

ISSN 1561-5359

# ИСКУССТВЕННЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ИНТЕЛЛЕКТ



1 2008

ІІІІ МОН ! НАН У країні «Наука і освіта»



1'2008

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE

National Academy of Sciences of Ukraine  
Institute of Artificial Intelligence

1'2008

# ИСКУСТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Національна академія наук України  
Інститут проблем іскусственого інтелекта

1'2008

# ШТУЧНИЙ ИНТЕЛЛЕКТ

Національна академія наук України  
Інститут проблем штучного інтелекту

ISSN 1561-5359

**Головний редактор**

**Анатолій Іванович Шевченко**,  
чл.-кор. НАН України, професор, доктор технічних наук, доктор богослов'я,  
директор Інституту проблем штучного інтелекту

**Редакційна колегія**

**Л.А. Білозерський**, к.т.н. (Минск)  
**С.М. Вороний**, к.т.н.  
**А.І. Галушкін**, д.т.н., професор (Москва)  
**В.П. Гладун**, професор, д.т.н.  
**Ю.І. Журавльов**, академік РАН (Москва)  
**І.А. Каляєв**, чл.-кор. РАН (Таганрог)  
**Ю.В. Капітонова**, професор, д.ф.-м.н.  
**І.М. Коваленко**, академік НАНУ  
**Ю.В. Крак**, д.ф.-м.н., професор  
**Роман Куц**, професор, Єльський університет (Нью-Гейвен, США)  
**С.В. Мащенко**, к.т.н.  
**К.М. Нюнькін**, к.ф.-м.н.  
**В.І. Скурихін**, академік НАНУ  
**В.М. Ткаченко**, с.н.с., д.т.н.  
**В.І. Черній**, професор, д.мед.н.  
**А.О. Чикрій**, чл.-кор. НАНУ  
**В.Ю. Шелєпов**, д.ф.-м.н.  
**А.П. Шпак**, академік НАНУ

**Відповідальний редактор**

**С.Б. Іванова**, заступник директора  
Інституту проблем штучного інтелекту

**Відповідальний секретар**

**І.С. Сальников**, кандидат технічних наук,  
вчений секретар Інституту проблем штучного інтелекту

**Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 1803 від 20.11.1995 р., ISSN 1561-5359**

*Журнал «Штучний інтелект» внесено до переліку журналів ВАК України, у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів кандидата й доктора наук за спеціальностями «Фізико-математичні науки» та «Технічні науки»*

*Рекомендовано до друку вченою радою Інституту проблем штучного інтелекту  
МОН і НАН України. Протокол № 12 від 29 грудня 2007 р.  
Електронна версія попередніх номерів знаходиться на web-сервері інституту (м. Донецьк)  
<http://www.iai.donetsk.ua>*

*С.М. Вороной, А.А. Егошина*

Государственный университет информатики и искусственного интеллекта,  
г. Донецк, Украина  
smv@iai.donetsk.ua

## Определение грамматических характеристик словоформы методом графов

Для систем автоматизированного перевода и морфологического процессора полнотекстовых информационно-поисковых систем с естественноязыковым интерфейсом предложен метод получения всех характеристик словоформ субстантивного и адъективного склонения с помощью графов составляющих их морфем.

### Введение

На современном этапе развития информационных технологий неотъемлемой частью интеллектуальных информационно-поисковых систем (ИПС) и систем машинного перевода является морфологический компонент, представляющий собой комплекс программ, обеспечивающих морфологический анализ и синтез лексем.

В любой морфологической модели, учитывающей значения грамматических характеристик лексем, с каждой лексемой связаны: синтаксический класс (часть речи), словоизменяемый (парадигматический) класс и значения грамматических категорий или грамматических переменных (ГП), соответствующих синтаксическому классу [1].

Если морфологический анализатор работает со словарем словоформ, то задача морфологического анализа сводится к задаче поиска заданной словоформы в словаре, где с каждой словоформой связаны ее грамматические характеристики. Результатом морфологического анализа словоформы являются грамматические характеристики, связанные с флексией, и начальная форма соответствующей лексемы.

Перечень всех морфологических характеристик слова и их возможные значения зависят от конкретного языка. Хотя некоторые грамматические характеристики, например часть речи, присутствуют во многих языках.

В настоящее время наиболее распространены три подхода к проведению морфологического анализа. Первый подход нахождения грамматических характеристик словоформы опирается на морфологическую модель, представленную в словаре «Грамматическом словаре русского языка» А.А. Зализняка [2].

Второй подход основывается на некоторой системе правил, по заданному слову определяющих его морфологические характеристики. Третий, вероятностный, подход основан на сочетаемости слов с конкретными морфологическими характеристиками. Данный подход в основном применяется для обработки текстов с фиксированным порядком слов в предложении [3].

### Постановка задачи

Слова, поступающие на вход модуля морфологического анализа, могут не входить в словарь всех словоформ. Данная ситуация возникает вследствие ошибок, полученных на этапе ввода исходного текста. В таком случае применение метода

...аффиксов. ... соответствовать грамматическим характеристикам словоформы, а ... граф переходов. В подобном графе конечные вершины используются для получения грамматических характеристик ... число, творительный падеж. ... составляющие его ... морф. ... получить грамматические характеристики словоформы по состав- ... с сочетания аффиксов с определенным типом основ ... значения флексий и словообразовательных морфов. ... и возможности определения словоформы с одного языка на ... два типа словоформ: субстантивное и афлексивное ... [6].

... В основу классификации можно положить выраженность ... к той или иной грамматической категории ... флексиями. ... как правило, особыми единицами плана выражения, ... Их особенность заключается в том, что грамматические ... так и украинский язык принадлежит к языкам флексивно-

## ... и афлексивного склонения ... характеристик словоформ

... морфем. ... словоформ. Целью настоящего исследования является ... алгоритм морфологического анализа, основанный на работе со ... морфологических параметрах. ... на наличие или отсутствие каких-либо частей и выдавать одно или ... можно построить систему правил, которая ... морфологии. Наличие тех или иных лексем может определять ... заданного морфологического анализа может быть решена с ... морфологии или порядок слов в исходном предложении не является ... определять характеристики слова с помощью ... грамматических классов будут практически равновероятны. ... Если же порядок слов можно изменить, то все ... метод применим только для тех языков, у которых четко фиксирован ... и стоящие рядом с ним слова. Как было замечено выше, ... может проводиться анализ слов, но для него необходимо уже ... грамматических классов для слов, стоящих рядом. ... класс. После этого выясняются вероятности ... документов, где каждому слову предварительно поставлен в ... к каждому из этих классов. Это выполняется на основе ... все ее грамматические классы, а также ... [4] проведенная морфологического анализа для ... результатов результатов.

В данной работе рассматривается построение такого графа для субстантивного и адъективного склонения.

Граф анализа словоформ субстантивного склонения приведен на рис. Начальная вершина  $p_1$  соответствует появлению на входе некоторого значения которого совпадает с одной из дуг, исходящих из вершины  $p_1$ . Дуги имеют вес, равный возможному окончанию словоформы субстантивного склонения. Конечные вершины ( $11, 12 \dots 71, 72$ ) обозначают, что анализируемая словоформа обладает такими грамматическими характеристиками. Первая цифра в обозначении конечной вершины обозначает предшествующее состояние (вершину), а вторая цифра – порядковый номер.

Однако в русском языке существует определенное количество слов, которые обладают омонимией. Например, рассмотрим слова, в состав которых входит суффикс *-ец*, который имеет несколько значений.

1. Названия лиц мужского рода:

- обладающие определенными качествами (глупец);
- национальность (китаец).

2. Название предметов (резец).

3. Обозначение имени существительного мужского рода уменьшительно-ласкательного значения (братец, хлебец).

Суффиксальный аффикс, присоединяясь к основам, принадлежащим к определенному семантическому кругу, приносит в слово нужное значение.

Широко распространена омонимия в окончаниях.

На рис. 1 вершинам, обладающим морфологической омонимией, соответствуют вершины  $p_2, p_3, p_4, p_5, p_6$ .

Если омонимия имеет место в окончаниях, то ее можно не учитывать при словоизменении во время перевода с одного флексивного языка на другой.

Если же слово производное, то следует проверить омонимию суффиксов, который, в свою очередь, присоединен к корневой морфеме. Если в производном слове несколько суффиксов, то только конечный суффикс указывает на ту часть речи, к которой относится словоформа. Так слово *учи/тель* относится к разряду существительных, так как суффикс *-тель* является суффиксом имени существительного, а слово *учи/тель/ск/ий* – к разряду имен прилагательных, так как это слово оканчивается суффиксом прилагательного *-ск* и т.п.

Определяющая роль конечного суффикса особенно ярко выражена в словах типа *учи/тель/ниц/а, жи/тель/ниц/а*. Хотя суффиксы мужского рода (*-тель*) в производных словах продолжают оставаться, принадлежность слова к женскому роду определяется конечным суффиксом *-ниц/а* [6].

Учитывая сказанное, будем считать, что вершины графа, обладающие омонимией, представляют собой некоторые дополнительные подграфы анализа суффиксов словоформы.

Аналогичным образом можно построить граф анализа словоформ адъективного склонения, представленный на рис. 2.

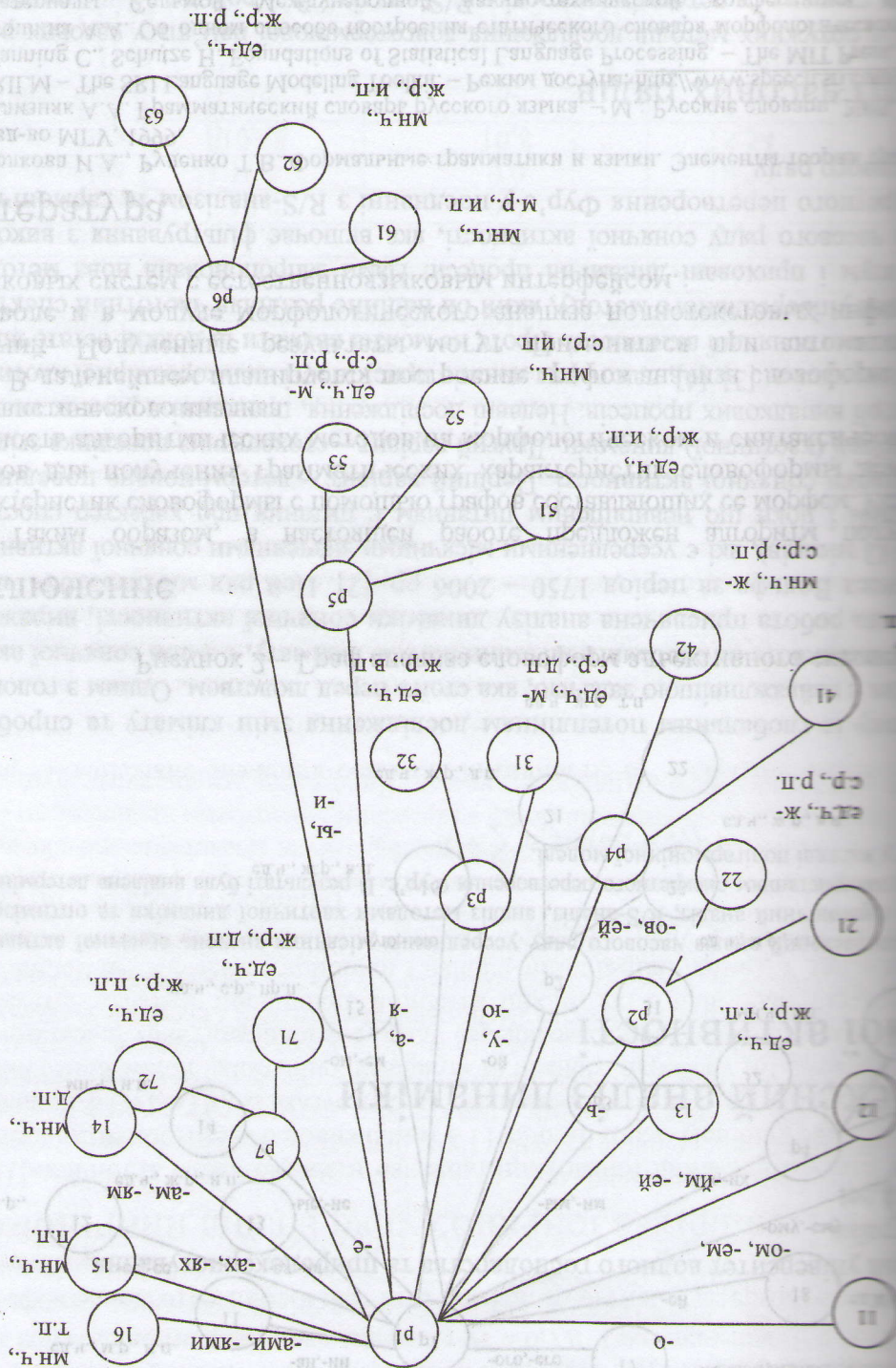
Алгоритм морфологического анализа для производных слов заключается в следующем.

1. Проводится разбиение словоформы на составляющие ее морфемы по алгоритму [5].

2. По суффиксу определяется часть речи, к которой принадлежит анализируемая словоформа.

Возникает омонимия, то производится дальнейший анализ с по-  
 грамматическое окончание не имеет омонимии, то определяются грам-  
 матическое окончание в соответствующем определенной части речи

Граф анализа словоформ субстантивного склонения



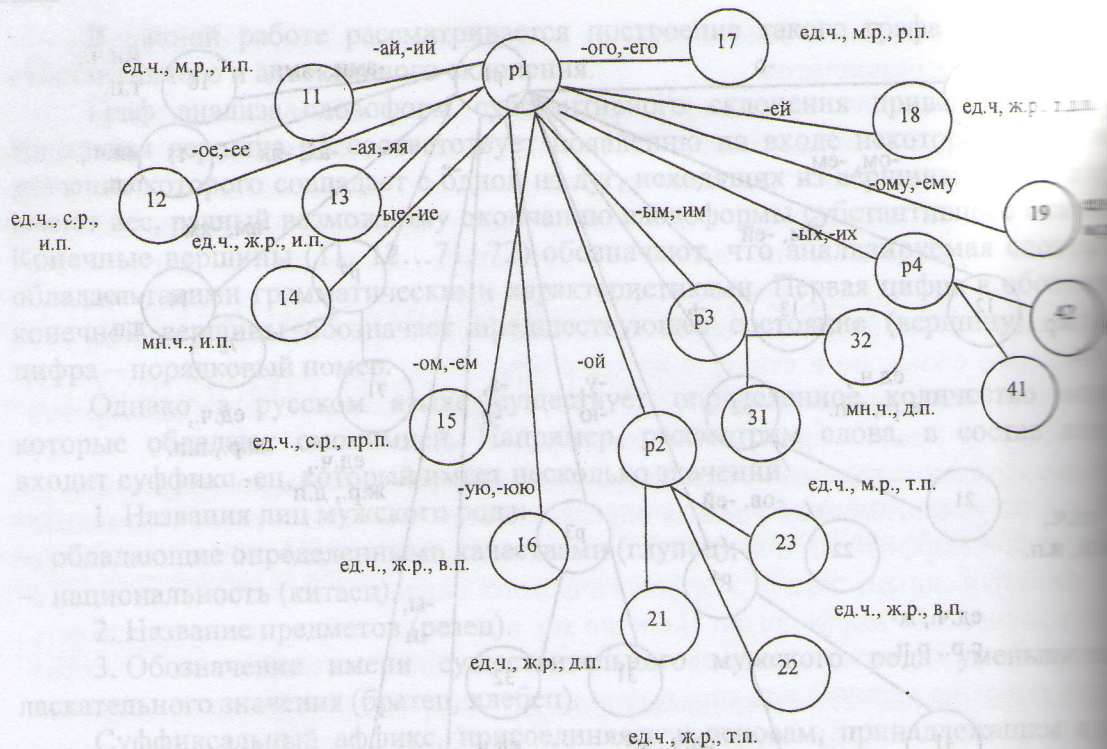


Рисунок 2 – Граф анализа словоформ адъективного склонения

## Заключение

Таким образом, в настоящей работе предложен алгоритм получения характеристик словоформы с помощью графов составляющих ее морфем. Использование графов для получения грамматических характеристик словоформы демонстрирует общность алгоритмических методов на морфологическом и синтаксическом уровнях лингвистического анализа.

В дальнейшем планируется построение графов анализа словоформ глагольного и наречий. Полученные результаты могут применяться при автоматизированном переводе и в модуле морфологического анализа полнотекстовых информационных поисковых систем с естественноречевым интерфейсом.

## Литература

1. Волкова И.А., Руденко Т.В. Формальные грамматики и языки. Элементы теории трансляции. – М.: Изд-во МГУ, 1999.
2. Зализняк А.А. Грамматический словарь русского языка. – М.: Русские словари, 2003.
3. SRILM – The SRI Language Modeling Toolkit. – Режим доступа: <http://www.speech.sri.com/projects/srilm/>
4. Manning C., Schütze H. Foundations of Statistical Language Processing. – The MIT Press, 1999.
5. Егошина А.А. Об одном способе построения статического словаря морфологического процесса. Материалы Седьмой Международной научно-технической конференции «Искусственный интеллект. Интеллектуальные и многопроцессорные системы – 2006». – Т. 2. – Таганрог: ТРТУ. – 2006. – 404 с.
6. Панова М.В. Словообразование современного русского литературного языка. – М.: Наука, 1980.

*С.М. Вороной, Г.А. Егошина*

### Визначення граматичних характеристик словоформи методом графів

Для систем автоматизованого перекладу та морфологічного процесора повнотекстових інформаційних пошукових систем з природномовним інтерфейсом запропонований алгоритм визначення характеристик словоформ субстантивної та ад'єктивної відміни за допомогою графів морфем.

Статья поступила в редакцию 14.01.2008



## Авторы номера

Аль-Аммори Али, к.т.н.	Национальный транспортный университет, г. Киев, Украина, ammorilion@ukr.net
Атанов Г.А., д.ф.-м.н.	Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина
Афонин Ю.С.	Запорожский национальный технический университет, Украина, yuriy.zp@gmail.com
Бабаков Р.М., к.т.н., доцент	Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина, clpd@mail.ru
Баркалов А.А., д.т.н., профессор	Институт компьютерной инженерии и электроники, г. Зеленая Гора, Польша, a.barkalov@iie.uz.zgora.pl
Бармак О.В.	Хмельницький національний університет, Україна
Внуков Ю.Н., д.т.н., профессор	Запорожский национальный технический университет, Украина
Вороной С.М., к.т.н., доцент	Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина
Гафуров С.В.	Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, gafurov@bsu.by
Грицюк П.М., к.ф.-м.н., доцент	Национальный университет водного хозяйства та природокористування, м. Рівне, Україна, gritsukp@ukr.net
Гладыш С.В.	Одесская национальная академия связи, г. Одесса, Украина, sgeadex@ua.net
Давидов М.В.	Национальный университет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, maxd128@mail333.com
Данченков О.И.	Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина
Денисенко П.Н., к.ф.-м.н., доцент	Кировоградский национальный технический университет, г. Кировоград, Украина, rnden_osvita@yahoo.com
Дубровин В.И., к.т.н., доцент	Запорожский национальный технический университет, Украина, vdubrovin@gmail.com
Єфімов Г.М.	Таврійська державна агротехнічна академія, м. Мелітополь, Україна
Егошина А.А.	Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина
Капустий Б.О., к.т.н., доцент	Национальный университет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна
Кобзарь Г.А.	Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков, Украина, glebkobzar@yahoo.com
Кобозева А.А., к.ф.-м.н., доцент	Одесский национальный политехнический университет, Украина, Alla_kobozeva@ukr.net
Ковалев С.А., к.т.н., доцент	Донецкий национальный технический университет, Украина
Кондратьева А.А.	Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина
Кондратюк А.В.	Одесский национальный политехнический университет, Украина, alkond@ukr.net
Крак Ю.В., д.ф.-м.н., профессор	Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Україна
Краснопрошин В.В., к.ф.-м.н., доцент	Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь, krasnoproshin@bsu.by
Манило Т.В.	Запорожский национальный технический университет, Украина
Николаенко Д.В.	Автомобильно-дорожный институт государственного высшего учебного заведения «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина
Нікольський Ю.В., к.ф.-м.н., доцент	Национальный университет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна, y.nikol@yahoo.com
Ольшевский А.И., доцент	Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина, info@iaai.donetsk.ua

Содержание

Шевченко А.И., Салышков И.С. Идеи академика В.М. Глушкова и современные проблемы искусственного интеллекта..... 6

РАЗДЕЛ I

Алгоритмическое и программное обеспечение

интеллектуальных систем

Баркалов А.А., Ковалев С.А., Бабаков Р.М., Николаенко Д.В. Эвристический алгоритм оптимизации размещения микрокоманд в композиционном микропрограммном устройстве управления с разделением кодов и кэш-памятью..... 20

Гафуров С.В., Краснопошин В.В. Программная технология построения систем для решения задачи распознавания со сложной структурой..... 30

Денисенко П.Н. Алгоритм решения краевых задач в системах компьютерной алгебры по т-методу Ланцоша..... 38

Капустий В.О., Русин Б.П., Тяноев В.А. Комбинаторная оценка влияния информационных покрытий классов на узательную активность INN алгоритма классификации..... 49

Синельников С.С., Резников В.А. Разработка структуры данных для задачи поиска методом Ньютона..... 55

РАЗДЕЛ 2

Моделирование объектов и процессов

Аль-Аммори Али Методика оценки информационного резервирования систем сигнализации опасных полетных ситуаций..... 61

Аманов Г.А., Сагин А.И. Технология составления задания по учебному курсу на основе моделирования обучаемого..... 68

Внуков Ю.Н., Дубровин В.И., Афонин Ю.С., Маннло Т.В. Моделирование износа инструмента по результатам вейвлет-преобразования звукового сигнала..... 73

Вороной С.М., Егшитина А.А. Определение грамматических характеристик словоформы методом графов..... 80

Грицюк П.М. Комплексный анализ динамики сонячной активности..... 85

Козарь Г.А. Модель межмасштабного пространства кривизны для представления формы геометрических объектов..... 92

Крак Ю.В., Вармак О.В., Ефимов Г.М. Информационная технология распознавания эмоциональной мимики на обличьи людини..... 102

Ольшеский А.И., Кондратьева А.А. Описание способов представления веб-сайтов в виде фреймовой модели для реализации функциональных операций в Интернет-клиентских системах..... 110

Селякова С.М. Разработка подмодели нижнего уровня трехуровневой модели оборотно-транспортного процесса..... 117

**ЧИТАЧУ!**  
**ПЕРЕДПЛАТИТЬ НАШ ЖУРНАЛ!**

- ◆ якщо Вас цікавлять теоретичні проблеми штучного інтелекту,
- ◆ якщо Ви хочете знати про розробки українських спеціалістів і вчених СНД у цій новій галузі,
- ◆ якщо Ви здатні захопитися складними технічними завданнями та їх творчим вирішенням

Передплатний індекс УДППЗ «Укрпошта» 23563

Передплатний індекс НВП «Ідея» 10118

Журнал «Штучний інтелект» виходить 4 рази на рік

**ЧИТАТЕЛЬ!**  
**ПОДПИШИТЕСЬ НА НАШ ЖУРНАЛ!**

- ◆ если Вас интересуют теоретические проблемы искусственного интеллекта,
- ◆ если Вы хотите знать о разработках украинских специалистов и ученых СНГ в этой новой области,
- ◆ если Вы способны увлечься сложными техническими задачами и их творческим решением

Подписной индекс УГППС «Укрпочта» 23563

Подписной индекс НПП «Идея» 10118

Журнал «Искусственный интеллект» выходит 4 раза в год

*У журналі публікуються статті українською, російською та англійською мовами*

Науковий редактор Л.О. Глушенко  
Технічний редактор В.М. Пігуз  
Коректори К.С. Івашко, Е.В. Жебель, О.М. Трубнікова  
Комп'ютерна верстка Н.В. Лашенко, А.В. Петюренко

Здано до набору 09.01.2008. Підписано до друку 21.02.2008. Формат 70×108/16.  
Обл.-вид. арк. 11,46. Наклад 300 прим. Зам. № 497/08 /80 від 09.01.2008

Оригінал-макет виготовлено в редакційно-видавничому відділі  
Інституту проблем штучного інтелекту МОН і НАН України  
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. Б. Хмельницького, 84  
Інститут проблем штучного інтелекту,  
e-mail: edoffice@iai.donetsk.ua 5  
<http://www.iai.donetsk.ua>

Віддруковано в Інституті проблем штучного інтелекту (Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції № 444, серія ДК від 08.05.2001 р., вид діяльності у видавничій справі – видавнича діяльність, виготовлення видавничої продукції, розповсюдження видавничої продукції).

**Національна академія наук України**  
**Інститут проблем штучного інтелекту**