

# КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ В ОБРАЗОВАНИИ

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

№ 2, 2022

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Сергей Абрамович	<i>профессор государственного университета Нью-Йорка (США)</i>
Алкивиадис Акритас	<i>профессор университета Фессалии (Греция)</i>
Бруно Бухбергер	<i>профессор университета им. Иоганна Кеплера в Линце (Австрия)</i>
Бутиков Евгений Иванович	<i>кандидат физ.-мат. наук, профессор, СПбГУ</i>
Вавилов Николай Александрович	<i>доктор физ.-мат. наук, профессор СПбГУ</i>
Вакуленко Сергей Августович	<i>доктор физ.-мат. наук, профессор СПбГЭТУ «ЛЭТИ»</i>
Васильев Владимир Николаевич	<i>доктор тех. наук, чл.-корр. РАН, Университет ИТМО</i>
Стивен Вольфрам	<i>президент компании Вольфрам Рисч (США)</i>
Гнитецкая Татьяна Николаевна	<i>доктор пед. наук, профессор ДВФУ</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, Руководитель научного и образовательного направлений 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>
Панков Павел Сергеевич	<i>доктор физ.-мат. наук, профессор, чл.-кор. Национальной академии наук Кыргызстана (Киргизия)</i>
Семёнов Алексей Львович	<i>доктор физ.-мат. наук, академик РАН, МПГУ</i>
Снегурова Виктория Игоревна	<i>доктор пед. наук, профессор, проректор по образовательной деятельности и цифровой трансформации РГПУ</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>кандидат физ.-мат. наук, доцент СПбГУ</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»

№ 2, 2022

## 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>
Bruno Buchberger	<i>Professor at Johannes Kepler University (Austria)</i>
Nikolai A. Vavilov	<i>Prof. at St. Petersburg State University (Russian Federation)</i>
Sergei A. Vakulenko	<i>Prof. at St. Petersburg Electrotechnical University LETI (Russian Federation)</i>
Eugene I. Butikov	<i>Prof. at St. Petersburg State University (Russian Federation)</i>
Vladimir N. Vasilyev	<i>Prof. at ITMO University, corr. member of RAS (Russian Federation)</i>
Tatyana N. Gnitetskaya	<i>Prof. at Far Eastern Federal University (Russian Federation)</i>
Dima Grigoriev	<i>Directeur de recherches, CNRS (France)</i>
Mikhail S. Kupriyanov	<i>Prof., Head of Scientific and Educational Areas at 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>
Pavel S. Pankov	<i>Prof., Corresponding Member of National Academy of Sciences of Kyrgyzstan (Kyrgyzstan)</i>
Viktoria I. Snegurva	<i>Vice-Rector for Educational Activities and Digital Transformation of Herzen 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 Spivakovskiy	<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 St. Petersburg State University (Russian Federation)</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,  
к. ф.-м. наук  
С. Г. Иванов,  
к. пед. наук  
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,  
д. ф.-м. наук, доц.  
А. С. Чирцов,  
проф. Ун-та ИТМО

КОРРЕКТОР:  
С. Б. Энтина

ВЕРСТКА:  
Т. Г. Мянд

ДИЗАЙН ОБЛОЖКИ:  
А. И. Баранов

## СОДЕРЖАНИЕ

### АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

А. М. Герштейн, Маршрутизация транспорта при наличии  
А. Н. Терехов опасных участков на дороге  
(на примере города Спрингфилд, Массачусетс) 5

К. В. Сухорученков, Моделирование условий очистки  
Е. В. Мараева, и процесса выращивания полупроводниковых  
О. А. Александрова монокристаллов методом зонной плавки 19

И. К. Шарков, Планирование и оценка качества  
В. М. Крылов, систем физической защиты с помощью  
Ю. Б. Колесов имитационного моделирования (на англ.) 32

### ИНФОРМАТИКА

Б. Ф. Мельников, О классическом варианте метода  
Е. А. Мельникова ветвей и границ (на англ.) 41

### ИНЖЕНЕРИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

В. А. Ершов Детали реализации GPU версии  
библиотеки CatBoost (на англ.) 59

### КОМПЬЮТЕР В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Ю. Б. Сениченков, Моделирование для начинающих  
А. И. Невзорова, в среде ANYDYNAMICS 74  
А. Е. Семенцов

### ПОДГОТОВКА СПЕЦИАЛИСТОВ: новые методы обучения

В. В. Дудко Исследование вовлеченности студентов  
бакалавриата в обучение по курсу педагогики  
с использованием веб-приложения LearningApps 76

А. А. Булаев, Информационно-справочный чат-бот  
А. В. Жидков для обучающихся и преподавателей вуза  
на основе социальной сети VK  
и системы MOODLE 97

*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 и издателя:  
197022 Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 5, литера Ф. 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.

Учредитель:  
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)  
Тираж: 100 экз. Свободная цена

Подписано в печать: 29.08.2022.  
Отпечатано в АНО «КИО» 192281 Санкт-Петербург, ул. Купчинская, 10-3-223

EDITORIAL TEAM:

S. Adlaj,  
S. Ivanov,  
D. Pavlov,  
V. Parfenov,  
I. Posov,  
Y. Senichenkov,  
S. Stafeev,  
A. Stepanov,  
A. Chirtsov

PAGINATION:

T. Myand

CORRECTOR:

S. Entina

COVER DESIGN:

A. Baranov

## C O N T E N T

### ALGORITHMIC MATHEMATICS AND MATHEMATICAL MODELING

A. M. Gershteyn, Routing Algorithm for Vehicles that Avoids  
A. N. Terekhov Severe Traffic Accident Hotspots on the Road  
Network (Using the City of Springfield,  
Massachusetts as a Case Study) 5

K. V. Sukhoruchenkov, Simulation of Purification Conditions  
E. V. Maraeva, and the Process of Growing Semiconductor  
O. A. Alexandrova Single Crystals by the Zone Melting Method 19

I. K. Sharkov, Planning and Quality Evaluation  
V. M. Krylov, of Physical Protection Systems  
Y. B. Kolesov Using Simulation Modeling 32

### COMPUTER SCIENCE

B. F. Melnikov, On the Classical Version of the Branch  
E. A. Melnikova and Bound Method 41

### SOFTWARE ENGINEERING

V. A. Ershov CatBoost GPU Implementation 59

### COMPUTERS IN THE TEACHING PROCESS

Y. B. Senichenkov, Modeling for beginners  
A. И. Nevzorov, in the ANYDINAMICS environment 74  
A. E. Sementsov

### SPECIALISTS TRAINING: new teaching methods

V. V. Dudko A Research on the Undergraduate Student's  
Engagement into the Pedagogy Specialization  
Training Using LearningApps Web Application 76

A. A. Bulaev, Informational Chat-bot for Students and Teachers  
A. V. Zhidkov Based on VK and MOODLE 97

*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 and publisher address:

197022 Russia, Saint Petersburg, str. Professor Popov, 5, lit. F. 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

Founder: Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

Free distribution

Signed print: 29-08-2022.

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