

THE 15TH INTERNATIONAL SEMINAR "MATHEMATICAL MODELS AND MODELING IN LASER-PLASMA PROCESSES & ADVANCED SCIENCE TECHNOLOGIES» (LPPM3-2016)

V.I. MAZHUKIN

Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS
Moscow, Russia
e-mail: vim@modhef.ru

Keywords: conference proceedings, mathematical modeling, computational mathematics, laser technology, parallel computing, heterogeneous computational technologies, Russian space, advanced science technologies.

Abstract. The results of the Fifteenth International Scientific Seminar "Mathematical models and modeling in laser-plasma processes & advanced science technologies» (LPPM3-2016), held from September 26 to October 1, 2016 in Montenegro (Petrovac), summarized by the seminar program committee.

1 INTRODUCTION

From 26 September to 1 October 2016 in Petrovac (Montenegro) was held the 15th International Scientific Seminar "Mathematical models and modeling in laser-plasma processes & advanced science technologies» (LPPM3-2016). Organizers: Keldysh Institute of Applied Mathematics of the Russian Academy of Sciences, A.M. Prokhorov General Physics Institute of Russian Academy of Sciences, University of Montenegro (Podgorica), Forum of university professors and researchers of Montenegro, scientific journal "Mathematica Montisnigri".

Journal «Mathematica Montisnigri» for many years supported the work of the seminar, the participants by publishing articles. This volume of the journal presents a number of articles on the reports made at LPPM3-2016 in Montenegro. Publication of seminar materials in the journal contributes to the spread of scientific ideas of the seminar and demonstrates possibilities of the methodology of mathematical modeling.

The Seminar was attended by more than 60 well-known scientists from Russia, Montenegro, United States of America and Japan. The Russian side was represented by seven institutes of the Russian Academy of Sciences, seven research and development centers and six universities. Montenegro was presented by researchers of University of Montenegro (faculties: Maritime (Kotor), Natural Sciences and Mathematics (Podgorica).

The seminar included the plenary, invited and oral presentations. All presentations were made on basic scientific topics within two sections

"Laser-plasma processes, laser action":

- Laser ablation - experiment, theory, statement of problems.
- Continuum and atomistic models.

2010 Mathematics Subject Classification: 00B20, 00A66, 97M10, 97M50.

Key words and Phrases: Proceedings of conferences of general interest, Mathematical Modeling, Computational Mathematics, Laser Technology, Parallel/Distributed Computing, Heterogeneous Computational Technologies, Russian Space, Advanced Science Technology.

- Parallelization technologies.
- Simulation of various modes of laser action on materials.
- Generation of nanoparticles and nanostructures by ultrashort laser pulses.
- Non-equilibrium low-temperature laser plasma.
- Fundamental plasma physics.
- Plasma theory and numerical experiment.
- Plasma in technology.
- Plasma spectroscopy.
- Models of mathematical physics and complex analysis.

"Advanced science technologies":

- Russian space.
- Advanced science technologies in the humanities.
- Mathematical methods in biology.

Seminar still retains an interdisciplinary focus, based on a scientific methodology of mathematical modeling, which allow brings together scientists working in various subject areas: mathematics, physics, chemistry, biology, medicine, economics, and history. Seminar participants analyzed the results of recent experimental and theoretical studies and formulated the problem to be solved.

In the section "Laser-plasma processes, laser action" efforts were primarily focused on the fundamental problems of development continuum and atomistic models, the development of computational mathematics methods, improving the mathematical apparatus. Were discussed two approaches to study of applied problems: natural experiment and computational experiment. Within the topic "Laser ablation - experiment, theory, statement of problems" discussed the experimental approach to the study of problems of laser action on materials. In this approach, we considered the results of the experiments were formulated the problems to study by methods of mathematical modeling. The second aspect related to the computational experiment, discussed under the topics "Continuum and atomistic models" and "Simulation of various modes of laser action on materials," "Plasma theory and numerical experiment", "Fundamental plasma physics" and efforts were primarily focused on the fundamental problems of development of continuum and atomistic models, study of laser physics, modeling a variety of laser technology applications. At the meetings under the topics "Generation of nanoparticles and nanostructures by ultrashort laser pulses", "plasma in technology", "plasma spectroscopy " were discussed the latest achievements of fundamental and applied research in the field of laser material processing, synthesis and diagnostics for - nano, -pico, -femtosecond action modes. Relevant topics were problems of mathematical modeling of processes of laser nanostructuring of generating nanoparticles, of pulsed laser deposition of thin films, of interaction of ultrashort laser pulses with materials and laser ablation.

In the topic "Models of mathematical physics and computational methods" were discussed the problems of development of computational mathematics methods, improving the mathematical apparatus needed for research in various subject areas.

Within the section "Advanced scientific technologies" within the three topics was made a number of reports. Under the topic "Russian space" were discussed the problems of development of strategies of research systems of the outer planets, space objects monitoring, development of surveillance systems and statistical processing of data, as well as the problems associated with the use of morphological multiscale modeling in studies of Mars

and the Moon. Problems of creation and calculation of complex robot control schemes, modeling in the virtual space of real environment objects in real time, which is necessary for correct operation of simulation and training systems were also discussed.

In the topic "Mathematical methods in biology" were considered the problem modeling in biomedicine, including the problems of modeling propagation of viral infections by droplet spread.

Under the topic "Advanced scientific technologies in the the humanities" was discussed the application of mathematical methods in the areas of knowledge as history, sociology, ecology, where the problems are difficult formalized and the results of the application of mathematical techniques are not so obvious. The level of complexity of the problems of these areas at the present stage of development requires new approaches in their solution. Therefore, usage in these areas of mathematical methods is connected with great difficulties.

SOLUTIONS OF THE SEMINER

The following solutions were made::

- in every possible way strengthen and develop international scientific cooperation in the application of methods of mathematical modeling;
- to maintain the basic principles of the Seminar, strengthening its interdisciplinary, involving for this scientists from various fields of science;
- will conduct in 2017 the 16 th International scientific Seminar LPPM3 in Montenegro.

For more information about Seminar preparation, materials of presentations and the results of of the annual sessions can be found at: <http://lppm3.ru/>.

Chairman of the Programme Committee, Professor V.I. Mazhukin.

15-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПРОЦЕССАХ & ПЕРЕДОВЫХ НАУЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ» (LPPM3-2016)

В.И. МАЖУКИН

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН
Москва, Россия
e-mail: vim@modhef.ru

Ключевые слова: Материалы конференции, Математическое моделирование, Вычислительная математика, Лазерные технологии, параллельные вычисления, гетерогенные вычислительные технологии, Русский космос, передовые научные технологии.

Аннотация. Результаты Пятнадцатого Международного научного семинара «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах & передовых научных технологиях» (LPPM3-2016), проходившего с 26 сентября по 1 октября 2016 года в Черногории (Петровац), кратко обобщены программным комитетом семинара.

1 ВВЕДЕНИЕ

С 26 сентября по 1 октября 2016 года в городе Петровац (Черногория) состоялся 15-й Международный научный семинар «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах & Передовых научных технологиях» (LPPM3-2016). Организаторы семинара: Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук, Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, Университет Черногории (Подгорица), Форум университетских профессоров и исследователей Черногории, Научный журнал «Mathematica Montisnigri».

Журнал «Mathematica Montisnigri» на протяжении многих лет поддерживает работу семинара, публикуя статьи участников. В настоящем томе журнала представлен ряд статей по докладам, сделанным на LPPM3-2016 в Черногории. Публикация материалов семинара на страницах журнала способствует распространению научных идей семинара, демонстрирует возможности методологии математического моделирования.

В работе Семинара приняли участие более 60 известных ученых из России, Черногории, Соединенных Штатов Америки, Японии. Российская сторона была представлена семью Институтами Российской Академии Наук, семью научно-исследовательскими центрами и шестью университетами. Черногория была

2010 Mathematics Subject Classification: 00B20, 00A66, 97M10, 97M50.

Key words and Phrases: Proceedings of conferences of general interest, Mathematical Modeling, Computational Mathematics, Laser Technology, Parallel/Distributed Computing, Heterogeneous Computational Technologies, Russian Space, Advanced Science Technology.

представлена исследователями Университета Черногории (факультеты: Морской (г. Котор), Естественных наук и математики (г. Подгорица).

На семинаре были представлены пленарные, приглашенные и устные доклады. Все доклады были сделаны по основным научным темам в рамках двух секций:

«Лазерно-плазменные процессы, лазерное воздействие»

- Лазерная абляция - эксперимент, теория, постановки задач.
- Континуальные и атомистические модели.
- Технологии распараллеливания.
- Моделирование различных режимов лазерного воздействия на материалы.
- Генерация наночастиц и наноструктур ультракороткими лазерными импульсами.
- Неравновесная низкотемпературная лазерная плазма.
- Фундаментальная физика плазмы.
- Теория плазмы и численный эксперимент.
- Плазма в технологиях.
- Спектроскопия плазмы.
- Модели математической физики и комплексный анализ.

«Передовые научные технологии»:

- Русский космос.
- Передовые научные технологии в гуманитарных знаниях.
- Математические методы в биологии.

Семинар по-прежнему сохраняет междисциплинарную направленность, основывающуюся на научной методологии математического моделирования, которая позволяет объединить ученых работающих в различных предметных областях: математике, физике, химии, биологии, медицине, экономике, истории.

В секции «Лазерно-плазменные процессы, лазерное воздействие» усилия в основном были сосредоточены на фундаментальных проблемах разработки континуальных и атомистических моделей, развитии методов вычислительной математики, совершенствования математического аппарата. Обсуждались два подхода в исследовании прикладных проблем: натурный эксперимент и вычислительный эксперимент. В рамках рубрики «Лазерная абляция - эксперимент, теория, постановки задач» обсуждался экспериментальный подход в исследовании проблем лазерного воздействия на материалы. В рамках этого подхода рассматривались результаты экспериментов, были сформулированы проблемы для исследования методами математического моделирования. Второй аспект, связанный с вычислительным экспериментом, обсуждался в рубриках «Континуальные и атомистические модели» и «Моделирование различных режимов лазерного воздействия на материалы», «Теория плазмы и численный эксперимент», «Фундаментальная физика плазмы» и усилия в основном были сосредоточены на фундаментальных проблемах разработки континуальных и атомистических моделей, исследовании процессов лазерной физики, моделировании разнообразных приложений лазерной техники. На заседаниях в рубриках «Генерация наночастиц и наноструктур ультракороткими лазерными импульсами», «Плазма в технологиях», «Спектроскопия плазмы» обсуждались последние достижения фундаментальных и прикладных исследований в области лазерной обработки материалов, синтеза, и диагностики для –нано, –пико, – фемтосекундных режимов воздействия. Актуальными темами были проблемы

математического моделирования процессов лазерного наноструктурирования генерации наночастиц, импульсного лазерного напыления тонких пленок, взаимодействия ультракоротких лазерных импульсов с материалами и лазерной абляции.

В рубрике «Модели математической физики и вычислительные методы» обсуждались проблемы развития методов вычислительной математики, совершенствования математического аппарата, необходимого для исследования в различных предметных областях.

В рамках секции «Передовые научные технологии» в рамках трех рубрик был сделан ряд докладов. В рубрике «Русский космос» обсуждались проблемы разработки стратегий исследования систем внешних планет, наблюдения за космическими объектами, развития систем наблюдения и статистической обработки полученных данных, а также проблемы связанные с применением морфологического моделирования в разномасштабных исследованиях Марса и Луны. Обсуждались также проблемы создания и расчетов сложных схем управления роботами, моделирования в виртуальном пространстве объектов реальной среды в реальном времени, что необходимо для корректной работы имитационно-тренажерных комплексов.

В рубрике «Математические методы в биологии» рассматривались проблемы моделирования в биомедицине, в том числе проблемы моделирования распространения вирусных инфекций воздушно-капельным путём.

В рубрике «Передовые научные технологии в гуманитарных знаниях» обсуждалось применение математических методов в таких областях знаний как история, социология, экология, где проблемы трудно формализуемы, а результаты применения математических технологий не столь очевидны. Уровень сложности проблем этих направлений на современном этапе развития требует новых подходов в их решении. Поэтому использование в этих областях математических методов связано с большими трудностями.

РЕШЕНИЯ СЕМИНАРА

Были приняты следующие решения:

- всемерно усиливать и развивать международное научное сотрудничество в области применения методов математического моделирования;
- поддерживать основные принципы Семинара, усиливая его междисциплинарность, привлекая для этого ученых из различных областей науки;
- провести в 2017 году 16-й Международный научный семинар LPPM3 в Черногории.

Подробную информацию о подготовке семинара, материалах выступлений и итогах ежегодных сессий можно найти на сайте: <http://lppm3.ru/>.

Председатель Программного Комитета, профессор В.И. Мажукин.