

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Совет молодых ученых

МОЛОДЕЖЬ В НАУКЕ 2017

Сборник материалов
Международной
конференции
молодых ученых
(Минск, 30 октября—2 ноября 2017 г.)

В двух частях

Часть 2

Гуманитарные,
медицинские,
физико-
математические,
физико-
технические,
химические науки

Минск
«Беларуская навука»
2018

УДК 082
ББК 94.3
М75

Редакционная коллегия:

В. Г. Гусаков (главный редактор), С. А. Чижик (зам. главного редактора),
А. В. Кильчевский (зам. главного редактора), В. В. Азаренко, С. В. Гапоненко,
А. А. Коваленя, А. П. Ласковнев, М. Е. Никифоров, В. А. Орлович, Н. С. Сердюченко,
С. А. Усанов, А. И. Иванец

Редакционный совет:

С. Я. Килин, И. М. Богдевич, П. А. Витязь, И. Д. Волотовский, И. В. Гайшун,
И. В. Залуцкий, Н. С. Казак, И. В. Котляров, В. Ф. Логинов, А. И. Локотко,
О. Г. Пенязьков, В. А. Хрипач, И. П. Шейко

Молодежь в науке – 2017 : сб. материалов Междунар. конф. молодых
М75 ученых (Минск, 30 окт. – 2 нояб. 2017 г.). В 2 ч. Ч. 2. Гуманитарные, ме-
дицинские, физико-математические, физико-технические, химические
науки / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.:
В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2018. –
445 с. : ил.

ISBN 978-985-08-2252-9.

В сборнике представлены доклады участников Международной конференции «Мо-
лодежь в науке», которая проходила в Национальной академии наук Беларуси 30 ок-
тября – 2 ноября 2017 г. В часть 2 сборника вошли материалы конференции по гумани-
тарным, медицинским, физико-математическим, физико-техническим и химическим
наукам.

Издание представляет интерес для научных работников, аспирантов, магистрантов
и студентов соответствующих специальностей.

УДК 082
ББК 94.3

ISBN 978-985-08-2252-9 (ч. 2)
ISBN 978-985-08-2244-4

© Оформление. РУП «Издательский
дом «Беларуская навука», 2018

Э. У. РУСЕЦКАЯ, А. Я. ДРАГУН, М. У. МАРЧЫК, Г. Р. СТАНИСЛАВЕНКА,
А. В. КРЫВАЛЬЦЭВІЧ, М. В. ШЫБКО, Д. А. ДЗЕНИСЮК,
Н. Д. КАЗЛОЎСКАЯ, Ю. С. ГЕЦЭВІЧ

KrokApp – АЎДЫЯГІД ПА БЕЛАРУСІ ЯК СІСТЭМА ПАПУЛЯРЫЗАЦЫІ ГІСТОРЫКА-КУЛЬТУРНАЙ СПАДЧЫНЫ

*Аб'яднаны інстытут праблем інфарматыкі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі,
Мінск, Беларусь, e-mail: ruselina@gmail.com, ndrahun@gmail.com,
marynamarczyk@gmail.com, hanna.stanislavenka@gmail.com, alena.ssrlab@gmail.com,
shibko.ssrlab@gmail.com, d.denissyuk@gmail.com, krasnova.an.23@gmail.com,
yuras.hetsevich@newman.bas-net.by*

Прадстаўлена распрацаваная супрацоўнікамі лабараторыі распазнавання і сінтэзу маўлення мабільная праграма-аўдыягід KrokApp, якая дазваляе атрымліваць інфармацыю пра славу-тасці Беларусі. Мабільная праграма прадугледжвае выбар мовы, колькасці вольнага часу, пабудову маршруту, магчымасць праслухаць аўдыязапісы з інфармацыяй пра славу-тасць. На дадзены момант змяшчае кантэнт пра больш за 40 гарадоў Беларусі. Бясплатная працоўная версія праграмы размешчана ў Google Play Market.

Ключавыя словы: турызм, аўдыягід, мабільная праграма, гісторыка-культурная спадчына

*E. U. RUSETSKAYA, A. Y. DRAHUN, M. U. MARCHYK, H. R. STANISLAVENKA,
A. V. KRYVALTSEVICH, M. V. SHYBKO, D. A. DZENISIUK, N. D. KAZLOUSKAYA, Yu. S. HETSEVICH*

KrokApp – AUDIO GUIDE AROUND BELARUS AS A SYSTEM OF POPULARIZATION OF HISTORICAL-CULTURAL HERITAGE

*United Institute of Informatics Problems of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Belarus, e-mail: ruselina@gmail.com, ndrahun@gmail.com, marynamarczyk@gmail.com,
hanna.stanislavenka@gmail.com, alena.ssrlab@gmail.com, shibko.ssrlab@gmail.com,
d.denissyuk@gmail.com, krasnova.an.23@gmail.com, yuras.hetsevich@newman.bas-net.by*

A mobile program-audio guide KrokApp which allows receiving information on showplaces of Belarus developed by employees of Speech Synthesis and Recognition Laboratory is presented. The mobile program provides choice of a language, quantity of free time, building of way, and possibility of listening of audio recordings with information on the showplaces. Currently it contains the content about more than 40 cities of Belarus. A free work version of the program is distributed in Google Play Market.

Keywords: tourism, audio guide, mobile program, historical-cultural heritage

Рэспубліка Беларусь мае багатую культурна-гістарычную спадчыну. Нягледзячы на разбуральныя войны, стыхійныя бедствы і іншыя трагічныя гістарычныя падзеі, у нашай краіне захавалася шмат знакамітых аб'ектаў. На сённяшні дзень у дзяржаўным спісе гісторыка-культурных каштоўнасцей Беларусі налічваецца 4811 адзінак, у тым ліку 4694 матэрыяльна нерухомах, якія ўключаюць 1655 архітэктурных, 1125 гістарычных, 1857 археалагічных і 57 мастацкіх аб'ектаў [1]. Да іх належаць як шырока вядомыя палацава-паркавыя ансамблі, замкавыя комплексы, гістарычныя цэнтры буйных гарадоў, так

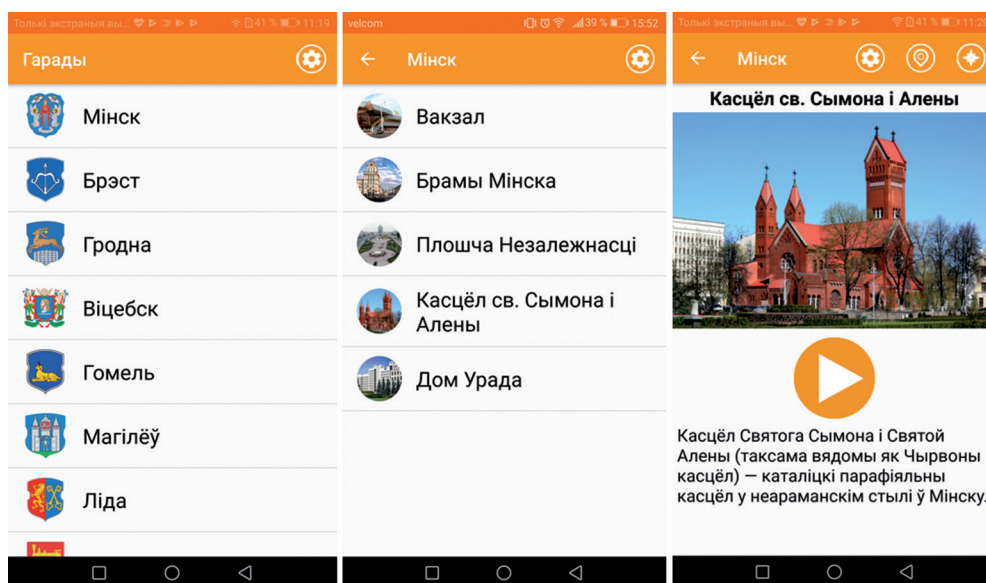
і не гэтак папулярныя, але ад таго не менш значныя славутасці раённых цэнтраў і мястэчак. Аднак для большасці зацікаўленых асоб шмат з іх невядомыя. Нават калі чалавек жадае даведацца пра славутасці ў новым месцы, ён не можа хутка знайсці патрэбную інфармацыю. Так адбываецца з-за шэрагу проблем: нізкай якасці рэкламы, дэфіцыту дасведчаных гідаў і слабай інфармаванасці падарожнікаў.

Па выніках апытання жыхароў Мінска з дваццаці чалавек толькі адзін быў здольны назваць славутасці, якія знаходзяцца не ў адным, а прынамсі, у пяці розных месцах.

У Рэспубліцы Беларусь налічваецца каля 27 тыс. населеных пунктаў, сярод якіх 110 гарадоў. Праведзенае аўтарамі артыкула даследаванне мабільных праграм, змешчаных на пляцоўцы Google Play Market, паказала, што толькі каля 20 беларускіх гарадоў прадстаўлены ў адной з турыстычных праграм (аўдыягідзе, турыстычным даведніку і г. д.).

Мабільныя праграмы ў турыстычнай сферы дапамагаюць арыентавацца не толькі ў геаграфічнай, але і культурнай прасторы краіны. Супрацоўнікамі лабараторыі распазнавання і сінтэзу маўлення АПП НАН Беларусі была распрацавана мабільная праграма-аўдыягід KrokApp (мал. 1), якая дае магчымасць падарожнікам атрымліваць інфармацыю пра славутасці і культурныя каштоўнасці Беларусі без удзелу прафесійных гідаў.

Але KrokApp – гэта не простая мабільная праграма, а ІТ-платформа, якая дазваляе пачуць цікавыя факты, практычную інфармацыю і карысныя падказкі падчас руху чалавека па цікавых мясцінах. KrokApp пераўтварае краіну ў вялікі «разумны дом» – зразумелы, дынамічны, сучасны.



Мал. 1. Знешні інтэрфейс праграмы KrokApp

Мабільная праграма прадугледжвае наступныя асноўныя магчымасці:

- выбар мовы (беларуская, англійская, руская і чэшская), што пашырае выкарыстанне аўдыягіда не толькі ўнутранымі, але і ўязнымі турыстамі;
- выбар карыстальнікам колькасці вольнага часу;
- пабудова карыстальніцкага маршруту з дапамогай GPS-тэхналогіі і з улікам колькасці вольнага часу;
- магчымасць праслухаць аўдыязапісы невялікага аб'ёму з інфармацыяй пра тую ці іншую славукасць.

Цяпер праз мабільную праграму KrokApp можна праслухаць інфармацыю пра больш за 40 гарадоў Беларусі. Кантэнт даступны на чатырох мовах – беларускай, англійскай, рускай і чэшскай. Кантэнт-правайдэры актыўна дадаюць яго на агульны BigData-сэрвер krokar.com, які імгненна дае доступ да электронных дадзеных усім карыстальнікам. Кантэнт мабільнай праграмы рыхтуецца гідамі, вычытваецца філолагамі, праходзіць праверку ў Інстытуце гісторыі НАН Беларусі, пасля чаго робіцца яго пераклад і начытка. Да апрацаванай інфармацыі пра тую ці іншую славукасць дадаюцца яе фотаздымкі і GPS-кардынаты.

Кожны раз для абнаўлення KrokApp першапачаткова стваралася спецыфікацыя, у якой было дэталёва распісана, як праграма павінна працаваць. Спецыфікацыя – гэта галоўны дакумент тэсціроўшчыка, у адпаведнасці з якім тэсціруецца праграма. Спачатку правяралася, як працуе дадзеная праграма пры разнастайных разрозненнях экрана, далей – яе працаздольнасць у розных версіях аперацыйнай сістэмы, потым – непасрэдна тэсціраванне на працаздольнасць: ці выдае праграма памылкі падчас працы. У выпадку, калі памылка мела месца, тэсціроўшчык паведамляў пра гэта распрацоўшчыкам і пры яе апісанні абавязкова пазначаў прыярытэт (крытычны, асноўны, нармальны або нязначны), назву, апісанне, дату, імя тэсціроўшчыка, імя адказнага за выпраўленне памылкі.

У праграме прадстаўлены наступныя віды славукасцей:

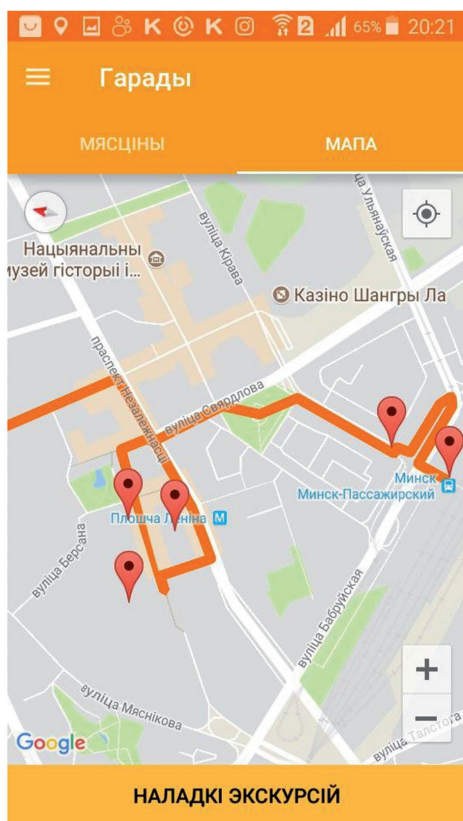
- духоўная спадчына (цэрквы, касцёлы, сінагогі, малітоўныя дамы і інш.);
- абарончыя збудаванні (замкі, крэпасці, фартэцыі і г. д.);
- гістарычна важныя будынкі (ратушы, першы будынак у сваім родзе і г. д.);
- помнікі гістарычным асобам, падзеям, персонажам (напрыклад, помнік літары «Ў» у Полацку, помнік бабру ў Бабруйску і г. д.);
- тапаграфічныя аб'екты (вуліцы, завулкі, праспекты);
- прыродныя аб'екты (рэкі, горы, расліны і г. д.);
- іншае (заводы, комплексы і г. д.).

Спынімся на праблеме перакладу на замежную мову ў праграме KrokApp. У межах перакладу на англійскую мову інфармацыі пра гісторыка-культурныя аб'екты для мабільнага дадатку KrokApp існаваў шэраг цяжкасцей, звязаных з перадачай уласных імёнаў, геаграфічных і іншых назваў, таму што сёння не існуе агульнапрынятых, афіцыйна зацверджаных правілаў іх перакладу. Гэта ўскладняе працэс перакладу, бо неабходна выбіраць паміж рознымі варыянтамі транслітарацыі. Прыкладам можа служыць перадача лацінскімі літарамі

беларускіх «ч», «ж», «ш», «х», якія пазначаюцца або спалучэннем лацінскіх літар, або з дапамогай гачыкаў. У межах перакладу для KrokApp было вырашана выкарыстоўваць другі з адзначаных варыянтаў. Яшчэ адно пытанне паўстае пры перакладзе тапонімаў, напрыклад назвы вуліц было вырашана перакладаць літаральна, не змяняючы нічога для адаптацыі іх пад англійскую мову.

Стандартны сцэнарыі карыстання праграмай наступны: турыст пазначае колькасць свайго вольнага часу, і ў адпаведнасці з гэтым праграма будзе маршрут па бліжэйшых выдатных мясцінах. Падарожнік праходзіць пабудаваным маршрутам і пры набліжэнні да слаўтасці слухае аўдыязапіс пра яе, які ўключаецца аўтаматычна. Рэальны прыклад выглядае наступным чынам: турыст Вацлаў робіць перасадку ў Мінску з цягніка на самалёт, у яго ёсць 10 вольных гадзін. KrokApp прапановуе яму пэўную колькасць пунктаў у адпаведнасці з вольным часам (мал. 2). А калі Вацлаў адзначыць жаданне падмацавацца і нешта набыць – KrokApp скарэктуюць маршрут адпаведным чынам.

Бясплатная працоўная версія праграмы-аўдыягіды KrokApp размешчана ў Google Play Market [2]. Дадзеная версія не дае магчымасці пабудаваць маршрут, але адкрывае доступ да тэкставага і аўдыякантэнт пра знакамітыя месцы Беларусі.

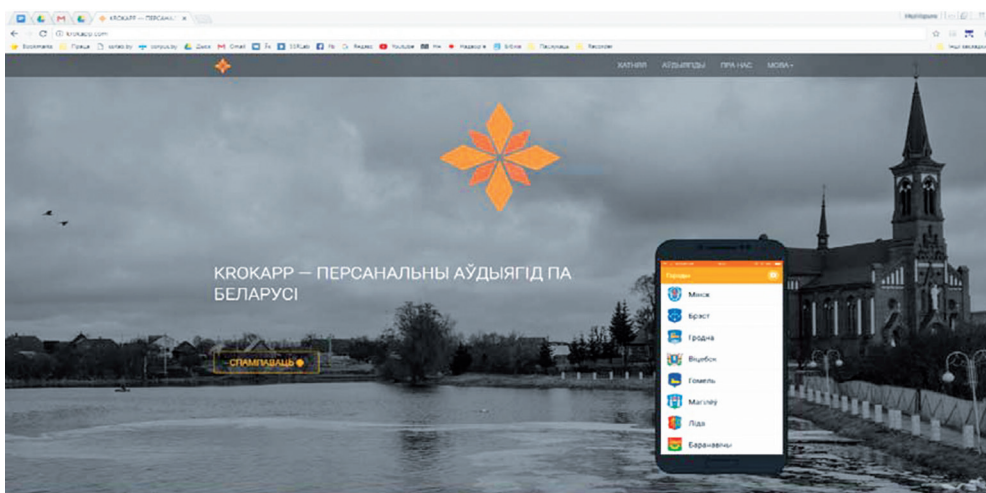


Мал. 2. Пабудаваны маршрут

Контэнт-пляцоўкай праграмы з'яўляецца вэб-сайт праекта krokar.by (мал. 3) [3].

Сайт функцыяніруе на трох мовах – беларускай, англійскай, рускай. На ім размешчана асноўная інфармацыя пра праграму, наяўныя ў базе дадзеных гісторыка-культурныя аб'екты на мапе, а таксама кароткія тэкстава-візуальныя агляды таго ці іншага знакамитага месца, апошнія дабаўленыя аб'екты і склад каманды распрацоўшчыкаў праекта.

Для кантэнт-менеджара сайт з'яўляецца платформай збору і апрацоўкі гісторыка-культурнага і дапаможнага кантэнт. Для кантэнт-менеджараў былі створаны інструменты захавання і рэдагавання інфармацыі пра слаўтасці згодна з азначаным вышэй парадкам апрацоўкі. Платформа спрашчае супрацоўніцтва з Інстытутам гісторыі Нацыянальнай акадэміі навук, паколькі дае магчымасць кожнаму кантэнт-менеджару ўвайсці ў свой працоўны кабінет і выканаць частку працы ў зручным інтэрфейсе.



Мал. 3. Знешні выгляд сайта KrokApp.by

Сацыяльны эфект праекта наступны:

- забеспячэнне якаснага сэрвісу і прадстаўлення гарадоў і мясцін замежным гасцям краіны;
- забеспячэнне зацікаўленасці спадчынай беларускай культуры мясцовых жыхароў гарадоў і іншых населеных пунктаў;
- рэклама і прасоўванне малавядомых рэгіянальных аб'ектаў культурнай і гістарычнай значнасці;
- павышэнне ўзроўню нацыянальнай самасвядомасці жыхароў Беларусі;
- прыцягненне ўвагі да аб'ектаў культурнай і гістарычнай значнасці, якія знаходзяцца ў аварыйным стане (аб'екты дойлідства).

Дасягненні праекта:

- зроблена працоўная мадэль KrokApp, якая апублікавана ў вольным доступе ў інтэрнэт-краме мабільных праграм Google Play;
- зроблена інтэрнэт-платформа праекта, дамены: krokar.by, kroka.by, krokar.com, kroka.com;
- даступныя мовы: беларуская, англійская, руская, чэшская (прататып);
- дададзены кантэнт ахоплівае больш за 40 гарадоў Беларусі;
- праект перамог у намінацыі «Рэгіянальныя праграмы» ў конкурсе сацыяльных праектаў Social Weekend 8;
- праект асвятляўся ў СМІ – артыкулы ў афіцыйных газетах «Навука», «СБ: Беларусь сёння», рэпартаж у праграме «Галоўны эфір» на тэлеканале Беларусь-1, на навінавых парталах абласных гарадоў;
- праект паспяхова прасоўваецца праз сацыяльныя сеткі ВКонтакте і Facebook.

Праект KrokApp, прызначаны для збору, захавання і папулярызацыі культурнай спадчыны, можа мець значны сацыяльны эфект. У першую чаргу ён дае карыстальніку хуткі і зручны доступ да інфармацыі пра вялікую колькасць населеных пунктаў Беларусі. Маленькія гарады атрымваюць магчымасць

папулярываць свае слаўтасці і развіваць турыстычную плынь. Таксама праект акумулюе працу спецыялістаў розных сфер – праграмістаў, філолагаў, гідаў, гісторыкаў і г. д. Варта зазначыць, што аўдыягід не скасоўвае працу прафесійнага гіда, але надае ёй якасна іншы ўзровень: экскурсавод здолее складаць платныя і бясплатныя маршруты, якія карыстальнікі могуць прайсці самастойна шмат разоў за час, зручны для вандроўкі і аглядаць упадабаную слаўтасць столькі, колькі пажадаюць, не баючыся адстаць ад экскурсійнай групы.

Планы праекта, кірункі для інвеставання і дадатковых падпраектаў:

- дадаць звесткі не толькі пра слаўтасці ўсіх 110 гарадоў, але і інфармацыю пра астатнія 27 тыс. населеных пунктаў;
- адаптаваць кантэнт для іншых моў;
- укараніць сістэму аўтаматычнага ўключэння аўдыягіда па ходзе руху карыстальніка;
- усталёўваць доўгатэрміновыя кантакты з прафесійнымі гісторыкамі, экскурсаводамі, этнографамі для стварэння базы дадзеных высокай якасці;
- арганізаваць магчымасці дадання ўласнай інфармацыі ад экскурсаводаў, краянаўцаў, гісторыкаў і іншых карыстальнікаў, дзякуючы чаму экскурсаводы змогуць атрымаць дадатковы даход ад платнага кантэнту ў KrokApp;
- распрацаваць мабільную праграму для iPhone;
- знайсці партнёраў па падтрымцы праекта.

Спіс выкарыстаных крыніц

1. Историко-культурное наследие не приемлет равнодушия [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <https://www.bsc.by/story/istoriko-kulturnoe-nasledie-ne-priemlet-ravnodushiya>. – Дата доступу: 26.09.2017.
2. KrokApp // Google Play [Электронны рэсурс]. – 2017. – Рэжым доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=by.ssrilab.krokapp>. – Дата доступу: 26.09.2017.
3. KrokApp – персанальны аўдыягід па гарадах Беларусі [Электронны рэсурс]. – 2017. – Рэжым доступу: <http://krokapp.by/>. – Дата доступу: 26.09.2017.

УДК 519.2:003.26

Н. С. СОЛОГУБ, Ю. С. ХАРИН

ВЕКТОРНАЯ ЦЕПЬ МАРКОВА С ЧАСТИЧНЫМИ СВЯЗЯМИ

*НИИ прикладных проблем математики и информатики
Белорусского государственного университета, Минск, Беларусь,
e-mail: nssologub@gmail.com, kharin@bsu.by*

Разработана модель векторной цепи Маркова с частичными связями. Предложены алгоритмы построения статистических оценок параметров этой модели: матрицы вероятностей одношаговых переходов, шаблона связей, количества связей, порядка цепи; статистические тесты для проверки гипотез о параметрах модели. Разработана компьютерная модель для

Господ А. В., Илюшин И. Э. Алгоритмы управления роботами в условиях неопределенности внешней среды	126
Дернакова О. В., Бодягин И. А. Статистический анализ <i>DAR(1)</i> -временных рядов при наличии серий цензурированных наблюдений	133
Ефимова А. В. Сингулярность траекторий блоховского вектора кубита во внешнем поле без использования приближения вращающейся волны	144
Ланкевич Ю. Ю. Экспериментальное исследование программы оптимизации многоуровневых представлений систем булевых функций	151
Новиков А. Н., Калинов В. С., Рунец Л. П., Ступак А. П., Войтович А. П. Радиационные прикластерные центры окраски в нанокристаллах NaF и MgF ₂	155
Овсюк Е. М., Коральков А. Д. Поле со спином 1/2 в осциллирующей Вселенной де Ситтера и отражение от космологического барьера	160
Палуха В. Ю. Анализ мощности статистических тестов на основе оценок энтропии для проверки гипотез о «чистой случайности»	168
Перцев Д. Ю. Применение алгоритмов контекстного моделирования в задачах сжатия гиперспектральных данных, основанных на Фурье-интерферограммах	179
Покаташкин Г. С., Невмержицкий М. Н., Грибовский А. С. Моделирование выхода мягких фотонов в адронных и ядерных взаимодействиях	187
Потапов Б. В. Использование технологии motion capture в исследовании двигательной памяти	200
Русецкая Э. У., Драгун А. Я., Марчык М. У., Станіславенка Г. Р., Крывальцэвіч А. В., Шыбко М. В., Дзенісюк Д. А., Казлоўская Н. Д., Гецэвіч Ю. С. KrokApp – аўдыягід па Беларусі як сістэма папулярызацыі гісторыка-культурнай спадчыны	205
Сологуб Н. С., Харин Ю. С. Векторная цепь Маркова с частичными связями	210
Стародубцев И. Е., Харин Ю. С. Метод анализа АСМ-изображений поверхностей биологических клеток на основе спектральных плотностей	216
Шустова Е. А., Буцень А. В. Лазерно-плазменный синтез и модификация наночастиц меди и ее оксидов в жидкостях	220

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бородавченко О. М., Живулько В. Д. Радиационные эффекты в тонких пленках Cu(In,Ga)Se ₂	228
Карницкий А. Н. Экспериментальное исследование получения углеродных сорбентов путем пиролиза зерновой шелухи, обработанной хлоридом натрия	235
Корзун К. А., Чернаусик О. М., Котов Д. А., Ковалевский А. А. Возможности применения наноразмерного порошка угля при создании тепловых и электрических источников энергии	244
Крюк А. А., Леонтьева Т. Г., Сафронова А. А., Лисянович Т. В., Лукашевич Ж. А., Гусак К. В. Измерения содержания радона в воздухе зданий в Витебской области для включения в геоинформационную базу данных и построения карты радонового риска территории Беларуси	252
Леончик А. И., Савчин В. В., Долголенко Г. В., Сабиров Н. М., Шабуня С. И. Сравнение комбинированной термолитно-плазменной газификации органических материалов в паровой, углекислотной и смешанной средах	261
Петровский А. М., Корбут Т. Н., Рудак Э. А. Сравнительный анализ топливных камер реакторов ВВЭР-1200 и ВВЭР-1000	268
Подболотов К. Б., Барина Т. В. Влияние атмосферы синтеза на процесс формирования пироклоровых матриц для иммобилизации высокоактивных отходов	277
Рудак Э. А., Корбут Т. Н., Кузьмин А. В., Кравченко М. О. Формализм модели рождения и гибели частиц в приближении субпуассоновского распределения	285

Научное издание

МОЛОДЕЖЬ В НАУКЕ – 2017

Сборник материалов Международной конференции молодых ученых

(Минск, 30 октября – 2 ноября 2017 г.)

В двух частях

Часть 2

**Гуманитарные, медицинские, физико-математические,
физико-технические, химические науки**

Редакторы *М. С. Макрицкая, Я. В. Рощина, И. А. Старостина, Т. Е. Янчук*

Художественный редактор *Д. А. Комлев*

Технический редактор *О. А. Толстая*

Компьютерная верстка *О. Л. Смольской*

Подписано в печать 12.02.2018. Формат 70×100 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 36,24. Уч.-изд. л. 30,5. Тираж 76 экз. Заказ 17.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Республиканское унитарное предприятие «Издательский дом «Беларуская навука».

Свидетельства о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/18 от 02.08.2013, № 2/196 от 05.04.2017.

Ул. Ф. Скорины, 40, 220141, г. Минск.