



**Информационные технологии и системы**

**ИТС-2016**

**Материалы  
международной научной конференции**

**Materials  
of the International Conference**

**ITS-2016**

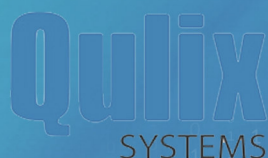
**Information Technologies and Systems**

26 октября 2016

БГУИР, Минск, Республика Беларусь

26th October 2016

BSUIR, Minsk, Republic of Belarus



ООО "ГЕЙМ СТРИМ",  
минский центр разработки



**WARGAMING.NET**  
LET'S BATTLE



**SOFTTECO**  
software development

Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»



**Информационные технологии и системы 2016  
(ИТС 2016)**

Материалы международной научной конференции  
(БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2016)

**Information Technologies and Systems 2016  
(ITS 2016)**

Proceeding of The International Conference  
(BSUIR, Minsk, Belarus, 26th October 2016)

Минск БГУИР 2016

УДК 004  
ББК 32.973.202  
И74

Редакционная коллегия:

Л. Ю. Шилин (главный редактор), В.С. Муха, Д.П. Кукин, А. А. Иванюк,  
А. В. Марков, В. В. Голенков, А. А. Навроцкий, А.Ф. Трофимович, Н.С.  
Жилач, С.В. Колосов, А. Б. Гуринович (ответственный секретарь)

**Информационные технологии и системы 2016 (ИТС 2016) :**  
И74 материалы международной научной конференции, БГУИР, Минск,  
Беларусь, 26 октября 2016 г. – Information Technologies and Systems 2016  
(ITS 2016) : Proceeding of The International Conference, BSUIR, Minsk, 26th  
October 2016/ редкол. : Л. Ю. Шилин [и др.]. – Минск : БГУИР, 2016. –  
340 с.  
ISBN 978-985-543-271-6.

Сборник включает доклады, прошедшие рецензирование, международной научной конференции «Информационные технологии и системы 2016» (ИТС 2016).

Сборник предназначен для преподавателей высших учебных заведений, научных сотрудников, студентов, аспирантов, магистрантов, а также для специалистов предприятий в сфере IT-технологий.

Материалы сборника одобрены организационным комитетом и печатаются в авторской редакции.

**УДК 004  
ББК 32.973.202**

**ISBN 978-985-543-271-6**

Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники», 2016

<b>Михайловский Е. Б., Селезнев И. Л.</b> «Построение математической модели сетевидной системы распределения информации» .....	56
<b>Минченя А. В., Лукьянец С. В.</b> «Математическая модель индуктивного датчика линейных перемещений» .....	58
<b>Пилявский В. В.</b> «Вопросы построения адаптивных телевизионных и мультимедийных систем» .....	60
<b>Садов С. В., Козлова Е. И.</b> «Формирование метрики изображения лица при оценке эмоционального состояния человека» .....	62
<b>Дымков С. М., Марков А. В., Симаньков В. И.</b> «Решение транспортной задачи для многоагентной системы» .....	64
<b>Сивко Б. В.</b> «Обнаружение отказов на основе доступности адресных данных» .....	66
<b>Скобелева С. Н., Шевченко Н. М., Шевченко В. Н.</b> «Использование систем автоматического управления для повышения характеристик радиоприёмных трактов» .....	68
<b>Szczebiot R., Goldyn L., Dainiak I.</b> «Construction of the motion equations based on the solution of the inverse dynamics problems» .....	70
<b>Бегун Д. Г., Нестеренко В. Н., Форутан М. М.</b> «Интернет приложение для удалённого управления многокоординатными системами перемещений» .....	72
<b>Бойко Е. Л., Глуценко В. И.</b> «Использование ГИС систем для управления инфраструктурой аэропортовых комплексов» .....	74
<b>Forutan M. M, Kuznetsov V. V.</b> «Mathematical description of planar linear stepping motor» ...	76
<b>Карпович С. Е., Войтов А. Ю.</b> «Алгоритмизация прямой задачи кинематики для системы перемещений с шестью степенями свободы на треугольном гибридном приводе» .....	78
<b>Хаджинов М. К., Дулуб А. А., Знак М. А.</b> «Автоматизированная система проектирования гибкой ОС как средство обучения» .....	80
<b>Кузнецов В. П., Протченко Е. В., Хаджинова Н. В.</b> «Исследование дискретных динамических систем с неопределёнными параметрами» .....	82
<b>Кузнецов В. В., Карпович С. Е.</b> «Динамическая модель системы перемещений на трёх планарных позиционерах» .....	84
<b>Шелег Е. Е., Хаджинов М. К.</b> «Применение модального дифференциального регулятора в СУ сервоприводом» .....	86
<b>Титко Е. А., Манин А. С., Зубов Г. А.</b> «Универсальная система получения субпиксельного разрешения» .....	88
<b>Захарьев В. А., Петровский А. А.</b> «Алгоритм текстонезависимого обучения для систем мультиголосового синтеза речи» .....	90
<b>Гринюк Д. А., Олиферович Н. М., Оробей И. О.</b> «Идентификация технологических объектов в условиях ограничений» .....	92
<b>Гринюк Д. А., Сухорукова И. Г., Оробей И. О.</b> «Критерий серий при фильтрации и сглаживании» .....	94
<b>Секция «Интеллектуальные информационные технологии»</b> ...	97
<b>Емельяненко В. И.</b> «Формализация понятия предметной области» .....	98
<b>Ерофеев А. А.</b> «Интеллектуальная диспетчерская корректировка графика движения поездов» .....	100
<b>Геце́вич Ю. С., Аляхно В. Л., Зяноўка Я. С., Лысы С. І.</b> «Распрацоўка сістэм уводу і вываду гукавай інфармацыі ў інтэрнэце» .....	102

# РАСПРАЦОЎКА СІСТЭМ УВОДУ І ВЫВАДУ ГУКАВОЙ ІНФАРМАЦЫІ Ў ІНТЭРНЭЦЕ

Ю. С. Гецэвіч, В. Л. Аляхно, Я. С. Зяноўка, С. І. Лысы

Аб'яднаны інстытут праблем інфарматыкі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі

Мінск, Рэспубліка Беларусь

E-mail: mix1122gmail.com, alehno.vitaliy.87gmail.com

У дакладзе разгледжаны сэрвісы ўводу і вываду гукавой інфармацыі распрацаваныя ў лабараторыі "Сінтэзу і распазнавання маўлення": інтэрнэт-сэрвіс запісу гука, эксперыментальная сістэма модуля запісу гука праз мабільнае прыкладанне, анлайн версія сінтэзатара маўлення па тэксце.

## I. АНЛАЙН СЭРВІС ГУКАЗАПІСУ

Адным з важных напрамкаў прымянення камп'ютарных тэхналогій з'яўляецца распрацоўка сістэм, здольных аўтаматычна апрацоўваць уваходную гукавую інфармацыю. Супрацоўнікамі лабараторыі распазнавання і сінтэзу маўлення Аб'яднанага інстытута праблем інфарматыкі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі быў распрацаваны інтэрнэт-рэсурс [www.corpus.by](http://www.corpus.by), які дапамагае рашаць шэраг задач, звязаных як з апрацоўкай электронных тэкстаў, так і гукавых сігналаў. Адною з такіх распрацовак з'яўляецца сэрвіс "Гуказапіс", які можна знайсці, прайшоўшы па спасылцы [1] (малюнак 1).

### Гуказапіс



Рис. 1 – Анлайн-сэрвіс гуказапісу

Эксперыментальны ўзор модуля запісу гука праз Інтэрнэт-сэрвіс дае магчымасць запісваць гук анлайн у інтэрнэт-браўзеры, не выкарыстоўваючы дадатковыя праграмы. Інтэрфейс сэрвісу дае мінімальны набор неабходных інструментаў для працы з запісам маўлення. Пры дапамозе дадзенага сэрвісу карыстальнік можа запісваць адвольную гукавую інфармацыю праз мікрафон, а таксама праслухоўваць запіс. Сэрвіс дазваляе спампаваць гукавы файл на камп'ютар або выкарыстоўваць прамую электронную (у тэрмінах Інтэрнэта) спасылку на яго, так як гукавая інфармацыя захоўваецца ў файл на аддаленым Інтэрнэт-серверы. Файлу прысвойваецца ўнікальнае імя, якое фарміруецца з пазнакі даты і часу, IP-адраса і адвольнага ліку ад 1 да 1000. Гэта дазваляе засцерагае ад дубліравання назваў, у сувязі з чым можна гарантаваць дзейнасць спасылкі на файл на працягу доўгага перыяду часу.

## II. МАБІЛЬНАЕ ПРЫКЛАДАННЕ ЗАПІСУ ГУКА

Акрамя інтэрнэт-распрацовак лабараторыя актыўна стварае мабільныя прыкладанні, сярод якіх ёсць адпаведнік вышэй апісанаму сэрвісу пад назвай Sound Recorder [2]. Эксперыментальны ўзор модуля запісу гука праз мабільнае прыкладанне дазваляе запісваць гук з мікрафона мабільнага тэлефона, захоўваць гуказапіс у памяць і праслухоўваць яго. На дадзены момант прыкладанне распрацавана для сістэмы Android (малюнак 2).

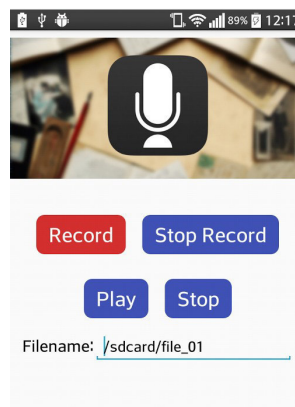


Рис. 2 – Мабільнае прыкладанне гуказапісу

Для запісу выкарыстоўваецца ўбудаваны мікрафон, а для прайгравання ўбудаваны дынамікі. Карыстальнік сам задае імя запісу. Прайграванне гукавога файла таксама ажыццяўляецца па назве файла. Усе файлы захоўваюцца на SD-карту, што дае магчымасць захоўваць вялікую колькасць гукавых файлаў. Усе файлы запісваюцца і захоўваюцца ў фармаце 3gr. Інтэрфейс дадзенага прыкладання прасты і інтуітыўна зразумелы. Ён змяшчае 4 кнопкі кіравання і адно поле ўводу імя файла. Дадзеныя кнопкі адказваюць за запіс, прыпынак запіса, прайграванне і прыпынак прайгравання.

## III. АНЛАЙН-СЭРВІС СІНТЭЗУ МАЎЛЕННЯ ПА ТЭКСЦЕ

Сярод распрацовак, звязаных з вывадам гукавой інфармацыі, істотнае месца займае інтэрнэт-сэрвіс "Сінтэзатар маўлення па тэксце" (СМТ), які даступны для вольнага выкарыстан-

ня па спасылцы [3] і з'яўляецца якаснай прыладай апрацоўкі тэкставай інфармацыі. Знешні інтэрфейс дадзенага сэрвісу прадстаўлены на малюнку 3.

## Text-to-Speech Synthesizer

Please input a stressed text

Primary stressed vowel must be marked by '+' or '^', a secondary stressed vowel – by '=' or '~'.  
To mark two words as one phonetic word use 'b' or '·'.

Напрыклад: Паўночна-заходні вятры+ска садзьму+ўбы ўсе= лі+сце наўвы+спе, але^ло+тым кс Альбо: Паўночна-заходні вятрыска садзьмуў\_бы ўсе лісце на\_выспе, але\_ло́тым калісыці.

Лі+кі.  
адзі+н.  
два+.  
тры+.  
чаты+ры.  
пя+ць.  
шэ+сць.

Belarusian (Беларуская мова) Generate synthesized speech! Show log information

Listen to the generated speech 4:28 or download

Created during 0 sec, language bel.

Рис. 3 – Анлайн-сэрвіс СМТ

Сістэма сінтэзу маўлення па тэксце рэалізавана на бясплатнай і найбольш распаўсюджанай у Інтэрнэце скрыптавай мове праграмавання PHP і прызначана для агучвання ўведзенага карыстальнікам тэксту на беларускай ці рускай мовах. Сінтэзатар маўлення аўтаматычна апрацоўвае тэкст і фарміруе гукавы файл, які можна праслухаць, спампаваць і захаваць на камп'ютар. У ходзе пераўтварэння электроннага тэксту ў маўленне сінтэзатар генеруе мноства прамежкавых вынікаў. Сярод іх можна назваць нармалізаваны тэкст, фанемны запіс тэксту, запіс тэксту ў алафонным выглядзе і інш. Для таго, каб пабачыць прамежкавыя вынікі сінтэзатара маўлення перад сінтэзавааннем неабходна паставіць птушачку побач з надпісам "Show log information". Сярод іншых прамежкавых вынікаў сэрвіс выдае і інфармацыю пра кожны сімвал тэксту – іх назвы. Для сінтэзатара, як і для любой камп'ютарна-лінгвістычнай сістэмы, важна, каб апрацоўваемыя сімвалы адпавядалі наладкам сістэмы. Напрыклад, ужыванне сімвала, які не адпавядае той ці іншай алфавітнай сістэме (кірыліцы, лацінскаму алфавіту і г.д.), прыводзіць да няправільнай агучкі тэксту сістэмай. У такіх выпадках неабходна знайсці неадпаведныя сімвалы і замяніць іх на карэктныя. Таксама выводзяцца дадзеныя аб усіх словах, знойдзеных сістэмай у тэксце: іх часціны мовы, тэгі, якія з'яўляюцца скарачанымі абазначэннем марфалагічных прыкмет слоў, спіс слоў з прастаўленымі карыстальнікам націскамі, спіс слоў, якія адсутнічаюць у базе дадзеных сістэмы. Спрабуючы вызначыць пазіцыю націска ў слове сінтэзатар маўлення па тэксце правярае кожнае слова ўваходнага тэксту на наяўнасць некалькіх спосабаў іх прачытання паводле інфармацыі, прадстаўленай у слоўніках: адбыва-

ецца пошук слоў з аднолькавым напісаннем і рознымі націскамі. Інфармацыя аб словах, якія маюць неадназначную пазіцыю націска, выводзяцца ў акне Homographs. Таксама карыстальнік атрымлівае інфармацыю пра інтанацыйную разметку (Information markers), спіс слоў у фанемным (Phonemes) і алафонным (Allophones, Allophones information) выглядзе (малюнак 4).

The screenshot displays the output of the Text-to-Speech Synthesizer for the input text. It is divided into four main sections:

- Homographs:** Lists words that share the same spelling but have different stress patterns, such as 'аўтавазан', 'бел', 'паўночна-заходні', 'паўночна-заходні', 'былі', 'галіны', and 'мае'.
- Intonation markers:** Shows the text with markers for pitch and stress, such as 'Лі+кі', 'адзі+н', 'два+', 'тры+', 'чаты+ры', 'пя+ць', and 'шэ+сць'.
- Phonemic text:** Displays the phonemic transcription of the text, such as 'L',,+,K',,/,#P4', '#P4', '#P4', 'A,DZ',,+,N',,/,#P4', '#P4', 'D',,A,+,/,#P4', and '#P4'.
- Allophonic text:** Shows the allophonic transcription of the text, such as 'L'002,1043,K'002,1340,/#P4,/#P4', 'K'002,154ms,8000hz', '1340,150ms,8000hz', '1308ms,8000hz', '#P4,1857ms,8000hz', '#P4,1857ms,8000hz', and '#P4,1857ms,8000hz'.

Рис. 4 – Прамежкавыя вынікі працы СМТ

Дадатковай функцыяй сінтэзатара з'яўляецца генерацыя транскрыпцыі ўваходнага тэксту ў 4 фарматах: кірылічная, міжнародная (IPA), спрошчаная міжнародная і X-SAMPA. Больш падрабязна пра кожны з фарматаў можна даведацца, скарыстаўшыся прыведзенымі на старонцы сэрвісу "Генераатар транскрыпцый" [4] спасылкамі на электронныя крыніцы, паводле якіх вялася распрацоўка.

Апроч таго, карыстальнік мае магчымасць спампаваць файлы з прамежкавымі дадзенымі працы СМТ для больш зручнай працы, прайшоўшы па адпаведных спасылках (Downloading).

## ЗАКЛЮЧЭННЕ

Такім чынам, распрацаваныя сістэмы прадугледжаны для пераўтварэння чалавечага маўлення ў гукавы запіс. Неабходна адзначыць, што кожная з пералічаных праграм апрацоўвае інфармацыю даволі якасна і знаходзіцца ў адкрытым доступе для ўсіх карыстальнікаў.

1. Sound Recorder / Гуказапіс [Электронны рэсурс]. – 2016. Рэжым доступу: <http://corpus.by/SoundRecorder/>. – Дата доступу: 01.08.2016.
2. Дыктафон / Play Market [Электронны рэсурс]. – 2016. Рэжым доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=by.ssrllab.recoder> – Дата доступу: 01.08.2016.
3. Text-to-Speech PHP-Based Synthesizer [Электронны рэсурс]. – 2016. Рэжым доступу: <http://corpus.by/TextToSpeechSynthesizer/>. – Дата доступу: 01.08.2016.
4. Transcription Generator [Электронны рэсурс]. – 2016. Рэжым доступу: <http://corpus.by/TranscriptionGenerator/>. – Дата доступу: 01.08.2016.

*Научное издание*

**Информационные технологии и системы 2016  
(ИТС-2016)**

Материалы международной научной конференции  
(БГУИР, Минск, Беларусь, 26 октября 2016)

**Information Technologies and Systems 2016  
(ITS-2016)**

Proceeding of The International Conference  
(BSUIR, Minsk, Belarus, 26th October 2016)

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Д.П. Кукин, А.Б. Гуринович*

Компьютерная верстка *Н.С. Жилач, А.Ф. Трофимович*

Дизайн обложки *Н.С. Жилач*

Подписано в печать 19.10.2016. Формат 60x84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура «BookAntiqua».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 39,99. Уч.-изд. л. 45,9. Тираж 140 экз. Заказ 320.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,

№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 14.04.2014.

ЛП №02330/264 от 14.04.2014.

220013, Минск, П. Бровки, 6.