



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ
им. В.А. ТРАПЕЗНИКОВА РАН

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ (ИТММ-2020)

**МАТЕРИАЛЫ
XIX Международной конференции
имени А. Ф. Терпугова
2–5 декабря 2020 г.**



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2021

УДК 519
ББК 22.17
И74

И74 Информационные технологии и математическое моделирование (ИТММ-2020): Материалы XIX Международной конференции имени А. Ф. Терпугова (2–5 декабря 2020 г.). – Томск: Изд-во НТЛ, 2021. – 498 с.

ISBN 978-5-89503-647-1

Сборник содержит избранные материалы XIX Международной конференции имени А. Ф. Терпугова по следующим направлениям: теория массового обслуживания и ее приложения, интеллектуальный анализ данных и визуализация, информационные технологии и программная инженерия, математическое и компьютерное моделирование технологических процессов.

Для специалистов в области информационных технологий и математического моделирования.

УДК 519
ББК 22.17

Редколлегия:

А.А. Назаров, доктор технических наук, профессор,
С.П. Моисеева, доктор физико-математических наук, профессор,
А.Н. Моисеев, доктор физико-математических наук, доцент,
М.П. Фархадов, доктор технических наук, профессор,
Е.Ю. Лисовская, кандидат физико-математических наук.

*Конференция проведена при поддержке
международного научно-методического центра
Томского государственного университета по математике,
информатике и цифровым технологиям в рамках
федерального проекта «Кадры для цифровой экономики»
национальной программы
«Цифровая экономика в Российской Федерации»*

ISBN 978-5-89503-647-1

© Авторы. Текст, 2021
© ООО «Издательство НТЛ».
Оформление. Дизайн, 2021

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SOFTWARE ENGINEERING

Development of back-end of the service for internationalization of web-applications

Marat Gainutdinov, Aleksey Shkurkin, Anastasia Pichugina

Tomsk State University, Tomsk, Russia

The active process of globalization is ongoing. It is influential in a great variety of human activities such as development of web-applications for businesses, learning and so on. For an application to be used by a large number of users it must be translated into languages that are accessible to them. The growing level of globalization and use of the Internet ensure the relevance of services for localization and internationalization of web applications.

The objective of this article is creation of the server part of a service providing internationalization of web-applications.

Created server part of the service (back-end) is presented as an application programming interface (API) which allows implementation of any user interface and is available to be used by developers in any application by calling necessary API method.

Analysis of the subject field

The key concept of the given work is the difference between internationalization and localization [1]:

Localization is an adaptation of a product and its documentation to the linguistic, cultural and other requirements of the target market; **internationalization**, on the other hand, is design, creating and development of a product in order for it to be localized easily and barrier-free.

A service for internationalization of web-applications is software, in this case a web-application, presenting a convenient tool for specialists doing localization and internationalization.

Internationalization is achieved by a number of technical processes, such as usage of UTF encodings, data formatting and design.

Review of alternatives

There are quite a few similar services, so for a critical review and comparison with the back-end of the service under development (U29N), only those that provide their API were taken. All services have a number of advantages and features apart from the minimal functionality; however, the functionality of U29N is fairly simple and well-documented, which makes the use of it convenient and allows quicker understanding of the mechanism of this service.

Table 1

Comparison of alternatives

	webtranslateit	lingohub	transifex	oneskyapp	u29n
Price	€49	€29	€139	\$0.05 per word	0
Ease of use	-	-	-	+/-	+

- 1) webtranslateit.com – free rate only for small enclosed projects, minimal rate €49, provides a large but at the same time rather complex functionality [2].
- 2) lingohub.com – free rate for Open Source projects, minimal rate starts at €29 a month, the convenience of use is similar to the previous alternative [3].
- 3) transifex.com – free rate for Open Source projects, minimal rate €139, the convenience of use is similar to the previous alternative [4].
- 4) oneskyapp.com – rate \$0.05 per word, relatively convenient API, has ready solutions for PHP, Python and Ruby [5].
- 5) U29N – free, fairly simple and well-documented.

Selecting requirements

- The following functionality requirements were stated with the help of system analytics. A service must:
- Provide an opportunity to create a language in which a web-application can be translated and also enable editing and deleting of languages.
 - Provide an opportunity to select a language by default.
 - Provide an opportunity to create, edit and delete the messages that represent phrases in a translated web-application.
 - Mark the messages as problematic under certain circumstances.

- Provide an opportunity to add, edit and delete translations of messages.
- Provide an opportunity to find and filter messages and translations in any fields.
- Provide an opportunity for several translators to work simultaneously; therefore, the data showed must always be actual.

The process of internationalization requires two specialists: an **editor** and a **translator**.

The following use case diagram was created after all requirements were considered (Fig. 1):

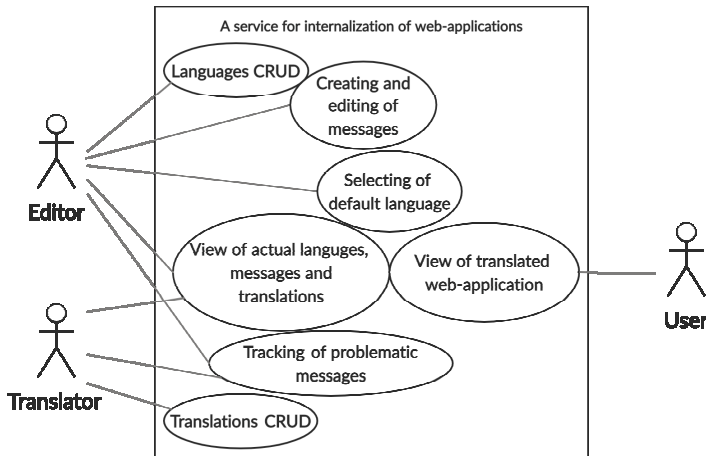


Fig. 1. Use case diagram

The selected functionality requirements are distributed among users in the following way:

Editor: determines what languages the web-application is translated in, prepares the messages that must be translated for the translator. Editor can also modify the translation and evaluate it. Actual messages, translations and languages are defined as correct data.

Translator: while working with the service translates the messages created by the editor.

User: receives the necessary translations, which are placed in the provided spaces of the interface of a web-application.

Domain modelling

A domain model was designed and is presented below (Fig. 2):

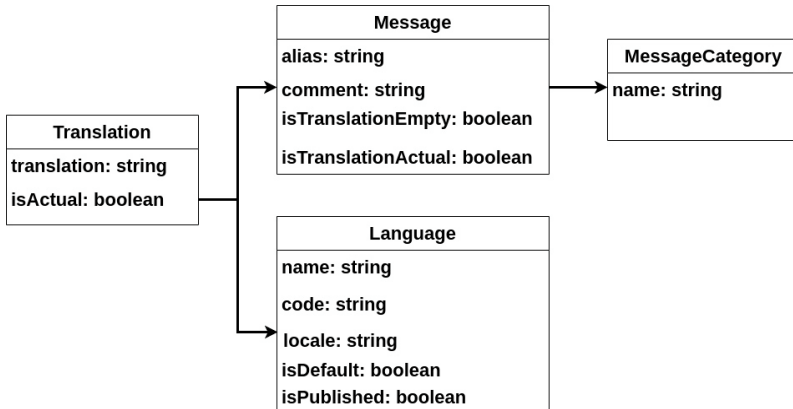


Fig. 2. Domain model

Language – languages that are in the service and in which a web-application is translated.

- name – the name of the language which is reflected in the language selection menu.
- code – two or three letters that represent the language during the intermediate processing of a user in the web-application.
- locale – denotes the regional customizations that can be applied to the language, for example date format and so on.
- isDefault – boolean field which can only be used in one language, which is the main language of the web application.
- isPublished – boolean field which shows, from the editor's perspective, that a translation is ready to be reflected in the user's web-application.

MessageCategory – categories of messages.

- name – name of the category.

Message – messages.

- alias – the content of the translation.
- comment – the description of the context, in which the message is used.
- isTranslationEmpty – boolean field, which shows the absence of a translation in at least one of the languages.
- isTranslationActual – boolean field indicating that there is at least one translation of a message that does not satisfy the editor.

Translation – translation of the message into one of the languages.

- translation – the content of the translation.
- isActual – boolean field, which indicates the correct translation (from the editor’s perspective).

Implementation tools

Framework Yii2 was chosen for implementation of server part. Yii2 is an object-oriented framework in PHP, which implements the MVC paradigm
PostgreSQL was used as the DBMS.

Centrifugo was used for the implement of web-sockets. Centrifugo is a separate server that maintains constant connection with users of the service.

Design

The scheme of the architecture of the project, which was implemented with Yii2 framework, was designed and is presented on component diagram [6] below (Fig. 3):

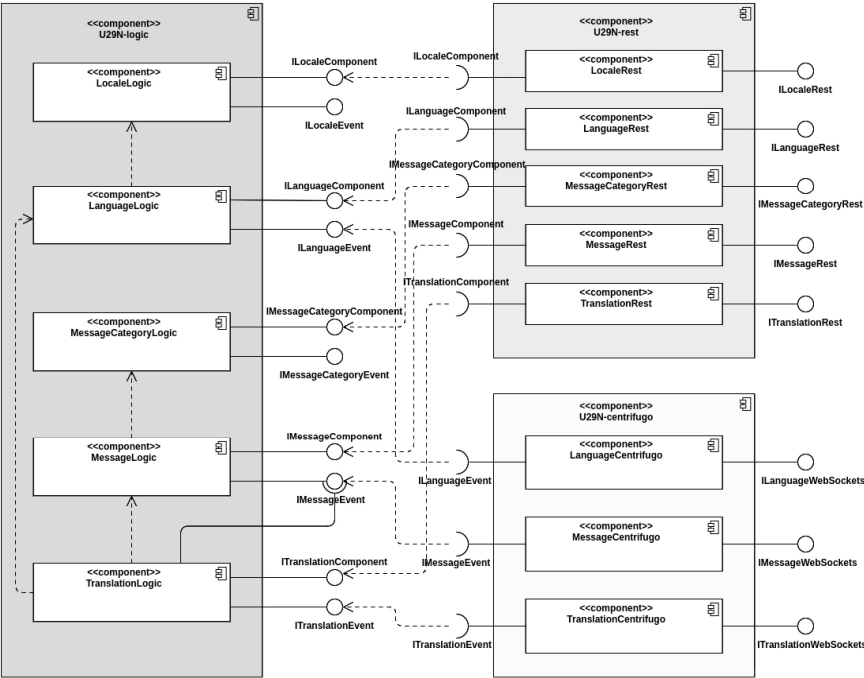


Fig. 3. Component diagram

As shown in Fig. 3, the functionality of the application is divided into three packages:

U29N-logic: contains business-logic and provides it to other packages.

U29N-rest: with the provided business-logic implements RESTful API – a programming interface of an application, implemented with help from the architecture style REST – Representational State Transfer. If a service fulfills the requirements of REST, it is considered RESTful.

U29N-centrifugo: implements the functionality for an asynchronous exchange of data.

Implemented API

The developed application programming interface implements the necessary functionality for entities:

1. **Languages:** CRUD was realized and the change of the main language of the application (default language).

2. **Categories of messages** – CRUD.

3. **Translations** – CRUD.

4. **Messages** – CRUD was realized, the automatic change of marks of problem was realized using the processing of events. It is responsible for presence of problems in a message – `isTranslationEmpty` and `isTranslationNotActual` in case of special events.

Implemented API is available to be used for example in front-end, CMSs, applications developed with other frameworks, etc. by calling necessary API method.

Conclusions

The result of the work is the server part of a service, presented as API and containing all functionality necessary for internationalization of web-applications.

REFERENCES

1. *Localization* and internationalization. URL: <https://www.w3.org/International/question/s/qa-i18n> (Accessed November 14th, 2020)
2. *webtranslateit* – Official site of the presented alternative webtranslateit. URL: <https://webtranslateit.com/en> (Accessed November 14th, 2020)
3. *lingohub* – Official site of the presented alternative lingohub. URL: <https://lingohub.com> (Accessed November 14th, 2020)
4. *transifex* – Official site of the presented alternative transifex. URL: <https://www.transifex.com> (Accessed November 14th, 2020)
5. *oneskyapp* – Official site of the presented alternative oneskyapp. URL: <http://www.oneskyapp.com> (Accessed November 14th, 2020)
6. *Fauler M.* UML distilled. 3rd ed. Saint Petersburg: Simvol-Plus, 2004. 192 p.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРИЯ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

QUEUEING THEORY AND APPLICATION

<i>Yves Adou, Ekaterina Markova.</i> To queueing system model performance measures analysis under network slicing.....	5
<i>Kirill Ageev, Eduard Sopin.</i> Analysis of the simplified network slicing model	11
<i>Anilkumar M.P., K.P. Jose.</i> An eigen value approach to a discrete-time queueing model with N -policy on two modes of service.....	17
<i>P. Beena, K.P. Jose.</i> A MAP/PH(1), PH(2)/2 inventory system with production, multiple servers and vacations.....	24
<i>Anastasia Daraseliya, Eduard Sopin.</i> Optimization of task offloading thresholds in the fog computing system	31
<i>Dhanya Babu, Varghese. C. Joshua, Achyutha Krishnamoorthy.</i> A queueing system with probabilistic joining strategy for priority customers	37
<i>Elmira Kalimulina.</i> On convergence of queueing network with changing structure to stationary distribution.....	43
<i>Maksim Korshikov, Eduard Sopin.</i> Analysis of the processor sharing systems with random serving rate coefficients	46
<i>Achyutha Krishnamoorthy, Varghese C. Joshua, Ambily P. Mathew.</i> A reliability problem with Interdependent Lifetimes	52
<i>Eugene Lebedev, Vadim Ponomarov, Oksana Pryshchepa.</i> The exact formulas for state-dependent Markov retrial queues	58
<i>Eugene Lebedev, Hanna Livinska.</i> Gaussian approximation and reducing of dimension for a general-type multichannel network	64
<i>Khamis Abdullah Khamis AL Maqbali, Varghese C. Joshua, Achyutha Krishnamoorthy.</i> On A single server queueing inventory system with common life time for inventoried items	70
<i>Agassi Melikov¹, V. Divya, Sevinc Aliyeva.</i> Analyses of feedback queue with positive server setup time and impatient calls.....	77
<i>Faina Moskaleva, Ekaterina Lisovskaya, Yuliya Gaidamaka.</i> A two-class service system for performance analysis of network slicing with QoS Isolation	82

<i>Anatoly Nazarov, Tuan Phung-Duc, Yana Izmailova. Asymptotic-diffusion analysis of multiserver retrial queueing system with priority customers.....</i>	88
<i>Anatoly Nazarov, Tuan Phung-Duc, Svetlana Paul, Olga Lizyura, Ksenia Shulgina. Asymptotic analysis of Markovian retrial queue with unreliable server and two-way communication under low rate of retrials condition</i>	99
<i>Anatoly Nazarov, Maria Samorodova. Asymptotic waiting time analysis of a M/M/1 retrial queueing system</i>	105
<i>Hamza Nemouchi, Mohamed Hedi Zaghouani, János Sztrik. Simulation analysis in cognitive radio networks with unreliability and abandonment.....</i>	110
<i>Nisha Mathew, Varghese Joshua, Achyutha Krishnamoorthy. On a MMAP/(PH,PH)/1/(∞,N) queueing-inventory system.....</i>	115
<i>K.R. Ranjith, Achyutha Krishnamoorthy, B. Gopakumar. Analysis of a PH/PH/1 queue with interdependence.....</i>	122
<i>Stepan Rogozin, Evsey Morozov. Stability condition of a modified Erlang loss system with different service rates</i>	126
<i>Sandhya E., C. Sreenivasan, Sajeed S. Nair. An explicit solution for an inventory model with positive lead time and backlogs.....</i>	131
<i>Smija Skaria, Sajeed S. Nair. Transient analysis of an inventory model with instantaneous replenishment and catastrophes</i>	138
<i>János Sztrik, Ádám Tóth, Elena Danilyuk, Svetlana Moiseeva. Simulation of retrial queueing system M/G/1 with impatient customers, collisions and unreliable server</i>	145
<i>János Sztrik, Ádám Tóth. Some special features of finite-source retrial queues with collisions, an unreliable server and impatient customers in the orbit</i>	152
<i>Алексей Благинин, Иван Лапатин, Анатолий Назаров. Исследование двумерного выходящего потока марковской модели узла обработки запросов с повторными обращениями и вызываемыми заявками</i>	159
<i>Анна Бояркина, Светлана Моисеева, Ирина Туренова, Алексей Шкуркин. СМО вида $GI^{(K)}/GI/\infty$ с групповым обслуживанием</i>	166
<i>Татьяна Бушкова, Анастасия Галилейская Екатерина Лисовская, Светлана Моисеева. Асимптотический анализ ресурсной гетерогенной СМО $(MMPP+2M)^{(v)}/M/\infty$</i>	172
<i>Константин Вытовтов, Елизавета Барабанова, Владимир Вишневский. Аналитический метод анализа случайных процессов с</i>	

непрерывным временем и дискретными состояниями при времязависимых вероятностях переходов.....	178
<i>Максим Жарков, Михаил Пavidис.</i> Об использовании четырех- фазных систем массового обслуживания для описания работы грузовых и сортировочных железнодорожных станций.....	184
<i>Владимир Задорожный, Татьяна Захаренкова.</i> Метод бесконеч- ных разметок в системах с неизвестным временем обслужива- ния поступающих заявок	188
<i>Владимир Задорожный, Микеле Пагано, Татьяна Захаренкова.</i> Применение метода бесконечных разметок к сетям с коммута- цией пакетов.....	194
<i>Андрей Зорин, Ксения Сизова.</i> Метод решения стационарных уравнений для процесса приоритетного обслуживания с раз- делением времени в случайной среде.....	200
<i>Валентина Клименок, Александр Дудин, Иван Ванькович.</i> Стацио- нарные характеристики системы массового обслуживания с повторными вызовами и поиском на орбите	205
<i>Дмитрий Копать, Михаил Матальцкий.</i> Анализ ожидаемого до- хода в открытой сети с ограниченным числом заявок и обхо- дами ими систем обслуживания.....	211
<i>Анатолий Назаров, Екатерина Павлова.</i> Исследование СМО вида $MMPP M N$ с обратной связью методом асимптотически диф- фузионного анализа.....	217
<i>Анатолий Назаров, Светлана Рожкова, Екатерина Титаренко.</i> Исследование системы с обратной связью, рекуррентным об- служиванием и неординарным пуассоновским входящим по- током.....	223
<i>Анна Полховская, Ольга Бобкова, Светлана Моисеева.</i> Ресурсная RQ-система с коллизиями.....	228
<i>Павел Приступа, Павел Михеев, Сергей Суценко.</i> Прямая кор- рекция ошибок на внутрисегментном уровне транспортного протокола.....	232
<i>Екатерина Пройдакова, Виктория Санникова.</i> Математическое моделирование и исследование приоритетной управляющей системы с непостоянной интенсивностью обслуживания тре- бований	238
<i>Светлана Рожкова, Наталья Воронина, Александра Семашко.</i> Исследование RQ-системы $M/M/1$ с ненадежным прибором асимптотическим и матричным методами	244

<i>Елена Станкевич, Игорь Тананко. Метод анализа замкнутых сетей массового обслуживания с системами типа $M_a/M^{[x,y]}/1$</i>	<i>251</i>
<i>Елена Станкевич, Игорь Тананко. Приближенный метод анализа замкнутых сетей массового обслуживания с ненадежными системами и групповым обслуживанием.....</i>	<i>255</i>
<i>Гурами Цициашвили, Анатолий Назаров, Александр Мусеев. Асимптотическая оценка интенсивности сборки пуассоновских потоков</i>	<i>258</i>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

INFORMATION TECHNOLOGIES AND SOFTWARE ENGINEERING

<i>Marat Gainutdinov, Aleksey Shkurkin, Anastasia Pichugina. Development of back-end of the service for internationalization of web-applications.....</i>	<i>265</i>
<i>Алексей Бабанов, Елена Квач. «IS-A»-отношение, как способ представления взаимосвязи обобщенных и специализированных понятий.....</i>	<i>271</i>
<i>Людмила Демиденко. Проектирование базовой архитектуры модуля «Расписание» системы Alterum Med.....</i>	<i>278</i>
<i>Игорь Жуков, Юрий Костюк. Программная реализация заданий по программированию с многовариантными решениями.....</i>	<i>285</i>
<i>Денис Змеев, Лидия Иванова, Руфина Рафикова. О представлении прогресса проекта по разработке программного обеспечения в форме динамической байесовской сети</i>	<i>291</i>
<i>Олег Змеев, Юлия Протасевич, Данила Соколов. Поддержка настраиваемых типов проектов в системе автоматизации управления Git-репозиториями для использования в процессе обучения.....</i>	<i>298</i>
<i>Татьяна Кетова, Евгения Соколова. Формальная модель образовательной программы в области компьютерных наук с точки зрения международного стандарта АСМ и IEEE</i>	<i>303</i>
<i>Яна Куликова, Дмитрий Качалов, Маис Паша Оглы Фархадов. Сценарии управления беспилотными транспортными средствами в среде «Умного города».....</i>	<i>308</i>
<i>Яна Лебедева, Вячеслав Вавилов. Разработка системы автоматизации процессов обращения кассовой техники в банковской организации</i>	<i>314</i>

<i>Евгений Полин, Александр Моисеев, Константин Войтиков.</i> Имитационное моделирование СМО с входящими потоками, параметры которых зависят от состояния системы.....	320
<i>Вадим Тренькаев.</i> Обзор исследований по проблеме достижения высокой производительности протокола OPC UA	324

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

MATHEMATICAL AND COMPUTER MODELLING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

<i>Mary Michel Begre, Warren Kassy Dougg Feussi, Shakhmurad Kanzitdinov, Sergey Vasilyev.</i> Stability analysis and motion of the Kapitsa pendulum	330
<i>Mohamed Adel Bouatta, Irina Kolosova, Evgeniya Korshok, Darya Vasilyeva.</i> Kadshevsky equation numerical analysis with periodic boundary conditions on adaptive grids	336
<i>Jozil Takhirov.</i> A reaction-diffusion-advection competition model with a free boundary	339
<i>Sergey Pichugin.</i> Problem definition for LEO system switching technique development	345
<i>Анжела Абдразакова, Татьяна Булгакова, Антон Войтишек.</i> Об особенностях выбора ортонормированных систем функций в рандомизированных численных проекционных функциональ- ных алгоритмах	350
<i>Даниэль Перес Акоста, Сергей Васильев, Шахмурад Канзитди- нов, Игорь Левичев.</i> Построение решений задач оптимального управления динамическими системами в бесконечномерных пространствах с малым параметром	356
<i>Антон Войтишек, Ярослав Постовалов, Данил Черкашин.</i> Систе- ма численного моделирования одномерных случайных вели- чин NMPUD: формирование банка плотностей, автоматизация математических выкладок и приложения	363
<i>Мохамед Адель Буатта, Сергей Васильев, Вячеслав Федорченко.</i> Численный анализ на адаптивных сетках многомерного урав- нения Фоккера – Планка с малым параметром	369
<i>Никита Беляков, Рустам Бикмурзин, Дмитрий Федченко.</i> Об ис- пользовании конечных автоматов при моделировании наност- руктур	373

<i>Ирина Гендрина. Использование метода фиктивных переменных для исследования пространственной характеристики систем видения через атмосферу.....</i>	377
<i>Антон Есин. Исследование принципов применения моделей многозначной логики в современных приложениях</i>	383
<i>Антон Есин. Теоретические аспекты построения современных систем управления на базе многозначной логики.....</i>	389
<i>Вячеслав Кувыкин, Максим Брюханов. Математическое и компьютерное моделирование системы согласования материального баланса в нефтепереработке и нефтехимии.....</i>	394
<i>Вячеслав Кувыкин, Артем Колпаков, Елена Колпакова. Параметрический анализ математических моделей оптимального планирования нефтепереработки и компьютерное моделирование.....</i>	398
<i>Ольга Кузоватова. Компьютерное моделирование локализации деформации сыпучей среды в сходящемся канале</i>	403
<i>Мария Шкленник, Александр Мусеев. Реализация механизма сбора и обработки статистических данных потоков заявок в системе имитационного моделирования ODIS.....</i>	409

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

INTELLIGENT DATA ANALYSIS AND VISUALIZATION

<i>Alyona Borisovskaya. Methods of spelling correction in information retrieval systems.....</i>	414
<i>Ivan Brokarev, Mais Farkhadov, Sergey Vaskovskii. Recurrent neural networks to analyze the quality of natural gas</i>	419
<i>Ivan Brokarev, Sergey Vaskovskii. Analysis of reliability of gas analysis system based on vector Wiener process</i>	423
<i>Victoria Shamraeva. Analysis of business processes of construction and operation of highways on a toll basis using BIM tools.....</i>	429
<i>Ирина Баранова. Применение метода двудольных множеств событий в задачах регрессионного анализа многомерных разнотипных данных</i>	441
<i>Инна Батраева, Александра Крючкова. Алгоритм репрезентации кастомизированных диалектологических корпусов для Саратовского диалектологического корпуса русского языка</i>	447
<i>Светлана Гагарина, Юрий Гагарин. Прогнозирование частных показателей индекса активного долголетия</i>	450

<i>Степан Гилин. Решение задачи распознавания образов при помощи алгоритма гибридной СММ-нейросети</i>	<i>454</i>
<i>Валерий Голышев, Дарья Семенова. Нечёткий анализ формальных понятий: метод α-сечения.....</i>	<i>462</i>
<i>Эллада Ибрагимова, Дарья Семенова. Распознавание k-кластеризуемости знаковых графов.....</i>	<i>468</i>
<i>Анна Ивлева, Сергей Смирнов. Первичный концептуальный анализ сестринского дела для экспертной советующей системы.....</i>	<i>473</i>
<i>Александр Солдатенко, Дарья Семенова. Алгоритм HGFC нахождения формальных понятий</i>	<i>478</i>
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	483

Научное издание

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
(ИТММ-2020)**

**МАТЕРИАЛЫ
XIX Международной конференции
имени А. Ф. Терпугова
2–5 декабря 2020 г.**

Редактор *Т.С. Портнова*
Дизайн, верстка *Д.В. Фортеса*

ООО «Издательство научно-технической литературы»
634034, г. Томск, ул. Студенческая, 4, тел. (3822) 53-10-35

Изд. лиц. ИД № 04000 от 12.02.2001. Подписано к печати 24.02.2021.
Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура «Таймс».
Усл. п. л. 28.95. Уч.-изд. л. 32.42. Тираж 100 экз. Заказ № 4.
