

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ОБРАЗОВАНИИ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «ЛЭТИ»

№ 1, 2020

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Сергей Абрамович	<i>профессор государственного университета Нью-Йорка (США)</i>
Алкивиадис Акритас	<i>профессор университета Фессалии (Греция)</i>
Башмаков Марк Иванович	<i>доктор физ.-мат. наук, профессор, академик РАО</i>
Андрей Бродник	<i>проф. ун-та Любляны и Приморского университета (Словения)</i>
Бруно Бухбергер	<i>профессор университета им. Иоганна Кеплера в Линце (Австрия)</i>
Бутиков Евгений Иванович	<i>кандидат физ.-мат. наук, профессор, СПбГУ</i>
Васильев Владимир Николаевич	<i>доктор тех. наук, чл.-корр. РАН, Университет ИТМО</i>
Стивен Вольфрам	<i>президент компании Вольфрам Рисч (США)</i>
Дима Григорьев	<i>директор Национального центра научных исследований (Франция)</i>
Евгений Зима	<i>проф. Университета Уилфрида Лорье (Канада)</i>
Куприянов Михаил Степанович	<i>доктор тех. наук, профессор, Первый проректор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»</i>
Матиясевич Юрий Владимирович	<i>доктор физ.-мат. наук, академик РАН, ПОМИ РАН</i>
Новиков Борис Асенович	<i>доктор физ.-мат. наук, профессор, НИУ ВШЭ</i>
Новиков Фёдор Александрович	<i>доктор тех. наук, профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»</i>
Романовский Иосиф Владимирович	<i>доктор физ.-мат. наук, профессор, СПбГУ</i>
Семёнов Алексей Львович	<i>доктор физ.-мат. наук, академик РАН, МПГУ</i>
Сергей Соловьев	<i>кандидат физ.-мат. наук, профессор ун-та Поля Сабатье (Франция)</i>
Марк Спиваковский	<i>директор по научной работе Национального центра научных исследований и Математического института (Франция)</i>
Терехов Андрей Николаевич	<i>доктор физ.-мат. наук, профессор, СПбГУ</i>
Александр Тискин	<i>доцент университета Уорика (Великобритания)</i>
Стивен Уотт	<i>профессор университета Западного Онтарио (Канада)</i>

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Поздняков Сергей Николаевич *доктор пед. наук, доцент, профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*

## СОРЕДАКТОР:

Васильев Николай Николаевич *кандидат физ.-мат. наук, ПОМИ РАН, профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»*

## РЕДАКТОР АНГЛИЙСКОЙ ВЕРСИИ:

Алкивиадис Акритас *профессор университета Фессалии (Греция)*

*Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций  
на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук (перечень ВАК)*

# COMPUTER TOOLS IN EDUCATION

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION  
SAINT-PETERSBURG STATE ELECTROTECHNICAL UNIVERSITY «LETI»

№ 1, 2020

## EDITORIAL BOARD:

Sergei Abramovich	<i>Prof. at The State University of New York (USA)</i>
Alkiviadis Akritas	<i>Prof. at The University of Thessaly (Greece)</i>
Mark I. Bashmakov	<i>Prof., Member of Russian Academy of Education (Russian Federation)</i>
Andrej Brodnik	<i>Prof. at University of Ljubljana and University of Primorska (Slovenia)</i>
Bruno Buchberger	<i>Professor at Johannes Kepler University (Austria)</i>
Eugene I. Butikov	<i>Prof. at St. Petersburg State University and ITMO (Russian Federation)</i>
Vladimir N. Vasilyev	<i>Prof. at ITMO University, corr. member of RAS (Russian Federation)</i>
Dima Grigoriev	<i>Directeur de recherches, CNRS (France)</i>
Mikhail S. Kupriyanov	<i>Prof., First Vice-Rector of St. Petersburg Electrotechnical University LETI (Russian Federation)</i>
Yury V. Matiyasevich	<i>Head of Laboratory of Mathematical logic PDMI, Member and adviser of the RAS (Russian Federation)</i>
Boris A. Novikov	<i>Prof., HSE Campus (Russian Federation)</i>
Fedor A. Novikov	<i>Prof. at St. Petersburg Electrotechnical University LETI (Russian Federation)</i>
Joseph V. Romanovsky	<i>Prof. at St. Petersburg University (Russian Federation)</i>
Aleksej L. Semenov	<i>Prof. at MPSU, member and adviser of RAS (Russian Federation)</i>
Sergei Soloviev	<i>Prof. of IRIT, University of Toulouse (France)</i>
Mark Spivakovsky	<i>Directeur de Recherche, CNRS and Institut de Mathematiques de Toulouse (France)</i>
Andrej N. Terehov	<i>Prof. at St. Petersburg University, Head of Institute of IT (Russian Federation)</i>
Alexander Tiskin	<i>Ass. prof. at University of Warwick (United Kingdom)</i>
Stephen Watt	<i>Professor at University of Western Ontario (Canada)</i>
Stephen Wolfram	<i>President of Wolfram Research (USA)</i>
Eugene Zima	<i>Professor at Wilfrid Laurier University (Canada)</i>

## EDITOR-IN-CHIEF:

Sergei N. Pozdniakov *Professor at St. Petersburg Electrotechnical University LETI (Russian Federation)*

## CO-EDITOR:

Nikolai N. Vassiliev *Senior Research Fellow at St. Petersburg Department of V. A. Steklov Mathematical Institute, Professor at St. Petersburg Electrotechnical University LETI (Russian Federation)*

## EDITOR OF ENGLISH PART OF THE JOURNAL:

Alkiviadis G. Akritas *Prof., University of the Thessaly (Greece)*

*The journal is included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and publications, in which the basic scientific results of dissertations must be published for obtaining the academic degrees of doctor and candidate of sciences (list of VAK)*

РЕДАКЦИОННАЯ  
КОЛЛЕГИЯ:

С. Ф. Адлай,  
С. Г. Иванов,  
*к. пед. наук*  
А. Ф. Ляхов,  
*к. ф.-м. наук, доц.*  
Д. А. Павлов,  
*к. ф.-м. наук*  
В. Г. Парфенов,  
*д. техн. наук, проф.*  
И. А. Посов,  
*к. техн. наук*  
Ю. Б. Сениченков,  
*д. техн. наук, проф.*  
С. К. Стафеев,  
*д. техн. наук, проф.*  
А. В. Степанов,  
*к. ф.-м. наук, доц.*  
А. С. Чирцов,  
*проф. Ун-та ИТМО*

КОРРЕКТОР:  
Энтина С. Б.

ВЕРСТКА:  
Т. Г. Мянд

ДИЗАЙН ОБЛОЖКИ:  
А. И. Баранов

## СОДЕРЖАНИЕ

### АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

А. М. Коточигов, А. И. Сучков	Метод сокращения перебора в алгоритмах построения минимальных аддитивных цепочек	5
А. В. Ляпцев	Учебная модель развития эпидемии	19
А. Г. Максимов, А. Д. Завалишин, М. В. Абрамов, А. Л. Тулупьев	Графы производных в глобальных структурах алгебраических байесовских сетей	28
Д. А. Еременко	Минимальные алгебры бинарных операций ранга 3	38

### КОМПЬЮТЕР В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Л. Е. Шуринов, И. С. Петрушин, С. И. Книжин	Мобильное приложение для демонстрации основных понятий радиоэлектроники	49
С. Ф. Адлай, С. Н. Поздняков	Цифровые представления математических объектов в контексте различных форм представления математического знания	58
Ю. Б. Сениченков	Проект InMotion. Впечатления по горячим следам	87

*Журнал издается при поддержке  
НИИ информационных технологий Санкт-Петербургского государственного университета*

Все права защищены. Никакая часть данного издания не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения редакции журнала. Рукописи принимаются только в электронном виде. Приглашаем авторов к сотрудничеству.

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

197376 Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5. Тел. (812) 373-00-25  
URL: <http://cte.eltech.ru/ojs> E-mail: [info@kio.spb.ru](mailto:info@kio.spb.ru)

Журнал основан в 1997 г.

Издание перерегистрировано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охраны культурного наследия (г. Москва)

Свидетельство ПИ № ФС 77-63337 от 09 октября 2015 г.

Издание проходит перерегистрацию и будет выходить под названием  
«Компьютерные инструменты в науке и образовании»

Подписной индекс в Каталоге российской прессы «Почта России»: 99005.

Подписано в печать: 28.03.2020

Отпечатано в АНО «КИО» 192281 Санкт-Петербург, ул. Купчинская, 10-3-223

EDITORIAL TEAM:

C O N T E N T

S. Adlaj,  
S. Ivanov,  
A. Lyakhov,  
D. Pavlov,  
V. Parfenov,  
I. Posov,  
Y. Senichenkov,  
S. Stafeev,  
A. Stepanov,  
A. Chirtsov  
PAGINATION:  
T. Myand

CORRECTOR:  
S. Entina

COVER DESIGN:  
A. Baranov

**ALGORITHMIC MATHEMATICS  
AND MATHEMATICAL MODELING**

A. M. Kotochigov, A. I. Suchkov	A Method for Reducing Iteration in Algorithms for Building Minimal Additive Chains	5
A. V. Liapzev	A training Model of Epidemic Development	19
A. G. Maksimov, A. D. Zavalishin, M. V. Abramov, A. L. Tulupyev	Derivative Graphs in Global Structures of Bayesian Algebraic Networks	28
D. A. Eremenko	Minimal Algebras of Binary Operations of Rank 3	38

**COMPUTERS IN THE TEACHING PROCESS**

L. E. Shurinov, I. S. Petrushin, S. I. Knizhin	A Mobile Application to Demonstrate the Basic Concepts of Radio Electronics	49
S. F. Adlaj, S. N. Pozdnyakov	Digital Representations of Mathematical Objects in the Context of Various Forms of Representation of Mathematical Knowledge	58
Yu. B. Senichenkov	InMotion Project. Impressions in Hot Pursuit	87

*The journal is published with the support of the  
Scientific Research Institute of Information Technologies of St. Petersburg State University*

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced in any form without the written permission of the publisher. Manuscripts are accepted only in electronic form. We ask the authors to cooperate.

EDITORIAL ADDRESS:

197376 Russia, Saint Petersburg, str. Professor Popov, 5. Tel. (812) 373-00-25

URL: <http://cte.eltech.ru/ojs> E-mail: [info@kio.spb.ru](mailto:info@kio.spb.ru)

The journal was founded in 1997.

The publication is registered by the Federal Service for the Supervision of Compliance of Legislation  
in Mass Communications and Protection of Cultural Heritage (Moscow)

Certificate number ПИ № ФС77-63337, October 9, 2015

The journal is being re-registered and will further be published under the title  
“Computer tools in science and education”

Index in the Catalogue of the Russian press “Mail of Russia”: 99005.

Signed print: 28.03.2020.

Printed in “Center of information technologies in education “CTE”,  
192281, Russia, Saint Petersburg, Kupchinskaya str., 10-3-223.