

16TH INTERNATIONAL SCIENTIFIC SEMINAR "MATHEMATICAL MODELS AND MODELING IN LASER-PLASMA PROCESSES & ADVANCED SCIENCE TECHNOLOGIES" (LPPM3-2017)

V.I. MAZHUKIN

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

Keywords: Mathematical modeling, laser-plasma processes, laser technologies, laser plasma, laser action, computational mathematics, Russian space, scientific life

Abstract. The results of the Sixteenth International Scientific Seminar "Mathematical Models and Modeling in Laser-Plasma Processes & Advanced Science Technologies" (LPPM3-2017), held on June 5-10, 2017 in Montenegro (Petrovac), were briefly summarized by the program committee of the seminar.

1 INTRODUCTION

From June 5 to June 10, 2017, the 16th International Scientific Seminar "Mathematical Models and Modeling in Laser-Plasma Processes & Advanced Science Technologies" (LPPM3-2017) took place in Montenegro, Petrovac. Figure 1 presents participants of LPPM3- 2017 at the opening day .. Seminar organizers: Keldysh Institute of Applied Mathematics of 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".

2 MAIN CHARACTERISTICS OF THE SEMINAR

The seminar still has the support of the international scientific journal *Mathematica Montisnigri*. In 2017, on pages of 39th and 40th journal's volumes will be published articles on LPPM3-2017 reports (Montenegro). The publication of seminar materials on the pages of the magazine presents the ideas of the seminar to the scientific community, demonstrates the latest achievements in the field of mathematical modeling, demonstrates the possibilities of this methodology.

More than 70 well-known scientists from Russia and Montenegro took part in the Seminar. The Russian side was represented by eight Institutes of the Russian Academy of Sciences, six research centers and universities. Montenegro was represented by researchers from the University of Montenegro (Faculties: Maritime (Kotor), Natural Sciences and Mathematics, Medical (Podgorica)).

Among the scientific centers presenting scientific results at the LPPM3 seminar, the Keldysh Institute of Applied Mathematics of RAS has recently retained the leading position in the number of scientific reports submitted. The share of reports submitted by scientists from the University of Montenegro has increased.

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.



Рис. 1. Participants of the seminar LPPM3-2017 at the opening day.

For the first time in 8 years of the seminar in Montenegro, this University took the second place in the number of scientific reports submitted. The quantitative composition of the reports is shown in the diagram (Fig. 2).

Plenary, invited and oral presentations were presented at the seminar. The structure of the reports is shown in Fig. 3.

All reports were made on the main scientific topics within the framework of two sections

Section I. Laser-plasma processes, laser action.

- Laser ablation - experiment, theory statement of the problem.
- Continuum and atomistic models.
- Simulation of various modes of laser action on materials.
- Generation of nanoparticles and nanostructures by ultrashort laser pulses.
- Non-equilibrium low temperature laser plasma.
- Plasma theory and simulation.
- Mathematical modeling and computer experiment in applied problems.

Section II. Advanced science technologies.

- Models and algorithms for high performance computing.
- Models of mathematical physics and complex analysis.
- Russian space.

- Advanced scientific technologies in humanitarian knowledge.
- Mathematical methods in biology.

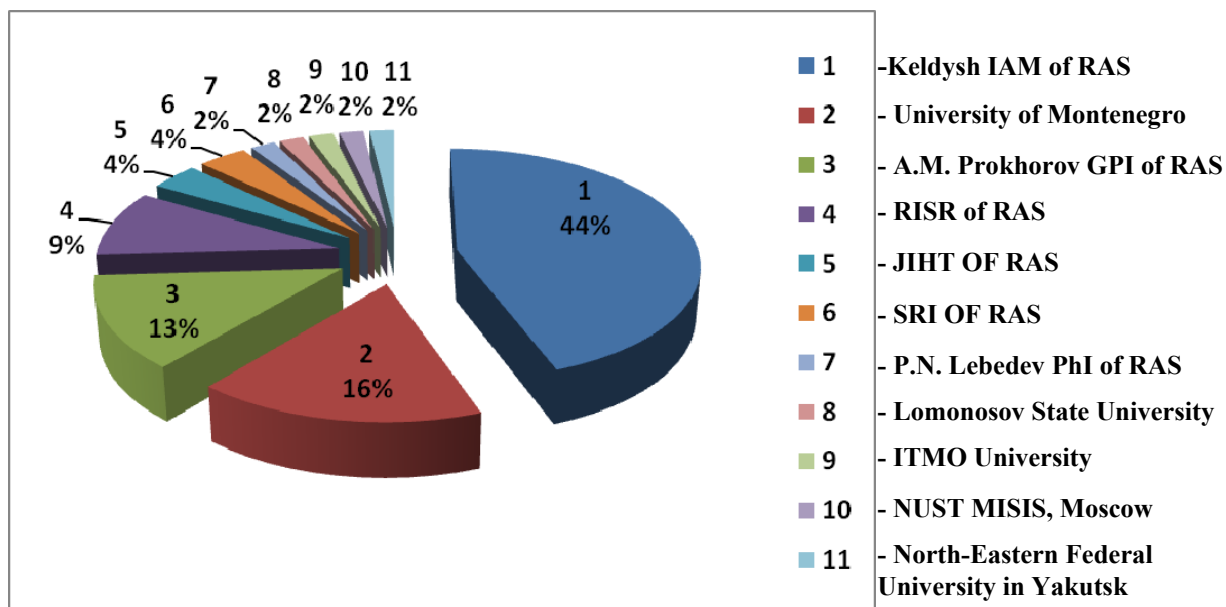


Fig. 2. Structure of reports on scientific organizations.

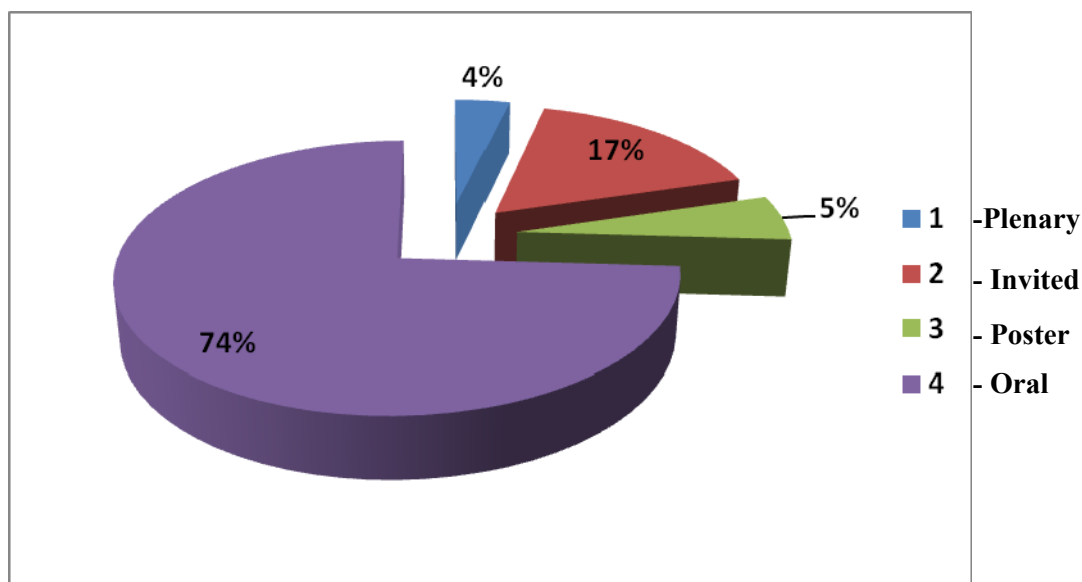


Fig. 3. Structure of reports.

The seminar traditionally preserves an interdisciplinary focus, based on the scientific methodology of mathematical modeling, which allows to unite scientists working in different subject areas: mathematics, physics, chemistry, biology, medicine, economics, history.

In the reports of the section "Laser-plasma processes, laser action" problems of fundamental directions related to the development of continual and atomistic models, the

development of methods of computational mathematics, and the improvement of the mathematical apparatus were dominated.

The main direction of the seminar was formulated in two plenary reports presented by Keldysh IAM of RAS, which opened the meeting: "Modeling of plasma dynamics and laser-plasma interaction in capillary discharges" (A.S. Boldarev) and "Dynamic adaptation in problems of gas dynamics" (V.I. Mazhukin). The main topics discussed were problems of short-pulse (femtosecond) laser action on condensed media and methods for their solution, which were supported in invited papers.

Approaches to the study of applied problems, such as computational and full-scale experiments, were actively discussed. Within the framework of the topic "Laser Ablation - Experiment, Theory, Statement of Problems, Modeling", an experimental approach in the study of laser action on materials was discussed (A.G. Kaptilny, JIHT of RAS, V.P. Veiko ITMO). Within the framework of this approach, the results of experiments were considered, were formulated the problems for the study by methods of mathematical modeling. The second aspect connected with the computational experiment, was discussed in the topics "Continuum and atomistic models" and "Modeling of various modes of laser action on materials". In a number of invited and oral presentations (A.A. Samokhin, A.E. Zubko, A.M. Prokhorov GPI of RAS, V.I. Mazhukin, A.V. Shapranov, Keldysh IAM of RAS, was noted the increasing importance in the studies of the atomistic approach associated with the development of computing facilities.

Within the framework of the section "Advanced science technologies" in the topic "Models of mathematical physics and complex analysis" the problems of development of computational mathematics methods, improvement of the mathematical apparatus that necessary for research in various subject areas were discussed. Within the framework of the topic were made reports about application and further development of Galerkin's discontinuous method, adaptive algebraic multigrid method for three-dimensional diffusion equations (Ladonkina, Tishkin, Zhukov, and Feodoritova), and the fundamental aspects of complex analysis, the n-dimensional bialgebra and their development and applications (Zarko Pavicevic, Nikola Mihaljevich, Nikola Konatar, Biljana Zekovic, Sanya Janic Rasovic, etc.).

In the topic "Russian space" the problems of observing space objects, developing observation systems and statistical processing of the data obtained were discussed. The problems of simulating operator-controlled robots and the dynamics of a jet engine in virtual space on the basis of its parameters and parameters coming from the control system, dynamic objects in three-dimensional virtual scenes that do not have precise geometric boundaries, which is necessary for the correct operation of imitation and training complexes.

In the topic "Mathematical Methods in Biology", the problems of modeling in biomedicine including the problems of modeling the non-stationary processes of infection spreading, applications in integrative therapy of asthma patients, and also the results of studies of fluorescent properties of biological tissues for solving urgent problems of diagnostics of socially significant diseases were considered.

In the topic "Advanced scientific technologies in humanitarian knowledge", was discussed the application of mathematical methods in such fields of knowledge as history, sociology, and ecology, where problems are difficult to formalize and the results of applying mathematical technologies are not so obvious. The level of complexity of problems in these areas at the present stage of development requires new approaches in their solution.

3 SEMINAR DECISIONS

The following decisions were made:

- In every possible way to strengthen and develop international scientific cooperation in the field of application of methods of mathematical modeling;
- To maintain the basic principles of the Seminar, strengthening its interdisciplinary, involving, scientists from various fields of science;
- Will hold in 2018 the 17th International Scientific Seminar LPPM3 in Montenegro.

Detailed information on the preparation of the seminar, the materials of the speeches and the results of the annual sessions can be found on the website: <http://lppm3.ru/>.

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

16-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР «МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЛАЗЕРНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПРОЦЕССАХ & ПЕРЕДОВЫХ НАУЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ» (LPPM3-2017)

В.И. МАЖУКИН

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

Ключевые слова: Математическое моделирование, лазерно-плазменные процессы, лазерные технологии, лазерная плазма, лазерное воздействие, вычислительная математика, Русский космос, научная жизнь

Аннотация. Результаты Шестнадцатого Международного научного семинара «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах & передовых научных технологиях» (LPPM3-2017), проходившего 5-10 июня 2017 года в Черногории (г.Петровац), кратко обобщены программным комитетом семинара.

1 ВВЕДЕНИЕ

С 5 по 10 июня 2017 года в городе Петровац (Черногория) состоялся 16-й Международный научный семинар «Математические модели и моделирование в лазерно-плазменных процессах & Передовых научных технологиях» (LPPM3-2017) На рис.1 представлена фотография участников семинара LPPM3-2017 в день открытия.. 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 профессоров и исследователей Черногории, Научный журнал «Mathematica Montisnigri».

2 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕМИНАРА

Семинар по-прежнему располагает поддержкой международного научного журнала «Mathematica Montisnigri». В 2017 году на страницах 39 и 40 томов журнала будут опубликованы статьи по докладам LPPM3-2017 (Черногория). Публикация материалов семинара на страницах журнала представляет научному сообществу идеи семинара, демонстрирует последние достижения в области математического моделирования, демонстрирует возможности этой методологии.

В работе Семинара приняли участие более 70 известных ученых из России и Черногории. Российская сторона была представлена восемью Институтами Российской Академии Наук, шестью научно-исследовательскими центрами и университетами. Черногория была представлена исследователями Университета Черногории (факультеты: Морской (г. Котор), Естественных наук и математики, Медицинским (г. Подгорица).

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.



Рис. 1. Участники семинара LPPM3-2017 в день открытия.

Среди научных центров, представляющих научные результаты на семинаре LPPM3, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН последнее время сохраняет первенство по количеству представленных научных докладов. Увеличилась доля докладов, представленных учеными Университета Черногории.

Впервые за 8 лет проведения семинара в Черногории этот Университет занял второе место по количеству представленных научных докладов. Количественный состав докладов представлен на диаграмме (рис. 2).

На семинаре были представлены пленарные, приглашенные и устные доклады. Структура докладов показана на рис. 3.

Все доклады были сделаны по основным научным темам в рамках двух секций

Секция I. Лазерно-плазменные процессы, лазерное воздействие.

- Лазерная абляция - эксперимент, теория, постановки задач.
- Континуальные и атомистические модели.
- Моделирование различных режимов лазерного воздействия на материалы.
- Генерация наночастиц и наноструктур ультракороткими лазерными импульсами.
- Неравновесная низкотемпературная лазерная плазма.
- Теория плазмы и вычислительный эксперимент.
- Математическое моделирование и вычислительный эксперимент в прикладных проблемах

Секция II. Передовые научные технологии.

- Модели и алгоритмы для высокопроизводительных вычислений
- Модели математической физики и комплексный анализ.
- Русский космос.
- Передовые научные технологии в гуманитарных знаниях.
- Математические методы в биомедицине.

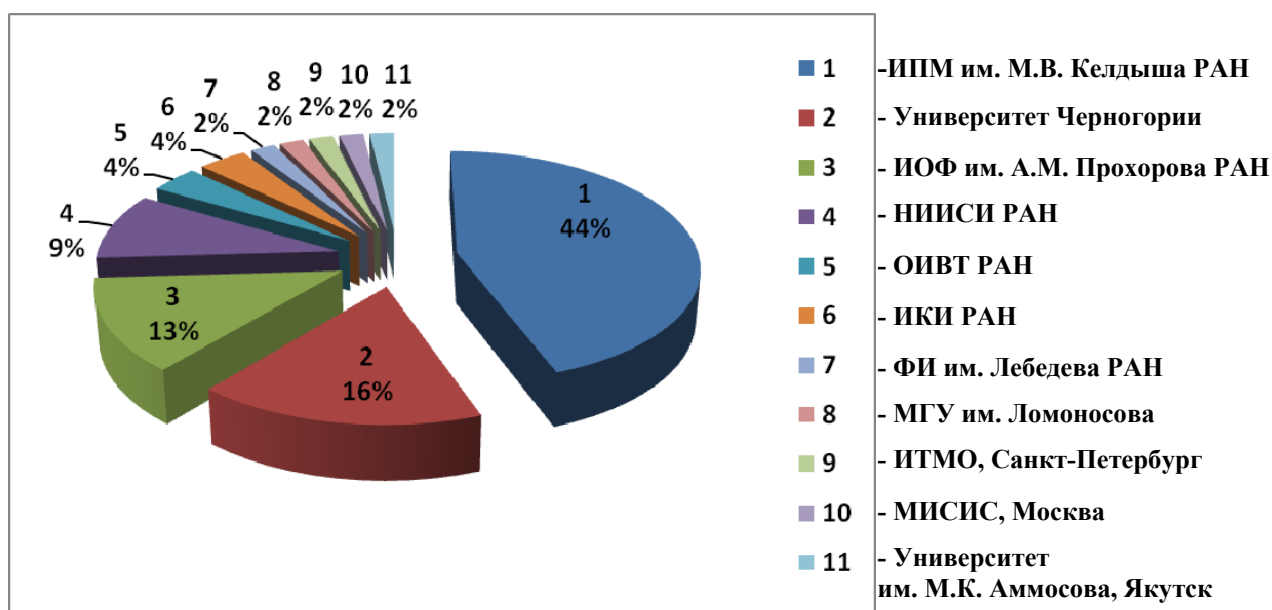


Рис. 2. Структура докладов по научным организациям.

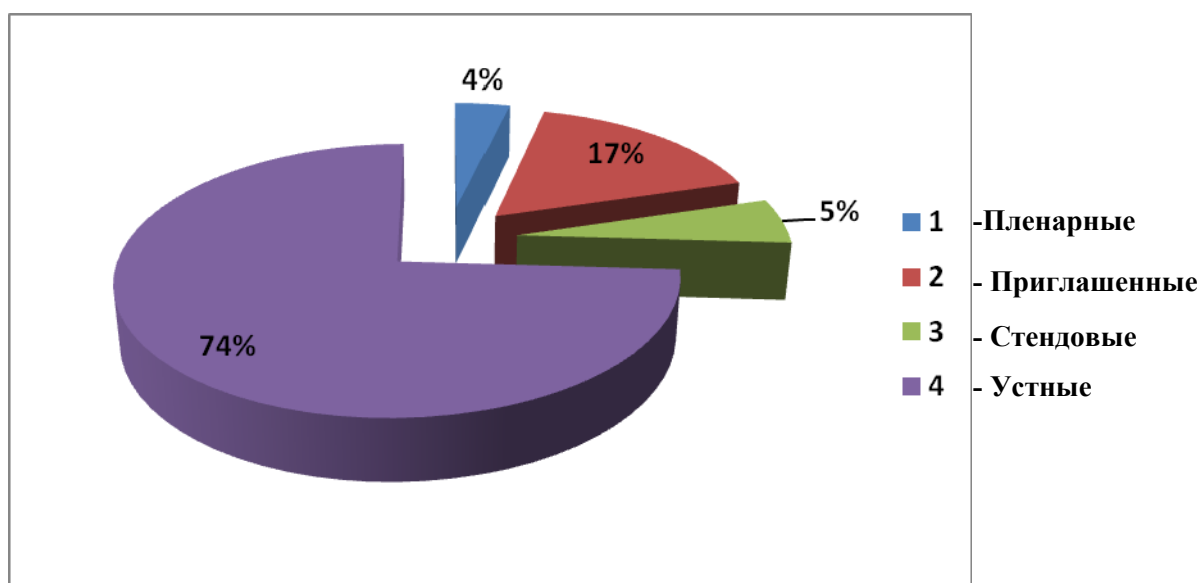


Рис. 3. Структура докладов.

Семинар традиционно 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 докладах секции «Лазерно-плазменные процессы, лазерное воздействие» преобладают проблемы фундаментальных направлений, связанных с разработкой континуальных и атомистических моделей, развитием методов вычислительной математики, совершенствованием математического аппарата.

Главное направление семинара было сформулировано в двух пленарных докладах, представленных ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, открывших заседания: «Моделирование динамики плазмы и лазерно-плазменного взаимодействия в капиллярных разрядах» (А.С. Болдарев) и «Динамическая адаптация в проблемах газовой динамики» (В.И. Мажукин). Основным обсуждаемыми направлениями стали проблемы короткоимпульсного (фемтосекундного) лазерного воздействия на конденсированные среды и методы их решения, которые были поддержаны в приглашенных докладах.

Активно обсуждались подходы в исследовании прикладных проблем, как вычислительный, так и натурный эксперименты. В рамках рубрики «Лазерная абляция - эксперимент, теория, постановки задач, моделирование» обсуждался экспериментальный подход в исследовании проблем лазерного воздействия на материалы (А.Г. Капительный, ОИВТ РАН, В.П. Вейко ИТМО). 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». В ряде приглашенных и устных докладов (А.А. Самохин, А.Е. Зубко, ИОФ им. А.М. Прохорова РАН; В.И. Мажукин, А.В. Шапранов ИПМ им. М.В. Келдыша РАН) было отмечено возрастающее значение в исследованиях атомистического подхода, связанного с развитием вычислительных средств.

В рамках секции «Передовые научные технологии» в рубрике «Модели математической физики и комплексный анализ» обсуждались проблемы развития методов вычислительной математики, совершенствования математического аппарата, необходимого для исследования в различных предметных областях. В рамках рубрики были сделаны сообщения о применении и дальнейшем развитии разрывного метода Галеркина, адаптивного алгебраического многосеточного метода для трехмерных уравнений диффузии (Ладонкина, Тишкин, Жуков, Феодоритова), были также рассмотрены фундаментальные аспекты комплексного анализа, n -мерной биалгебры, а также их развитие и приложения (Жарко Павичевич, Никола Махальевич, Никола Конатар, Биляна Зекович, Саня Джанич Расович и др.).

В рубрике «Русский космос» обсуждались проблемы наблюдения за космическими объектами, развития систем наблюдения и статистической обработки полученных данных. Обсуждались также проблемы моделирования управляемых оператором роботов, динамики реактивного двигателя в виртуальном пространстве на основе его параметров и параметров, поступающих из системы управления, динамических объектов в трехмерных виртуальных сценах, не имеющие четких геометрических границ, что необходимо для корректной работы имитационно-тренажерных комплексов.

В рубрике «Математические методы в биологии» рассматривались проблемы моделирования в биомедицине, в том числе проблемы моделирования нестационарных процессов распространения инфекций, приложений в интегративной терапии больных астмой, а также были представлены результаты исследований флуоресцентных свойств биологических тканей для решения актуальных вопросов диагностики социально-значимых заболеваний.

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

3 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 2018 году 17-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.