



*Програм*

**Мини-симпозијум**

## **Стохастичке осцилације и замор: Теорија и примене**

Пројекат ОИ 174001 у Математичком институту САНУ и  
Билатерални пројекат 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Машински факултет Универзитета у Београду и  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
Математички институт САНУ, 4. јул 2017. у 11 h, сала на првом спрату

*Program*

**Mini-Symposium**

## **Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications**

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and  
Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11h, Auditoria I

**Organizers:**

**Katica R. (Stevanović) Hedrih**, Mathematical Institute of SASA  
**Radivoje Mitrović**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade  
**Junfeng Zhao**, School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi  
**Nataša Trišović**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade



## Mini-Symposium “Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications”

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi’an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

---

**Acknowledgments:** Parts of the presented research and the organization of the Mini-symposium were supported by the Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia:

**OI 174001:** Project “**Dynamics of hybrid systems with complex structures. Mechanics of materials**” is coordinated through the Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts. Project Leader is Prof dr Katica (Stevanović) Hedrih;

and

**Serbian - Chinese science and technology cooperation for years 2015-2017**, No.: 3 – 19. Principal investigators: Prof dr Radivoje Mitrovic, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Junfeng Zhao, Department of Applied Mathematics, School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi’an, China.

**Захвалност:** Део приказаних истраживања и организација Мини-симпозијума су подржани од стране Математичког института САНУ, Машинског факултета, Универзитета у Београду, и Министарства за образовање, науку и технолошки развој Републике Србије:

**OИ174001:** Пројекат: „ Динамика хибридних система сложених структура. Механика материјала“ је координисан преко Математичког института Српске академије наука и уметности. Руководилац пројекта је проф др Катица (Стевановић) Хедрих;

и

**Програм научне и технолошке сарадње између Републике СРБИЈЕ И НР КИНЕ за период 2015-2017, број: 3-19.** Руководиоци пројекта: Проф др Радивоје Митровић, Машински факултет Универзитета у Београду и Junfeng Zhao, Department of Applied Mathematics, School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi’an, Кина.



## ПРЕДГОВОР

Теорија стохастичких диференцијалних једначина, као део опште теорије стохастичких процеса, почела је да се развија четрдесетих година прошлог века радовима совјетског математичара И.И. Гихмана (енгл. транскрипт Gikhman) и јапанског математичара К. Итоа (Kisio Itô) који су, независно један од другог, увели појам стохастичке диференцијалне једначине чије је решење процес Маркова. Опште је прихваћен приступ Итоа, у чијој је основи дефиниција стохастичког интеграла као интеграла случајне функције по процесу Brown-овог кретања. Од тада се ова теорија интензивно развија, посебно после увођења појма мартингала од стране Ј. Doob-а педесетих година прошлог века, што је омогућило формирање бројних класа стохастичких диференцијалних једначина по мартингалима и мартингалним мерама. Значајни резултати потичу од И. Gihman-а, А.Н. Skorohod-а, Н. Kunita-а, С. Watanabe-а, Р.А. Meyer-а, Н.Р. McKean-а, С. Doleans-Dade-а и многих других. У Србији у области стохастичких диференцијалних једначина значајне резултате су постигле групе истраживача са: Природно-математичког факултета у Новом Саду са истакнутим академиком Стеваном Пилиповићем, Математичког института САНУ, Природно-математичког факултета у Нишу са водећом професорком Светланом Јанковић, Математичког факултета у Београду.

Имајући у виду да се стохастичким диференцијалним једначинама математички моделирају динамички системи са случајним побудама, веома често типа Gauss-овог белог шума, чија је математичка интерпретација процес Brown-овог кретања, евидентан је интерес научника у скоро свим областима науке и технике за проучавањем ових једначина и њиховој примени у моделирању различитих појава, на пример, у механици, економији, екологији, електротехници, медицини, саобраћају итд. Међутим, веома је уска класа ефективно решивих стохастичких диференцијалних једначина, па је од посебног интереса проучавање различитих метода, које омогућавају њихово аналитичко и нумеричко решавање. У примени сазнања и математичких описа стохастичких процеса истакла се група са Катедре за механику Машинског факултета у Нишу, почевши са резултатима из стохастичке стабилности континуалних, односно дискретних система и одбрањеним докторским дисертацијама деведесетих година прошлог века, на ту тему и серијом публикованих радова из тих доктората, после тога, у овом миленијуму.

Савремени приступ изучавању феномена замора све више захтева алат који једино савремена механика, а посебно теорија линеарних, нелинеарних и случајних осцилација, као и савремена математичка достигнућа описа стохастичких процеса са свим елементима матема-



## Mini-Symposium "Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications"

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

тичке феноменологије, може да понуди. Комплексна анализа промене оптерећења машинских елемената у хибридном машинским системима са сложенom структуром и геометријама указује на то да су изложени вишедимензионом замору и да је анализа немогућа без примене Нелинеарне динамике и изучавања стохастичких осцилација. Услед сталних захтева индустрије, у последњих десет година су дефинисане нове теорије из области замора, које обједињавају поставке механике материјала и механике лома и дефинишу нове скупове параметара уз чију помоћ можемо да квантификујемо утицај извора концентрације напона, произвољне геометрије у условима вишеосног замора. Те нове теорије су TCD (Theory of Critical Distance – Теорија критичних растојања) и MWCM (Modified Wohler Curve Method – Метода модификоване Veler-ове криве) и њихов даљи развој иде у неколико правца. Ти правци су: нискоциклични замор, вибрације у замору и кумулативни ефекат стохастичког замора. Водећи истраживачки тимови у Србији на тему замора су са Машинског факултета у Београду, као и са других техничких факултета и института.

У том смислу, тема нашег Мини-симпозијума је изузетно актуелна, захтева ангажованост истраживача и у области математике, као и теоријске али и експерименталне механике.

У име организатора Мини-симпозијума

Катица (Стевановић) Хедрих  
Математички институт САНУ



## PREFACE

Theory of stochastic differential equations, as part of theory of stochastic process, starts to develop on forties of XX century by works of soviet mathematician I.I. Gikhman and Japanese mathematician Kisio Itô. Both scientist, independently introduce term of stochastic differential equation which solution is Markov’s process. In the definition of general accepted Ito’s approach, stochastic integral lays as an integral of random function on process of Brownian movement. Since that time, this theory has intensive development, especially after introduction of martingale by J. Doob, in fifties of XX century. This allowed creation of numerous classes of stochastic differential equation on martingale and martingale values. Significant results were achieved by I. Gikhman, A. N. Skorohod, H. Kunita, S. Watanabe, P. A. Meyer, H. P. McKean, C. Doleans-Dade and many others. In Serbia, significant results were achieved by groups of researchers from: Faculty of Sciences from Novi Sad with prominent academician Stevan Pilipovic; Mathematical Institute of Serbian Academy of Science and Art; Faculty of Sciences and Mathematics in Nis with leading professor Svetlana Jankovic and Faculty of Mathematics in Belgrade.

Keeping on mind that stochastic differential equations can be used for modeling of dynamic systems with random excitations, very often of Gaussian white noise type, which mathematical interpretation is process of Brownian movement, it is evident that scientists have interest in research, finding solutions and application of such equation in mechanics, economy, ecology, electro-technical sciences, medicine, traffic etc. However, there is very narrow class of effectively solvable stochastic differential equations, which makes interesting research of different methods for their analytical and numerical solving. There is a particular contribution of Department for Mechanics from Mechanical faculty in Nis, in discovering, mathematical description and application of new results, starting from stochastic stability of continuous and discrete systems. This is verified by two doctoral dissertations and published papers last twenty years.

Contemporary approach in research of fatigue phenomenon have more demand toward science of mechanics, particularly in theory of linear, nonlinear and random oscillations, as well as mathematical achievements in description of stochastic processes with all elements of mathematical phenomenology. Complex analysis of loading variation on machine elements in hybrid mechanical systems with complex structure and geometries, leads to conclusion that they are exposed to multi-axial fatigue. This also means that analysis is impossible without application of nonlinear dynamics and understanding stochastic oscillations. Due to always present demands from industry, in last ten



### Mini-Symposium “Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications”

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi’an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

---

years new theories in fatigue are formulated, which integrate basic fracture mechanic ideas with mechanics of material. As a result a new class of parameters emerged and helps us to quantify influence of any type of stress raiser under multi-axial fatigue loading. These new theories are TCD - Theory of Critical Distance and MWCM - Modified Wohler Curve Method and their further development goes in few directions. Those directions are: low-cycle fatigue, vibrations in fatigue and cumulative effect of stochastic fatigue. Leading research teams in Serbia in this field of research are from Faculty of Mechanical engineering in Belgrade and other technical faculties and institutes.

All above noted makes the topic of our Mini symposia very state-of-the-art and requires engagement of researchers from mathematics, as well as from theoretical and experimental mechanics.

On behalf of the organizers of Mini-symposium

Katica (Stevanovic) Hedrih  
Mathematical Institute of SASA



## **Mini-Symposium "Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications"**

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

# **Program Mini-Symposium Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications**

Project OI 174001 in Mathematical Institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts  
and  
Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and  
Department of Applied Mathematics, School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11,00 h, Auditoria I.

# **Програм Мини-симпозијум Стохастичке осцилације и замор: Теорија и примене**

Пројекат ОИ 174001, Математички институт САНУ  
и  
Билатерални пројекат 3-19,  
Машински факултет Универзитета у Београду и  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
МИ САНУ, Београд, 4 јул 2017, од 11,00h, сала I на првом спрату, ул. Кнеза Михаила 36.

## **Organizers:**

**Katica R. (Stevanović) Hedrih**, Mathematical Institute SASA  
**Radivoje Mitrović**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade  
**Junfeng Zhao**, School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi  
**Nataša Trišović**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade

## **Организатори:**

**Катица (Стевановић) Хедрих**,  
Математички институт САНУ у Београду, руководиоца Пројекта ОИ 174001.

## **Радивоје Митровић**,

Машински факултет, Универзитет у Београду,  
координатор билатералног пројекта 3-19 између Србије и Народне Републике Кине.

## **Јунфенг Зхао**,

Northwestern Polytechnic University, Xi'an,  
координатор билатералног пројекта 3-19 између Србије и Народне Републике Кине.

## **Наташа Тришовић**,

Машински факултет, Универзитет у Београду, учесник пројекта ОИ 174001 и 3-19.



## Mini-Symposium "Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications"

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

\* \* \*

### Welcome addresses

#### Zoran Ognjanović

Director of Mathematical institute of the Serbian Academy of Sciences and Arts

#### Vladimir Popović, State secretary of State,

The Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia

#### Обраћање добродошлице:

#### Зоран Огњановић

Директор Математичког института Српске академије наука и уметности

#### Владимир Поповић, државни секретар

Министарство просвете, науке и технолошког развоја, Владе Републике Србије

### Прва секција – First Session.

#### Председавајући:

Светлана Јанковић, Природно-математички факултет Универзитета у Нишу

Wei Li, Northwestern Polytechnic University, Xi'an

Радивоје Митровић, Машински факултет, Универзитет у Београду

#### Chairmans:

Svetlana Janković, Faculty of Science and Mathematics at University of Niš

Wei Li, Northwestern Polytechnic University, Xi'an

Radivoje Mitrović, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade

## Opening lecture

### Dynamics of a fractional derivative type of a visco-elastic rod with random excitation

#### Stevan Pilipović

Serbian Academy of Sciences and Arts and

Department of Mathematics and Informatics, University of Novi Sad, Serbia

e-mail: <stevan.pilipovic@gmail.com>

### Динамика извода фракционог типа за виско-еластични штап са случајним поремећајима

#### Стеван Пилиповић

Српска академија наука и уметности и

Департман математике и информатике Универзитета у Новом Саду, Србија

e-mail: <stevan.pilipovic@gmail.com>





**Invited Lectures - Предавања по позиву:**

**Some effects of perturbations on solutions of backward stochastic differential equations**

**Authors: Jasmina Djordjević, Svetlana Janković**

Faculty of Sciences and Mathematics, University of Nis, Serbia

E-mail: [djordjevichristina@gmail.com](mailto:djordjevichristina@gmail.com), [svjank@pmf.ni.ac.rs](mailto:svjank@pmf.ni.ac.rs)

**Неки ефекти пертурбација на решења “backward” стохастичких диференцијалних једначина**

**Аутори: Јасмина Ђорђевић, Светлана Јанковић**

Природно математички факултет, Универзитета у Нишу, Ниш, Србија

E-mail: [djordjevichristina@gmail.com](mailto:djordjevichristina@gmail.com), [svjank@pmf.ni.ac.rs](mailto:svjank@pmf.ni.ac.rs)

\*\*\*

**An application of Taylor expansion in the approximation of solutions to various types of stochastic differential equations**

**Authors: Marija Milošević, Miljana Jovanović and Svetlana Janković**

Faculty of Sciences and Mathematics, University of Nis, Serbia

E-mail: : [27marija.milosevic@gmail.com](mailto:27marija.milosevic@gmail.com), [mima@pmf.ni.ac.rs](mailto:mima@pmf.ni.ac.rs), [svjank@pmf.ni.ac.rs](mailto:svjank@pmf.ni.ac.rs)

**Примена Тејлоровог развоја у апроксимацији решења различитих типова стохастичких диференцијалних једначина**

**Аутори: Марија Милошевић, Миљана Јовановић и Светлана Јанковић**

Природно математички факултет, Универзитета у Нишу, Ниш, Србија

E-mail: [27marija.milosevic@gmail.com](mailto:27marija.milosevic@gmail.com), [mima@pmf.ni.ac.rs](mailto:mima@pmf.ni.ac.rs), [svjank@pmf.ni.ac.rs](mailto:svjank@pmf.ni.ac.rs)

\*\*\*

**A review: Two methods and two models for investigation of stochastic stability of deformable forms and dynamical processes in hybrid systems with complex structures**

**Author: Katica (Stevanović) Hedrih**

Mathematical Institute of SASA, Belgrade, Serbia

e-mail: [khedrih@sbb.rs](mailto:khedrih@sbb.rs)

**Један преглед: Две методе и два модела стохастичке стабилности деформабилних форми и динамичких процеса у хибридном системима са комплексним структурама**

**Аутор: Катица (Стевановић) Хедрих**

Математички институт САНУ, Београд, Србија

e-mail: [khedrih@sbb.rs](mailto:khedrih@sbb.rs)

**Друга секција – Second Session.**

**Председавајући:**

**Dražan Kozak**, University of Osijek, Faculty of Mechanical Engineering, Slavonski Brod, Croatia

**Junfeng Zhao**, Northwestern Polytechnic University, Xi’an

**Александар Вег**, Машински факултет, Универзитет у Београду



## Mini-Symposium "Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications"

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

### Chairmans:

**Dražan Kozak**, University of Osijek, Faculty of Mechanical Engineering, Slavonski Brod, Croatia

**Junfeng Zhao**, Northwestern Polytechnic University, Xi'an

**Aleksandar Veg**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade

### Lecture: Application of improved genetic algorithm in microstructure optimization of closed cell material

**Authors: Junfeng Zhao, Radivoje M. Mitrović**

Applied Mathematics Department, School of Science, Northwestern Polytechnical University,  
Xi'an, Shaanxi, 710072, China

Email: [zhaojf@nwpu.edu.cn](mailto:zhaojf@nwpu.edu.cn)

Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

E-mail: [rmitrovic@mas.bg.ac.rs](mailto:rmitrovic@mas.bg.ac.rs)

### Предавање: Примена побољшаних генетичких алгоритама у оптимизацији микроструктуре затвореног ћелијског материјала

**Аутори: Junfeng Zhao, Радивоје Митровић**

Applied Mathematics Department, School of Science, Northwestern Polytechnical University,  
Xi'an, Shaanxi, 710072, China

Email: [zhaojf@nwpu.edu.cn](mailto:zhaojf@nwpu.edu.cn)

Машински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

E-mail: [rmitrovic@mas.bg.ac.rs](mailto:rmitrovic@mas.bg.ac.rs)

\*\*\*

### Lecture: First passage problem of a kind of fractional dynamical system under noise excitations

**Authors: Wei Li, Natasa Trisovic**

School of Mathematics and Statistics, Xidian University, Xi'an, Shaanxi, 710071, China

Email: [liweilw@mail.xidian.edu.cn](mailto:liweilw@mail.xidian.edu.cn)

Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanics, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

E-mail: [ntrisovic@mas.bg.ac.rs](mailto:ntrisovic@mas.bg.ac.rs)

### Предавање: Први пролаз стохастичког динамичког система са фракционим изводом под Гаусовом побудом

**Аутори: Wei Li, Наташа Тришовић**

School of Mathematics and Statistics, Xidian University, Xi'an, Shaanxi, 710071, China

Email: [liweilw@mail.xidian.edu.cn](mailto:liweilw@mail.xidian.edu.cn)

Машински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

E-mail: [ntrisovic@mas.bg.ac.rs](mailto:ntrisovic@mas.bg.ac.rs)

\*\*\*

### Lecture: Role of stochastic vibrations in neural and fault dynamics

**Authors: Srđan Kostić, Kristina Todorović**

Institute for Development of Water Resources "Jaroslav Černi",  
Belgrade, Serbia

E-mail: [srdjan.kostic@jcerni.co.rs](mailto:srdjan.kostic@jcerni.co.rs)

Faculty of Pharmacy, Department for Mathematics and Physics, University of Belgrade  
Belgrade, Serbia

E-mail: [kisi@pharmacy.bg.ac.rs](mailto:kisi@pharmacy.bg.ac.rs)



**Mini-Symposium "Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications"**

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

**Предавање: Улога стохастичких вибрација у динамици раседа и неурона**

**Аутори: Срђан Костић, Кристина Тодоровић**

Институт за водопривреду "Јарослав Черни", Београд, Србија

E-mail: [srdjan.kostic@jcerni.co.rs](mailto:srdjan.kostic@jcerni.co.rs)

Фармацеутски факултет, Катедра за математику и физику, Универзитет у Београду,  
Београд, Србија

E-mail: [kisi@pharmacy.bg.ac.rs](mailto:kisi@pharmacy.bg.ac.rs)

\*\*\*

**Lecture: Monte Carlo simulation method application in stochastic stability analysis of complex nano-systems**

**Author: Ivan Pavlović**

Faculty of Mechanical Engineering, University of Nis, Nis, Serbia

E-mail: [pivan@masfak.ni.ac.rs](mailto:pivan@masfak.ni.ac.rs)

**Предавање: Примена Монте Карло симулације у анализи стохастичке стабилности сложених нано-система**

**Аутор: Иван Павловић**

Машински факултет, Универзитет у Нишу, Ниш, Србија

E-mail: [pivan@masfak.ni.ac.rs](mailto:pivan@masfak.ni.ac.rs)

\*\*\*

**Трећа секција – Third Session.**

**Председавајући:**

**Наташа Тришовић**, Машински факултет, Универзитет у Београду,

**Александар Седмак**, Машински факултет, Универзитет у Београду

**Дејан Б. Момчиловић**, Институт за испитивање материјала, Београд, Србија

**Злата Јелачић**, Машински факултет, Универзитет у Сарајеву, Сарајево, Босна и Херцеговина

**Chairmans:**

**Nataša Trišović**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade

**Aleksandar Sedmak**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade

**Dejan B. Momčilović**, Institute for testing of materials IMS, Belgrade, Serbia

**Zlata Jelačić**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Sarajevo, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

**Lecture: Vibration analysis in the thermal power plant**

**Authors: Aleksandar Veg, Emil Veg**

Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

E-mail: [aveg@mas.bg.ac.rs](mailto:aveg@mas.bg.ac.rs), [eveg@mas.bg.ac.rs](mailto:eveg@mas.bg.ac.rs)

**Предавање: Анализа вибрација у термоелектрани**

**Аутори: Александар Вег, Емил Вег**

Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, Србија

E-mail: [aveg@mas.bg.ac.rs](mailto:aveg@mas.bg.ac.rs), [eveg@mas.bg.ac.rs](mailto:eveg@mas.bg.ac.rs)

\*\*\*



**Mini-Symposium "Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications"**

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

**Lecture: Fatigue crack growth in friction stir welded AA 2024 T joint**

**Authors: Aleksandar Sedmak, Dražan Kozak**

Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

E-mail: [asedmak@mas.bg.ac.rs](mailto:asedmak@mas.bg.ac.rs)

University of Osijek, Faculty of Mechanical Engineering, Slavonski Brod, Croatia

E-mail: [dkozak@sfsb.hr](mailto:dkozak@sfsb.hr)

**Предавање: Раст заморне прслине у завареном Т-споју трењем**

**Аутори: Александар Седмак, Дражан Козак**

Машински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

E-mail: [asedmak@mas.bg.ac.rs](mailto:asedmak@mas.bg.ac.rs)

University of Osijek, Faculty of Mechanical Engineering, Slavonski Brod, Croatia

E-mail: [dkozak@sfsb.hr](mailto:dkozak@sfsb.hr)

\*\*\*

**Lecture: Reinventing gradient mechanics**

**Authors: Dejan B. Momčilović, Radivoje M. Mitrović**

Institute for testing of materials IMS, Belgrade, Serbia

E-mail: [dejan.b.momcilovic@gmail.com](mailto:dejan.b.momcilovic@gmail.com)

Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

E-mail: [rmitrovic@mas.bg.ac.rs](mailto:rmitrovic@mas.bg.ac.rs)

**Предавање: Повратак механици градијената**

**Аутори: Дејан Б. Момчиловић, Радивоје М. Митровић**

Институт за испитивање материјала ИМС, Београд, Србија

E-mail: [dejan.b.momcilovic@gmail.com](mailto:dejan.b.momcilovic@gmail.com)

Машински факултет Универзитета у Београду, Београд, Србија

E-mail: [rmitrovic@mas.bg.ac.rs](mailto:rmitrovic@mas.bg.ac.rs)

\*\*\*

**Lecture: Fatigue crack initiation in a spur gear tooth root**

**Author: Daniela Ristić**

ТЕХНИКУМ ТАУРУНУМ High School of Engineering, Belgrade-Zemun, Serbia

E-mail: [daniela.ristic@gmail.com](mailto:daniela.ristic@gmail.com)

**Предавање: Настанак заморне прслине у корену зупца цилиндричног зупчаника**

**Аутор: Даниела Ристић**

ТЕХНИКУМ ТАУРУНУМ, Висока инжењерска школа струковних студија

Београд-Земун, Србија

E-mail: [daniela.ristic@gmail.com](mailto:daniela.ristic@gmail.com)

**Четврта секција – Fourth Session.**

**Председавајући:**

**Кристина Тодоровић**, Фармацеутски факултет, Катедра за математику и физику, Универзитет у Београду

**Александар Вег**, Машински факултет, Универзитет у Београду

**Даниела Ристић**, ТЕХНИКУМ ТАУРУНУМ, Висока инжењерска школа струковних студија



## Mini-Symposium "Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications"

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I

### Chairmans:

**Kristina Todorović**, Institute for Development of Water Resources "Jaroslav Černi"

**Aleksandar Veg**, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade

**Daniela Ristić**, TEHNIKUM TAURUNUM High School of Engineering, Belgrade-Zemun, Serbia

### Lecture: Perturbation methods applied for solving nonlinear pendulum oscillations

**Authors: Miša Stojićević, Branislav Popkonstantinović**

Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

E-mail: [mstojicevic87@gmail.com](mailto:mstojicevic87@gmail.com)

### Предавање: Метода пертурбација примењена у решавању нелинеарних осцилација клатна

**Аутори: Миша Стојићевић, Бранислав Попконстантиновић**

Машински факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

E-mail: [mstojicevic87@gmail.com](mailto:mstojicevic87@gmail.com)

\*\*\*

### Lecture: Contact force problem in the rehabilitation robot control design

**Author: Zlata Jelačić**

Faculty of Mechanical Engineering, University of Sarajevo

Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

E-mail: [jelacic@mef.unsa.ba](mailto:jelacic@mef.unsa.ba)

### Предавање: Проблем контактне силе у дизајну управљачке стратегије рехабилитационих робота

**Аутори: Злата Јелачић**

Машински факултет, Универзитет у Сарајеву, Сарајево, Босна и Херцеговина

E-mail: [jelacic@mef.unsa.ba](mailto:jelacic@mef.unsa.ba)

\*\*\*

### Lecture: Risk based approach to integrity assesment of a large steel structure

**Authors: Aleksandar Sedmak, Snežana Kirin, Petar Stanojević**

Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia

Innovation Center of the Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia

### Предавање: Процена интегритета великих челичних конструкција заснована на оцени ризика

**Аутори: Александар Седмак, Снежана Кирић, Петар Станојевић**

Машинских факултет, Универзитет у Београду, Београд, Србија

Иновациони центар Машинског факултет Универзитета у Београду, Београд, Србија



**SERBIAN - CHINESE SCIENCE & TECHNOLOGY COOPERATION  
FOR YEARS 2015-2017, PROJECT NUMBER 3-19  
Fatigue estimation in probability of a stochastic dynamical system  
under random loads**

**Project Description**

The content of this project is fundamental research, which belongs to the fields of mechanics and engineering. The project studied the estimation of fatigue probability for one kind of structural systems subjected to random loads, and the project will be finished by three points of mathematical analysis, Monte-Carlo simulation and laboratory tests respectively. Firstly, from the viewpoint of mathematics, random loads may be modeled as Gaussian white noise, wide-band noise, bounded noise and modulated noise respectively. After that, fatigue estimation in probability was dealt by studying the response and behavior of such kinds of stochastic dynamical systems. The methods to get fatigue probability were concerned with the stochastic averaging method, equivalent linearization, finite difference and so on. The analytical results with respect to fatigue estimation such as reliability function, mean time of first passage is given in this part. From the aspect of simulation, Monte-Carlo simulation, a method which is based on probability statistics theory, simulating all kinds of noise excitations by computer program and solving equations from the original stochastic dynamical systems, was the best way to testify the efficiency and correction of all proposed methods. In addition, all the numerical results about fatigue estimation are needed to display. From the viewpoint of experiment study, the Serbian side utilizes their advanced laboratory instrument to collect sample data so as to build a mathematical model and determine some critical parameters which affects vibrations characteristics of tested machine elements or systems. As a relevant test samples the conveyor idlers rolling bearings are chosen. During the laboratory testing they exposed to radial loads and rotational speeds larger than those in real working environment – in order to accelerate their failure. Then the estimation for fatigue probability, position and size were obtained respectively after finishing the research on mathematical model. Actually, the loss of local stiffness or quality in engineering structure usually leads to the fatigue, and system response leaving from its structural safe domain, called the first-passage, is theoretically exactly corresponding to this fatigue. Therefore, what we did is that we studied the problem of first-passage in stochastic dynamical systems. Basically, the first-passage is a branch of reliability research, which is also a hot topic in the field of stochastic dynamics due to its important measure for fatigue estimation. Consequently, some approaches often used in deterministic dynamical system such as generalized cell-mapping developed by Xu, Galerkin method carried forward by Spanos and stochastic averaging method proposed by Zhu can be used in our project. All achieved results provided significant instruction to improve structural stability and lifetime.

**Project Actuality**

Technological development brings all kind of the new mechanical systems for example new development in material science put forward mechanical systems describes using fractional derivatives. The problem of reliability of such mechanical systems has not been studied yet and it lacks theoretical and other methods for solving it. There have been some attempts in the recent years to give some mathematical framework which can be used in studies, but only with limited success. New methodology has to be invented in order to have analytical methods for solving problem. Approximation which has to be used to give the answer in the analytical form has not been found yet. Therefore, simulation methods are of considerable importance in order to strengthen theoretical efforts. Apart from being the guiding tool for analytical method, simulation method has its own importance since for the complex mechanical system it is the method of preference. Development of new simulation technologies is important direction of research on its own. Appearance of new hardware and software tools which can perform simulation fast has enabled very precise and fast simulation.



**ПРОГРАМ НАУЧНЕ И ТЕХНОЛОШКЕ САРАДЊЕ  
ИЗМЕЂУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ И НР КИНЕ ЗА ПЕРИОД 2015-2017, број пројекта 3-19  
Утицај случајних оптерећења на процену замора конструкција са применама**

**Опис пројекта**

Садржај овог пројекта је фундаментално истраживање које припада пољу механике и инжењерства. У пројекту се анализира процена вероватноће замора за једну врсту структуралних система изложених случајним оптерећењима. Резултат пројекта је исказан на три начина: математичком анализом, Монте-карло симулацијом и лабораторијским тестирањем, респективно. Најпре са математичког становишта, случајна оптерећења могу бити моделована као гаусовски бели шум, широко-појасни шум, ограничени шум или модулисани шум респективно. Процена вероватноће замора може се исказивати кроз проучавање одзива и понашања динамичког система. Метод за добијање вероватноће замора може бити разматран кроз стохастички метод усредњавања, метод еквивалентне линеаризације, метод коначних разлика и слично. Аналитички резултати добијају се у складу с проценом замора као што су функција поузданости или средње време првог пролаза. Са становишта симулације, Монте Карло симулација је метод заснован на вероватноћи статистичке теорије и симулира све врсте шума побуде компјутерским програмом и решава једначине изворног стохастичког динамичког система. То је најбољи начин да се потврди ефикасност и тачност свих предложених метода. У вези процене замора користе се нумерички резултати. Губитак локалне крутости или квалитета у инжењерској структури обично доводи до замора, а систем одговара тако што напушта свој структурално безбедни домен, назван први пролаз, што теоријски тачно одговара овом замору. Стога, оно што треба да се уради је да се проучава проблем првог пролаза у стохастичком динамичком систему. У основи, први пролаз је грана истраживања поузданости, која је такође актуелна тема у области стохастичке динамике због своје важности у примени за процену замора. Сходно томе, неки приступи који су често коришћени код детерминистичко динамичког система, као што су генерализовано мапирање ћелија које је развио Ксу, Галеркинова метода коју је покренуо Спанос и метод стохастичког усредњавања који предлаже Жу може се користити у овом пројекту. Сви очекивани резултати обезбедиће значајна упутства за побољшање структуралне стабилности и трајања.

**Актуелност пројекта**

Проблем поузданости машинских конструкција је веома важан. Он се проучава дуге време и нађена су решења за неке механичке системе са различитим успехом. У неким проблемима класичних механичких система проблем је решен са задовољавајућим успехом. Међутим, технолошки развој доноси неке нове механичке системе. На пример, нови развој у истраживању материјала намеће механичке системе који се могу описати користећи фракционе изводе. Проблем поузданости таквих машинских система је веома интересантан и нов и још је на почетку развоја, тако да недостају теоријски и други методи за њихово решавање. Било је покушаја у последњих неколико година да се да математички оквир који се може користити у проучавањима, али са ограниченим успехом. Мора да се смисли нова методологија, како би се добиле аналитичке методе за решавање проблема. Апроксимација која се мора користити за дати одговор у аналитичком облику још није пронађена. Стога, симулационе методе су од великог значаја у циљу јачања теоријских напора. Осим што има водећи алат за аналитичке методе, метода симулација има свој значај јер је за комплексан механички систем то метода избора. Развој нових технологија симулације је важан правац истраживања сам по себи. Појављивање новог хардвера и софтвера који могу обављати симулацију брзо омогућава веома прецизну и брзу симулациону процедуру.



## Radivoje Mitrović

### PERSONAL DETAILS

**Name** Radivoje Mitrović  
**Scientific title** Full professor, Lecturer  
**Gender** Male  
**Date of Birth** March 11, 1957  
**Nationality** Serbian  
**E-Mail** [rmitrovic@mas.bg.ac.rs](mailto:rmitrovic@mas.bg.ac.rs)



### EDUCATION BACKGROUND

**1988-1992.** Doctor of Philosophy (*Ph.D.*), General Machine Design, University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia;  
**1981-1988.** Master of Philosophy (*M.Phil.*), General Machine Design, University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia;  
**1981.** Graduate engineer (Dipl.–Eng.), Thermal Science Engineering, University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia

### WORKING EXPERIENCES

**2003-present** Lecturer, Full Professor, General Machine Design Department, University of Belgrade – Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, Serbia;

### THE MOST IMPORTANT RECENT PAPERS PUBLISHED

- [1] Miskovic Zarko., **Mitrovic Radivoje**, Maksimovic Vesna, Milivojevic Aleksandar: „Analysis and prediction of vibrations of ball bearings contaminated by open pit coal mine debris particles“, Technical Gazzete, 2017, Vol. 24, No. 6, pp.1-10
- [2] Grujicic Rade, Tomovic Radoslav, **Mitrovic Radivoje**, Jovanovic Janko, Atanasovska Ivana, The Analysis of Impact of Intensity of Contact Load and Angular Shaft Speed on the Heat Generation Within Radial Ball Bearing (Article), THERMAL SCIENCE, 2016, vol. 20, No. 5, pp. 1765-1776
- [3] Stefanovic Nebojsa, **Mitrovic Radivoje**, Popovic Predrag, Creative problem solving methods in education field and compare classic and matrix 2003, Science Journal of EDUCATION, 2016, Vol. 4, No. 5, pp 135-144
- [4] Miskovic Zarko, **Mitrovic Radivoje**, Stamenic Zoran, Analysis of Grease Contamination Influence on the Internal Radial Clearance of Ball Bearings by Thermographic Inspection (Article), THERMAL SCIENCE, 2016, vol. 20, No. 1, pp. 255-265
- [5] **Mitrovic Radivoje**, Miskovic Zarko, Djukic Milos, Bakic Gordana, Statistical correlation between vibration characteristics, surface temperatures and service life of rolling bearings - artificially contaminated by open pit coal mine debris particles (Proceedings Paper), 21ST EUROPEAN CONFERENCE ON FRACTURE, (ECF21), (2016), vol. 2 pp. 2338-2346
- [6] Djukic Milos, Bakic Gordana, Sijacki-Zeravcic Vera, Rajicic Bratislav, Sedmak Aleksandar, **Mitrovic Radivoje**, Miskovic Zarko, Towards a unified and practical industrial model for prediction of hydrogen embrittlement and damage in steels (Proceedings Paper), 21ST EUROPEAN CONFERENCE ON FRACTURE, (ECF21), (2016), vol. 2, pp. 604-611





## Junfeng Zhao

### PERSONAL DETAILS

**Name** Junfeng Zhao  
**Scientific title** Lecturer  
**Gender** Male  
**Date of Birth** 08/14/1977  
**Nationality** China  
**E-Mail** [zhaojf@nwpu.edu.cn](mailto:zhaojf@nwpu.edu.cn)



### EDUCATION BACKGROUND

2005.09-2012.12 Studied in the Department of Applied Mathematics, Northwestern Polytechnical University, Shaanxi, Xi'an China. Received Doctor's degree in 2012. PhD supervisor: Prof. Junzhi Cui  
2000.09-2003.08 Studied in Institute of Computational Mathematics and Scientific/Engineering Computing of Chinese Academy of Sciences, Beijing China. Received Master's degree in 2003.  
1996.09-2000.07 Studied in the Department of Applied Mathematics of Northwestern Polytechnical University, Xi'an China. Received Bachelor's degree in 2000

### WORKING EXPERIENCES

Lecturer, Department of Applied Mathematics, School of Natural and Applied Sciences, Northwestern Polytechnical University, Xi'an, Shaanxi 710129, China

### THE MOST IMPORTANT RECENT PAPERS PUBLISHED

- [1]Jun-Feng Zhao, Stochastic response of dynamical system with fractional derivative term under wide-band excitation. *Mathematical Problems in Engineering*. 2016, ID, 9638523
- [2]Zhao Junfeng, Li Wei. Optimum design for unit cell of composite material with periodicity. *Computer Engineering and Applications*, 2012,48(28):229-233
- [3]Zhao Junfeng, Li Wei. Optimum Design for Microstructures of Closed-cell Materials Based on Thermal Conductivity, The 2010 International Conference on Computational and Information Sciences, Chengdu, China 2010, 1029–1032(EI: 20111113739678)
- [4]Zhao Junfeng, Li Wei. Application of improved genetic algorithm in microstructure optimization of closed-cell material, The 2010 International Conference on Computer Application and System Modeling , Taiyuan City, China 2010, 86-90(EI: 20104913453980)
- [5]Zhao J.-F., D.-Q. Chen, Y. Xu. Empirical Bayes Test for One-side Truncation Parameters with Asymmetric Loss Functions using NA samples, *International Journal of Pure and Applied Mathematics*,27,No.1(2006),11-20
- [6]Zhao Junfeng, Li Wei. BIFURCATION AND CHAOS IN A BUSINESS CYCLE MODEL, *JOURNAL OF DYNAMICS AND CONTROL*, 2005,3(4):39-42
- [7]Wei Li, Wei Xu, Junfeng Zhao, Shaojuan Ma. Stochastic optimal control of first passage failure for coupled Duffing-van der Pol system under Gaussian white noise excitations. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2005, 25(5): 1221-1228



## Natasa Trisovic

### PERSONAL DETAILS

**Name** Natasa Trisovic  
**Scientific title** associate professor  
**Gender** female  
**Date of Birth** July 01, 1963  
**Nationality** Serbian  
**E-Mail** [ntrisovic@mas.bg.ac.rs](mailto:ntrisovic@mas.bg.ac.rs)



### EDUCATION BACKGROUND

**06/11/2007** Ph.D., Applied Mechanics, Belgrade University  
**21/06/1995** M.S., Applied Mechanics and Engineering Science, Belgrade University  
**23/11/1987** Diploma, Mechanical Engineering, Belgrade University  
**06/1982** Diploma (4-yr. program), Vocational education  
mathematical-technical associate, Kraljevo, Serbia

### WORKING EXPERIENCES

**2013-present** Associate Professor, Department of Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Chair of Engineering Mechanics, Belgrade University  
**2008-2013** Assistant Professor, Department of Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Chair of Engineering Mechanics, Belgrade University  
**1995-2008** Teaching Assistant, Department of Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade University, Chair of Engineering Mechanics  
**1989 -1995** Assistant – trainee, Department of Mechanics, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade University

### THE MOST IMPORTANT RECENT PAPERS PUBLISHED

- [1] Yadong Zhou, Xiaochen Hang, Shaoqing Wu, Qingguo Fei, Natasa Trisovic, Frequency -dependent random fatigue of panel - type structures made of ceramic matrix composites, *Acta Mechanica Solida Sinica*, (2017).
- [2] Zhou Yadong Wu Shaoqing Trisovic Natasa R Fei Qingguo Tan Zhiyong, Modal Strain Based Method for Dynamic Design of Plate-Like Structures (Article), *SHOCK AND VIBRATION*, (2016),
- [3] Grozdanovic Ines B, Todorovic Kristina D, Vasovic Nebojsa, Buric Nikola, Trisovic Natasa R, Interplay between internal delays and coherent oscillations in delayed coupled noisy excitable systems (Article), *INTERNATIONAL JOURNAL OF NON-LINEAR MECHANICS*, (2015), vol. 73 br. , str. 121-127
- [4] Li Wei, Chen Lincong, Trisovic Natasa R, Cvetkovic Aleksandar S, Zhao Junfeng, First passage of stochastic fractional derivative systems with power-form restoring force (Article), *INTERNATIONAL JOURNAL OF NON-LINEAR MECHANICS*, (2015), vol. 71 br. , str. 83-88
- [5] Allaboudi Ezedine, Maneski Tasko Dj, Trisovic Natasa R, Ergic Todor, Improving Structure Dynamic Behaviour Using a Reanalysis Procedures Technique (Article), *TEHNICKI VJESNIK-TECHNICAL GAZETTE*, (2013), vol. 20 br. 2, str. 297-304



**Mini-Symposia supported by the Project OI 174001 in Mathematical  
Institute of of Serbian Academy of Science and Arts**

	<b>Title</b>	<b>Organizer</b>
25.05.2016	Non-Linear Dynamics Нелинеарна динамика	Katica R. (Stevanović) Hedrih
13.07.2016	Fractional Calculus with Applications in Problems of Diffusion, Control and Dynamics of Complex systems Рачун фракционог реда са применама у проблемима дифузије, управљања и динамике сложених система	Mihailo Lazarević
26.10.2016	Non-linear Dynamics with Applications in Engineering Systems Нелинеарна динамика са применама у инжењерским системима	Ivana Atanasovska Mirjana Filipović
16.11.2016	Fracture Mechanics and Numerical Methods Механика лома и нумеричке методе	Slobodanka Boljanović Ljubica Milović
30. 11. 2016	Non-Linear Theoretical Basis in Description of Real World Phenomena Нелинеарне теоријске основе у опису појава реалног света	Julijana Simonovic
07.12.2016	Biomechanics and Modelling of Biological Systems Биомеханика и моделовање биолошких система	Anđelka Hedrih
14.03.2017	Contact Mechanics: Theory and Applications Контактна механика: Теорија и примене	Ivana D. Atanasovska, Katica R. (Stevanović) Hedrih Radivoje M. Mitrović
25.04.2017	Nonlocal Theory of Mechanical Structures Нелокална теорија у структурној механици	Danilo Karličić Milan Cajić
04.07.2017	Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications Стохастичке осцилације и замор: Теорија и примене	Katica R. (Stevanović) Hedrih Radivoje M. Mitrović Junfeng Zhao Nataša Trišović



*Dynamics of hybrid systems  
with complex structures.  
Mechanics of materials  
(Project 174001)*

Project Leader: **Professor Katica (Stevanović)  
Hedrih**

Home page of the Project activities:  
<http://www.mi.sanu.ac.rs/projects/174001a.htm>



The project has produced original scientific results in the following research themes:

1. Elements of mathematical phenomenology and applications (in Mechanics, in nonlinear dynamics in general, in integration of scientific knowledge in reduction of number of models of dynamical systems.
2. Analytical mechanics of discrete fractional order systems; Derived a series of theorems.
3. Nonlinear and rare phenomena in dynamics of hybrid systems with coupled structures of rigid and deformable bodies; Transfer of energy through a system and subsystems; Synchronization of subsystems.
4. Models of biodynamical oscillators; Phenomenon of transfer of signals, information and energy through their complex structures; Oscillations of DNA helix chains and discrete continuum models of *Zona Pelucida*.
5. Mechanics of discrete continuum models. Dynamics of coupled structures of deformable bodies and discrete continuum layers with different constitutive relations: Linear elastic, nonlinear elastic, visco-elastic, hereditary and fractional order properties.
6. Phenomenon of dynamics of systems with friction and vibro-impact system; Theory of collision of rolling bodies; Dynamics of billiards.
7. Mechanics of damage and fracture.
8. Control of systems with delay and theorems of

stability.

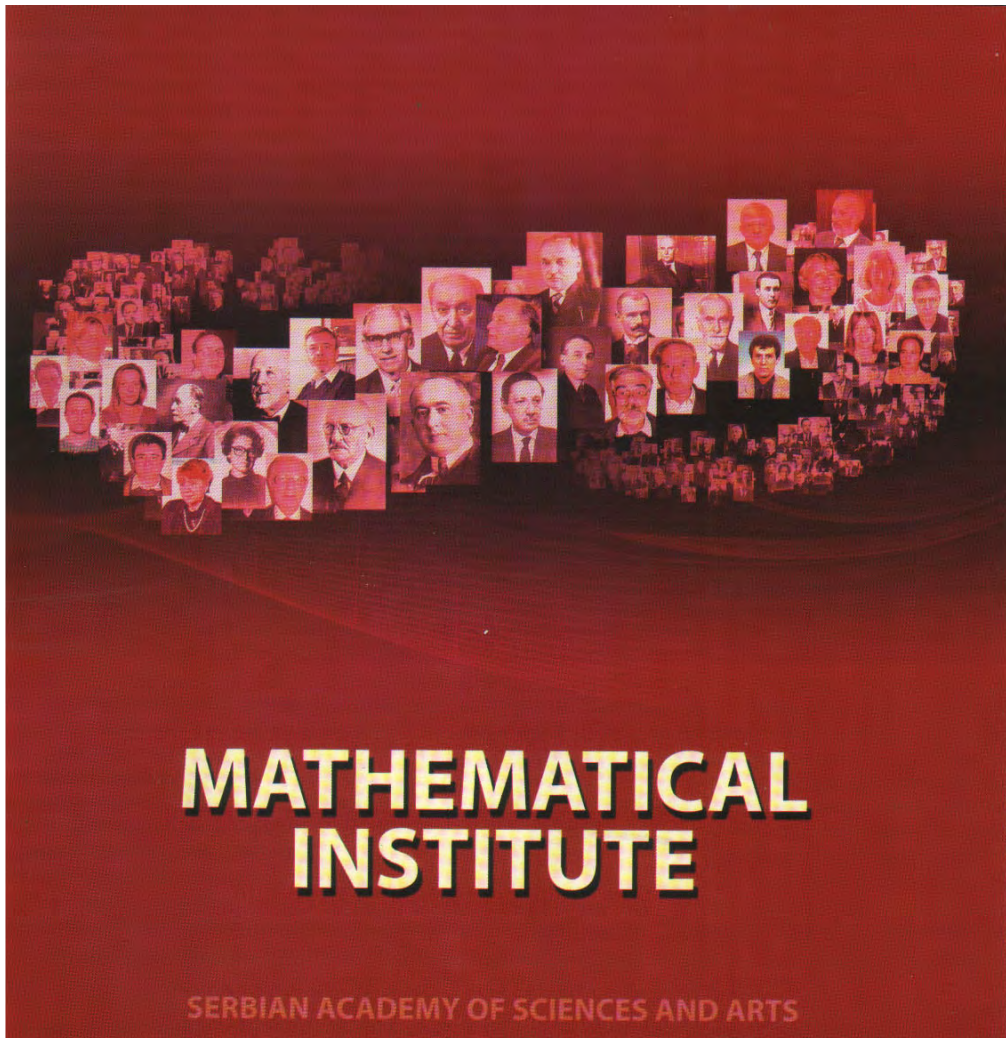
9. Continuation of doctoral research in accordance with scientific based themes by young PhD students. 13 Ph.D. Students, younger than 30 years of age, are included in the project team and its scientific research. All of them were participants of the two year seminar. So far, 12 Ph.D. Students completed all courses at doctoral study programs; 5 candidates defended their doctoral dissertations.

Other topics considered in the framework of the project are: nonlinear transformation, rheonomic system, nonholonomic constraints, mass moment vectors, gyro-rotor dynamics, approximation, amplitude-frequency characteristic, stability, synchronization, theory of collision, vibro-impact system, dynamics of billiards, energy analysis, non-local theory and applications, biomechanical oscillators, control motion. The project collaborators participated in the conferences ENOC 2011 and 2014, IUTAM ICTAM 2012, ESMC 20012, Mini-symposium Nonlinear Dynamics 2012, 2014, 2015, etc. A member of the project was awarded EuroMech Young scientist prize Roma 2011.



**Mini-Symposium “Stochastic Vibrations and Fatigue: Theory and Applications”**

Project OI 174001 in Mathematical Institute of SASA and Bilateral Project 2015-2017, No.: 3 – 19,  
Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade and Department of Applied Mathematics,  
School of Science, Northwestern Polytechnic University, Xi’an, Shaanxi.  
MI SASA, Belgrade, Serbia, July 4, 2017, at 11 h, Auditoria I





Бар код