборов данных, используемых для обеспечения информационной безопасности на основе клавиатурного почерка / В. А. Довгаль ; Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. – 2016. – Т. 4. – №191. – С. 157-163.

13 Дэвид Уиллис Шесть биометрических устройств идентификации отпечатков пальцев / Дэвид Уиллис, Майк Ли. ; Сети и системы связи. 1998. – № 9(31). – С. 146-155.

14 Епифанцев, Б. Н. Альтернативные сценарии авторизации при идентификации пользователей по динамике подсознательных движений / Б. Н. Епифанцев, П. С. Ложников, А. Е. Сулавко ; Вопросы защиты информации ФГУП «ВИМИ». – 2013. – № 2. – С. 28-35.

15 Еременко, А. В. Двухфакторная аутентификация пользователей компьютерных систем на удаленном сервере по клавиатурному почерку / А. В. Еременко, А. Е. Сулавко ; Прикладная информатика. – 2015. – Т. 6. – №60. – С. 48-59.

16 Еременко, Ю. И. Идентификация пользователя по его клавиатурному почерку / Ю. И. Еременко, Ю.С. Олюнина ; Сборник материалов Двенадцатой

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство». – 2015. – С. 147-151.

17 Заде, Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде ; М.: Мир. 1976. – 165 с.

18 Задорожный, В. Обзор биометрических технологий / В. Задорожный ; Защита информации. Конфидент. – 2003. – № 5. – С. 26-29.

19 Иванов, А. И. Нейросетевые алгоритмы биометрической идентификации личности / А. И. Иванов ; М.: Радиотехника. 2004. – 143 с.

20 Калужин, А. С. Подтверждение личности пользователя по его клавиатурному подчерку / А. С. Калужин, Д. Д. Рудер ; Известия Алтайского государственного университета. – 2015. – Т. 1. – №85. – С. 158-162.

21 Филлипс, К. Ваше лицо – гарант безопасности / К. Филлипс ; PCWEEKRUSSIANEDITION. – 3 июня 1997. – С. 35-38.

22 Кириличев, А. О. База знаний для системы валидации пользователей по текстовому следу / А. О. Кириличев, В. А. Углев ; АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. В 4 ч. Ч. 2. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2023. – С. 73-76.

23 Кириличев, А. О. Конструирование и реализация экспертной системы валидации пользователей по текстовому следу / А. О. Кириличев, Н. ?. Болсуновский, В. А. Углев ; АКТУАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: сборник статей XII Международной научно-практической конференции. В 4 ч. Ч. 2. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2023. – С. 73-76.

24 Коляда, Н. А. Адаптивная технология идентификации пользователя по клавиатурному почерку / Н. А. Коляда, Ю.А. Чернявский ; Информатика. 2007. № 1(13). – С. 106-113.

25 Коротаяев, Г. А. Анализ и синтез речевого сигнала методом линейного предсказания / Г. А. Коротаяев ; Зарубежная радиоэлектроника. – 1990. – №3. – С. 31-50.

26 Мазниченко, Н. И. Анализ возможностей систем автоматической идентификации клавиатурного почерка / Н. И. Мазниченко, М. В. Гвозденко ; Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование. – 2008. – №24. – С. 77-81.

27 Мартынова, Л. Е. Исследование и сравнительный анализ методов аутентификации / Л. Е. Мартынова, М. Ю. Умницын, К. Е. Назарова ; Молодой ученый. – 2016. – № 19 (123). – С. 90-93.

28 Минаев, В. А. Оценка рисков идентификации и аутентификации субъектов электронного взаимодействия / И.Д. Королев, А.Г. Сабанов ; Вестник УрФО. Безопасность в информационной сфере. – 2018. – № 4(30). – С. 43-49.

29 Рыбченко, Д. Е. Критерии устойчивости и индивидуальности клавиатурного почерка при вводе ключевых фраз / Д. Е. Рыбченко ; Специальная техника средств связи. Серия Системы, сети и технические средства конфиденциальной связи. Пенза, ПНИЭИ. – 1997. Выпуск №2. – С.104-107.

30 Рыбченко, Д. Е. Анализ клавиатурного почерка аппаратом нечетких множеств для целей ограничения доступа и аудита. / Д. Е. Рыбченко, А.И. Иванов ; Специальная техника средств связи. Серия Системы, сети и технические средства конфиденциальной связи. Пенза, ПНИЭИ. – 1996. Выпуск 1. – С.116-119.

31 Сарбуков, А. Е. Аутентификация в компьютерных системах / А. Е. Сарбуков, А. А. Грушко ; Системы безопасности. – 2003. – № 5(53). – С. 118-122.

32 Скуратов, С. В. Использование клавиатурного почерка для аутентификации в компьютерных информационных системах / С. В. Скуратов ; Безопасность информационных технологий. – 2010. – № 2. – С. 35-38.

33 Сулавко, А. Е. Высоконадежная двухфакторная биометрическая аутентификация по рукописным и голосовым паролям на основе гибких нейронных сетей / А. Е. Сулавко ; Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 1. – С. 82-91.

34 Фунтиков, В. А. Автоматическое прогнозирование уровня безопасности / В. А. Фунтиков, О. В. Ефремов, А. И. Иванов ; Защита информации. Конфидент. – 2003. – №5. – С.30-33.

35 Хоменко, А. Ю. Автоматическая обработка текста и лингвистическое моделирование как способы решения проблем атрибуционной лингвистики / А. Ю. Хоменко, Е. Р. Бенькович, Д. И. Гайнутдинова ; Политическая лингвистика. – 2020. – № 3 (81). – С. 215-224.

36 Ходашинский, И. А. Технология усиленной аутентификации пользователей информационных процессов / И. А. Ходашинский, М. В. Савчук, И.В. Горбунов ; Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2011. – № 2–3 (24). – С. 236-248.

37 Koboжек, P.

Application of recurrent neural networks for user verification based on keystroke dynamics

Применение рекуррентных нейронных сетей для верификации пользователей на основе динамики нажатий клавиш / P. Koboжек, K. Saeed

; Journal of Telecommunications and Information Technology. – 2016. – Vol. 3. – P. 80-90.

38 Killourhy, K. S. Comparing anomaly detectors for keystroke dynamics  
Сравнение детекторов аномалий для определения динамики нажатия клавиш / K. S. Killourhy, R. A. Maxion ; Proceedings of the 39th Annual International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN-2009). – 2009. – P. 125-134.

39 Mulionoа, Y. Keystroke dynamic classification using machine learning for password authorization Динамическая классификация нажатий клавиш с использованием машинного обучения для авторизации паролем / Y. Mulionoа, H. Hamb, D. Darmawan ; Procedia Computer Science. – 2018. – Vol. 135. – P. 564-569.

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт космических и информационных технологий  
институт

Межинститутская базовая кафедра  
«Прикладная физика и космические технологии»  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

В.Е. Косенко

подпись

инициалы, фамилия

«28»

06

2023г.

## МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

«Разработка имитационной модели оценки параметров радиационного преобразователя энергии для космических аппаратов»

тема

09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

код и наименование направления

09.04.01.03 «Информационные системы космических аппаратов и центров управления полетами»

код и наименование магистерской программы

Руководитель



подпись, дата

доцент МБК ПФиКТ

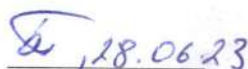
канд.техн.наук

должность, ученая степень

В.А. Углев

инициалы, фамилия

Выпускник



подпись, дата

Н.А. Болсуновский

инициалы, фамилия

Рецензент



подпись, дата

згд по качеству АО

«РЕШЕТНЁВ»,

канд.техн.наук

должность, ученая степень

Ю.В. Кочев

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



подпись, дата

профессор МБК

ПФиКТ

канд.техн.наук

должность, ученая степень

В.Е. Чеботарев

инициалы, фамилия

Красноярск 2023

