

# Докторске студије

## Студијски програм *Механика чврстих тела*

Циљеви: Оспособљавање студента за развој и примену научних и стручних достигнућа из области механике и оспособљавање за креативан рад

Врста студија: Докторске академске студије

Исход процеса учења:

Оспособљавање студента за даље усавршавање и самостални научни и стручни рад

Академски назив: Доктор математике

Услови за упис Завршене студије другог степена из области математике

Начин извођења 3 године у 6 семестара од по 15 седмица

Начин избора предмета из других студијских програма:

У оквиру овог студијског програма, студент може највише два изборна предмета заменити предметима са других студијских програма трећег степена који се изводе на Математичком факултету

Услови за прелазак са других студијских програма:

Студент треба да има одговарајући број положених испита који одговарају испитима из овог студијског програма, односно да оствари потребан број ЕСПБ бодова.

### Листа А – обавезни предмети

	пред. веж.	мент. рад	ЕСПБ бодови	
Нелинеарна механика континуума	6	0	14	30
Диф геом са применама у механици	6	0	14	30
Виши курс рачунске механике	6	0	14	30

**Листа Б – изборни предмети, студент бира 2 предмета**

Динамички проблеми теорије еластичности	2	0	4	10
Механика материјала	2	0	4	10
Термомеханика чврстих тела	2	0	4	10
Теорија површинских и линијских носача	2	0	4	10
Стабилност чврстих тела	2	0	4	10
Механика композитних материјала	2	0	4	10
Механика оштећења	2	0	4	10
Осцилације чврстих тела	2	0	4	10
Спрегнути проблеми механике чврстих тела	2	0	4	10
Специјални проблеми рачунске механике	2	0	4	10
Биомеханика	2	0	4	10
Нумеричке методе оптимизације	2	0	4	10
Рачунарска графика	2	0	4	10
Математички аспекти рачунске механике	2	0	4	10
Механика материјала са микроструктуром	2	0	4	10
Одабрана поглавља теорије пластичности	2	0	4	10
Нано-механика				
Предмети других студијских програма докторских студија (највише 2)				

**Специјални курс – бира се у договору са ментором из области из које је дисертација**

	2	0	6	10
<b>Израда дисертације (у два семестра)</b>	0	0	20	60

# Садржаји предмета

---

## НЕЛИНЕАРНА МЕХАНИКА КОНТИНУУМА

Фонд 6+0+14

30 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Кинематика: Ојлеров и Лагранжов приступ, тензор деформације, теорема поларне декомпозиције, мере деформације, тензор брзине деформације. Закони баланса: Закон одржања количине кретања, момент количине кретања, Кошијев напон, Коњуговане мере напона и деформације: Снага, коњуговани напони, кратка дискусија о брзини промене напона. Конститутивне једанчине: Прости материјали, флуиди у односу на чврста тела. Принцип материјалне индиферентности. Еластична чврста тела, Вискозни флуиди. Принцип материјала са меморијом'. Основе термодинамике континуума: баланс енергије, неједнакост ентропије. Утицај на конститутивне релације. Третирање ограничења, нестишљивост. Специфичне величине, дисипациони потенцијал. Изотермичка нелинеарна еластичност: Функција слободне енергије, примери који укључују Нео- Хуков материјал, Муни- Ривлин материјал. Реолошки модели: Примери попут Рајнер- Ривлиновог флуида, Бингамовог флуида. Решења која укључују чисто смицање. Коетово струјање. Теорије пластичности, површ тешења, очвршћавање, локализација течења. Елементарна решења која користе "slip-line" теорију. Пластичност коначних деформација, декомпозиција деформација, пластични тензор деформације као унутршња променљива (специфична) променљива. Монокристална пластичност. Теорије које укључују зависност од брзине.

### Литература:

- J. Јарић. Механика континуума. Грађевинска књига (1988)  
P. Chadwick, Continuum Mechanics, Allen and Unwin (1976).  
Zarka, J., J. Frelat, G. Inglebert, and P. Kasmal-Navidi (1988). A new approach in inelastic analysis of structures, Martinus Nijhoff Publishers.  
S.C. Hunter, Mechanics of Continuous Media, Ellis Horwood (1976).  
I-S, Liu, Continuum Mechanics, Springer (2002).  
C. Truesdell, The Elements of Continuum Mechanics, Springer (reprinted 1985).  
R.W. Ogden, Nonlinear Elastic Deformations, Dover (1997).  
G.A. Holzapfel, Nonlinear Solid Mechanics, Wiley (2001).  
V. Lubarda, Elastoplasticity Theory, CRC (2002).
-

---

## ДИФЕРЕНЦИЈАЛНА ГЕОМЕТРИЈА СА ПРИМЕНАМА У

### МЕХАНИЦИ

Фонд 6+0+14

30 ЕСПБ бодова

#### Садржај:

Овај курс је увод у диференцијалну геометрију кривих и површи у тродимензионом Еуклидском простору. Међу основним темама су: Прва и друга фундаментална форма, Гаусова и средња кривина, транслација, геодезијске линије, Гаус- Бонеова теорема, комплетне површи, минималне површи и Бернштајнова теорема. У оквиру њих биће покривене следеће области: Диференцијабилне многострукости: дефиниција и примери. Тангенцијални вектори. Глатка пресликавања и теорема о инверзној функцији. Диференцијалне форме, Стоксова теорема и Рамова кохомологија. Структурне групе, Повезаност и кривине. Риманова геометрија. Риманова метрика, повезаност Леви- Чивита. Геодезијске линије, експоненцијална пресликавања и Гаусова лема. Риманов тензор кривине, Ричијева и скаларна кривина. Хоџов и Лаплас- Белтрамијев оператор.

#### Литература:

- I. Chavel, Riemannian geometry--a modern introduction, Cambridge Tracts in Mathematics, 108. Cambridge University Press (1993).
- S. Gallot, D. Hulin, J. Lafontaine, Riemannian geometry, Universitext, Springer-Verlag, Berlin (2004).
- V. Guillemin, A. Pollack, Differential topology, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. (1974).
- J. Jost, Riemannian geometry and geometric analysis, Universitext, Springer-Verlag, Berlin (2005)
- F.W. Warner, Foundations of differentiable manifolds and Lie groups, Graduate Texts in Mathematics, 94. Springer-Verlag, New York-Berlin (1983)
- V. Dragovic, D. Milinkovic, Analysis on manifolds. Applications in geometry, mechanics and topology (in Serbian), Mathematical faculty, Belgrade 2003
- N. Bokan, N. Blažić, Uvod u diferencijalnu geometriju, Mat. fak. i Vesta, Beograd, 1996.
- P. Стојановић. Увод у диференцијалну геометрију.

---

## ВИШИ КУРС РАЧУНСКЕ МЕХАНИКЕ

Фонд 6+0+14

30 ЕСПБ бодова

#### Садржај:

Мешовите формулације. Поузданост нумеричких метода. Материјална и геометријска нелинеарност, директне и итеративне методе. Стабилност метода у присуству сингуларитета. Проблеми са материјалним дисконтинуитетима. Контактни проблеми (неједнакост као ограничења). Спрегнути проблеми: Термомеханика, Магнетохидродинамика. Користе се безмрежна методе и метода коначних елемената.

#### Литература:

- Bathe KJ; Finite element procedure, Prentice Hall (1982).
- Kojić M; Computational procedures in inelastic analysis of solids and structures, Center for Scientific Research of SASU and University of Kragujevac (1997)
- Zienkiewicz OC, Taylor RL; The finite element method - Volume I - The basis, Butterworth-Heinemann (2000)
- Drašković Z; On the invariance in mechanics, Matematički institut SANU (2005)
- Reddy JN; Finite Element Method, 2nd Edition, McGraw Hill, New York (1993).
- Mijuca D, On Primal-Mixed formulation in Elasticity and Thermoelasticity, Faculty of Mathematics (2006)
-

---

## ДИНАМИЧКИ ПРОБЛЕМИ ТЕОРИЈЕ ЕЛАСТИЧНОСТИ

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Третман квалитативне/геометријске теорије динамичких система. Стабилност равнотеже. Бифуркација и хаотично понашање. Функције Лапунова, Принцип инваријантности, Периодичне орбите, Поинкареова пресликавања. Хиперболичка равнотежа и орбите. Стабилне и нестабилне многострукости. Нехиперболична равнотежа и орбите. Централне многострукости. Бифуркација од просте сопствене вредности. Увод у хаотично понашање. Horseshoe пресликавања. Символичка динамика.

### Литература:

D.R.Bland; A Nonlinear Dynamic Elasticity

J. D. Kaplunov, L. Yu Kossovitch, E. V. Nolde; Dynamics of Thin Walled Elastic Bodies

---

## МЕХАНИКА МАТЕРИЈАЛА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Увод у дискретно и континуално моделирање материјала (микроструктура, технике хомогенизације, мулти-скеале приступи), фундаменални теоријски концепти (базична реологија, класификација феноменолошких одговора материјала, елементи термодинамике континуума), основни нумерички концепти (технике дискретизације, итеративна решења нелинеарних система), линеарна и нелинеарна еластичност, механика оштећења, вискоеластичност (линеарни и нелинеарни модели, постпроцесирање напона), пластичност, вископластичност, реолошки модели. Конститутивне релације. Инверзна оптимизација материјала.

### Литература:

Hibbeler, R.C; Statics and Mechanics of Materials, Prentice Hall.

Popov, E.P.; Mechanics of Materials, Prentice Hall. TA405 .P68 (1978).

Gere JM, Timoshenko SP; Mechanics of Materials, Fifth Edition, PWS Kent Publishing, Boston (1997)

Ashby MF, Jones DRH; Engineering Materials 1, An Introduction to Their Properties and Applications, Second Edition. Butterworth Heinemann (1998)

---

---

## ТЕРМОМЕХАНИКА ЧВРСТИХ ТЕЛА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Преглед калсичне термодинамике, увод у кинетичку теорију, квантна механичка анализа атомских и молекуларних структура, статистичко механичко проучавање трмодинамичких особина, хемијска термодинамика и равнотежа. Мере, криволинијске стационарне координате, закони баланса, услови скока преко сингуларних површи, принцип ентропије, конститутивне релације за линеарне и нелинеарне термоеластичне чврсте материјале, материјали ојачани влакнима, изотропске функције, термоеластична стабилност, термокинематичка ограничења, простирање таласа, решење специјалних почетно-граничних проблема, термални напони. Конвекција, радијација, провођење, испаравање, кондензација, кључања, двофазних струјања, струјања са хемијском реакцијом и зрачењем, нестабилности и турбулентног струјања и реактивних струјања у порозним срединама.

### Литература:

Moran, M.J. and Shapiro, H.N. (M&S), Fundamentals of Engineering Thermodynamics, 4th Edition, Wiley, 1999.

Nowacki, Thermoelasticity II edition

---

## ТЕОРИЈА ПОВРШИНСКИХ И ЛИНИЈСКИХ НОСАЧА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Теорија површи као теорија димензијске редукције. Општа теорија љуски, Кирхоф-Лавове претпоставке: деформација љуски, услови компатибилности, силе и моменти, једначине равнотеже, конститутивни закони, гранични услови, методе решавања проблема љуски. Основна једначина Рајснер- Мидлинове теорије љуски. Теорије мембрана: диференцијалне једначине, симетрична деформација, интеграција диференцијалних једначина, унутршње силе и померања. Симетричне деформације тороидалних љуски. Симетричне деформације коничних љуски, савијање плоча: једначине равнотеже, конститутивне једначине, правоугаоне плоче, кружне плоче, решења добијена енергетским методама, методе коначних разлика. Основне једначине геометријски - нелинеарних теорија: Донел - Маргерова претпоставка малих ротација, коначне ротације, тоталне Лагранжове формулације. Еластична стабилност љуски. Коначни елементи љуски; формулације засноване на Кирхоф - Лавовим и Рајснер - Миндлинским претпоставкама, Поређење са тродимензионим методама решавања.

### Литература:

Novozhilov, VV; Thin Shell Theory, Noordhoff, Groningen (1964).

Gould, PL; Analysis of Shells and Plates, Springer, New York (1988).

Reismann, H; Elastic Plates, Theory and Application, John Wiley, New York (1988).

---

---

## СТАБИЛНОСТ ЧВРСТИХ ТЕЛА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Подела нестабилности, извијање правих и закривљених греда, класичан приступ проблемима извијања, извијање плоча и љуски, утицај имперфекције, енергетске методе, коначне апроксимативне методе, динамчка стабилност, дефиниције стабилности (теореме Љапунова), примене. Методе равнотеже, енергетске и кинетичке методе. Подела и последице механичких система, примери из механике чврстих тела (извијање плоча и љуски), варијациони рачун, нумеричке методе (Рицова, Галеркинова).

### Литература:

Вакша А, Весковић М. Стабилност кретања. Математички факултет (1996)  
Bazant, ZP, Cedolin, L; Stability of structures, Oxford University Press, (1991)  
Dym, CL; Stability theory and its applications to structural mechanics, Noordhoff, (1974)  
Gross, D, Hauger, W; Schnell, W, Wriggers, P; Technische Mechanik IV, Springer, (1993)  
Thompson, JMT, Hunt, GW; A general theory of elastic stability, John Wiley & sons, (1973)  
Troger, H, Steindl, A; Nonlinear stability and bifurcation theory, Springer, (1991)  
Ziegler, H; Principles of structural stability, Birkhäuser, (1977)

---

## МЕХАНИКА КОМПОЗИТНИХ МАТЕРИЈАЛА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Конститутивне релације и микромеханика. Провођење температуре и влажности. Механичко понашање анизотропних материјала, Теорија плоча и љуски вишег реда. Крутост и чврстоћа композитних материјала. Критеријуми отказа, отвори и концентрација напона. Резидуални напони, Извијање и постизвијање. Влакнасти композити. Деламинација. Дизајнирање композитних ламината са задатим особинама.

### Литература:

Barbero EJ, Taylor, Francis; Introduction to Composite Materials Design, Inc., (1999).  
Hull D; An introduction to composite materials, Cambridge University Press  
Taya M, Arsenault RJ; Metal Matrix Composites, Pergamon Press, Oxford  
Warren R; Ceramic Matrix Composites, Blackie, Glasgow

---

---

## МЕХАНИКА ОШТЕЋЕЊА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Увод у нелинеарно - еластичну механику оштећења, Једноставно изотропно оштећење. Модели оштећења. Замор условљен спољашњим условима, механизми, лом услед замора, механизми замора код метала, керамике и биоматеријала, напон - деформација/век опис ( $S/N$  криве, граница замора, Гудманова релација, Нојберова и Мајнерова правила, фактори који смањују динамичку чврстоћу), примена механизма лома на заморне прслине ( $da/dN$  vs.  $\Delta K$  криве), механизми, ефекти преоптерећења, околине итд., предвиђање века трајањаса толерисаним оштећењима, дизајн за заштиту од заморних оштећења, дозвољени замор, затварање прслине, механика лома за мале прслине, други механизми отказивања, нпр. еластично извијање и хабање. Еластична и пластична деформација са становишта механике континуума у микромеханике, теорија дислокација, пузања, механизми лома, линеарно - еластична и нелинеарно - еластична механика лома, ојачавање метала, керамичких материјала и композита, лом условљен спољашњим условима, лом услед замора, подкритички раст прслине, приступ при пројектовању напон/век и дозвољено оптерећење.

### Литература:

Драгослав Шумарац, Душан Крајчиновић; Основи механике лома, Научна књига, Београд (1990).

Kanninen MF, Popelar CH; Advanced Fracture Mechanics, Oxford Univ. Press, Oxford, (1985).

Suresh S; Fatigue of Materials (Cambridge Univ. Press, 1998, 2nd ed.)\*

---

## ОСЦИЛАЦИЈЕ ЧВРСТИХ ТЕЛА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Мале осцилације: Пригушене, принудне осцилације и резонанца, Хармонијске осцилације, једначине хармонијских осцилација. Решење једначине хармонијског кретања. Хармонијски таласи, простирање таласа, трансверзални и лонгитудинални таласи, линеарна поларизација, класични Доплеров ефекат, звучни таласи. Гарфички приказ таласа, мерење брзине звука и светлости, једнодимензиони Доплеров ефекат, простирање таласа у хомогеним изотопним срединама, рефлексација и рефракција, Фермаов принцип. Суперпозиција хармонијских таласа, кохерентни таласи, интерференција, пулсирање, стојећи таласи.

### Литература:

F. R. Gantmakher, M. G. Krein; Oscillation Matrices and Kernels and Small Vibrations of Mechanical Systems, Hardcover, (2002)

B. D. Vujanović, Теорија осцилација, Факултет техничких наука, Нови Сад, 1995.

В. Вујичић. Теорија осцилација

---

## СПРЕГНУТИ ПРОБЛЕМИ МЕХАНИКЕ ЧВРСТИХ ТЕЛА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Спрегнути проблеми. Интеракција између флуида и чврстих тела. Методе више поља. Механичко понашање услед различитих врста спољашњег прегрејања: термалног, електромагнетног, влажности. Мешовите формулације.

### Литература:

A. J. Kassab, M. H. Aliabadi; Coupled Field Problems by Computational Mechanics  
Hans-Joachim Bungartz, Michael Schäfer; Fluid-Structure Interaction : Modelling, Simulation, Optimisation  
R. W. Lewis; Numerical Methods in Transient and Coupled Problems

---

## СПЕЦИЈАЛНИ ПРОБЛЕМИ РАЧУНСКЕ МЕХАНИКЕ

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Нелинеарни динамички проблема у механици чврстог тела. Аероеластичност. Резидуални напони. Материјални дисконтинуитети, Multiscale анализа. Оптимизација и инверзни проблеми. Једнофазни и вишефазни материјали. Порозни материјали.

### Литература:

V. Lubarda, Elastoplasticity Theory, CRC (2002).  
Izuru Takewaki and I. Takewaki. Dynamic Structural Design Using the Inverse Method by (Hardcover - Jan 2000)  
Optimization in Inverse Problems and Design by Lorenz T. Biegler, Thomas F. Coleman, Andrew R. Conn, and Fadil N. Santosa (Hardcover - Jul 31 1997)

---

## БИОМЕХАНИКА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Увод у биомеханику. Биореологија, биомеханика чврстих тела, механика мишића, маса, количина кретања, пренос енергије. Реолошке особине (еластичност, вискоеластичност, пластичност, вископластичност и пороеластичност). Различити приступи за добијање реолошких конститутивних релација, укључујући методе континуума, микроструктурне, термодинамичке и феноменолошке методе. Посебан део је посвећен микроструктурном приступу у механици цитоскелета.

### Литература:

Biorheology (Stamenovic)  
Fung, Y.C., 1990. Biomechanics: Motion, Flow, Stress and Growth. Springer-Verlag, New York.  
C. Truesdell, W. Noll, The nonlinear field theories of mechanics, in: S. Flugge, (Ed.), Encyclopedia of Physics, vol. III/3, Springer-Verlag, Berlin, 1965.  
L. L. Hench and E. C. Ethridge, Biomaterials: An Interfacial Approach (Academic Press, New York, 1980).  
J. B. Park, Biomaterials: An Introduction (Plenum, New York, 1979).  
K. de Groot, Biomaterials 1, 47 (1980).

---

---

## НУМЕРИЧКЕ МЕТОДЕ ОПТИМИЗАЦИЈЕ

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Минимизација без ограничења функција једне променљиве и више променљивих. Решење проблема минимизација са ограничењима трансформацијом у проблеме Минимизације без ограничења. Методе казних (*Penalty*) функција. Директно решавање ограничених проблема минимизације. Вишепараметарска оптимизација и вишепараметарска комбинатора оптимизација коришћењем генетских алгоритама, вишепараметарски еволуциони алгоритми, стохастички (e.g. random walk, simulated annealing, *Monte Carlo & tabu*), Линеарно програмирање, Нелинеарно програмирање *Gradient Based/Hill Climbing* – применљиво на глатке диференцијабилне функције, *Simplex Based* – нелинеарне и дисконтинуалне функције. Секвенцијална оптимизација, Тежински циљеви, Ограничена оптимизација. Глобални критеријуми који минимизирају удаљеност од идеалног вектора, циљно програмирање које минимизира одступање од циљног ограничења. Теорија игара. Динамичко програмирање.

### Литература:

P. E. Gill, W. Murray, M. H. Wright; *Practical Optimization*, Academic Press.  
Jorge Nocedal, Stephen J. Wright; *Numerical Optimization*, Springer Verlag.  
D. Bertsekas; *Nonlinear Programming*, Athena Scientific.  
J. Zarka, P. Navidi. *Intelligent Optimal Design of Materials and Structures*

---

## РАЧУНАРСКА ГРАФИКА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Класичне и напредне методе визуелне анализе података у научној примени, визуелна анализа података добијених нумерички, експериментално и аналитички, укључујући: градијенте, екстракцију функције. Линеарна геометрија (тачке праве, равни и њихове репрезентације), Крива (део-по-део параметарска репрезентација), Површи (део-по-део параметарска репрезентација), Криве и површи дефинисане профињавањем (класификација, конструисање и анализа). Интерпретација и анализа комплексних аналитичких израза и великог скупа података добијених експериментално или компјутерском симулацијом. Визуелно квантификовање мултидимензионих физичких особина као што су сопствене вредности и сопствени вектори са glyphs. Примена принципа графичке прецизности на сложене идеје примењене на велике скупове података или комплексне аналитичке функције - јасно, прецизно и ефикасно. Израда коначног пројекта у добро организованом и дизајнираном визуелном формату користећи мултимедијални или мрежни софтвер.

### Литература:

*Computational Geometry : An Introduction* by Franco P. Preparata and Michael I. Shamos  
*Geometry, Morphology, and Computational Imaging* by Tetsuo Asano  
*Computational Geometry and Computer Graphics in C++* by Michael J. Laszlo

---

---

## МАТЕМАТИЧКИ АСПЕКТИ РАЧУНСКЕ МЕХАНИКЕ

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Теорија апроксимације, теорија диференцијалних једначина и линеарне алгебре. Нумеричке методе за решавање диференцијалних једначина. Алгоритми решавања. Методе решавања ОДЈ (са нагласком на проблем почетних вредности и третирање густих система једначина), нумеричке методе за решавање ПДЈ (граничне, почетно-граничне проблеме применом метода коначних разлика и метода коначних елемената) и нумеричку алгебру ретких система (укључујући брзе Поасонове решаваче, ретку Гаусову елиминацију и итеративне методе). Апроксимација диференцијалних оператора у коначно димензионом простору, пројектовање нумеричких алгоритама.

### Литература:

Axelsson O, *Iterative Solution Methods*, Cambridge University Press, Cambridge, 1996.  
A. Iserles, *A First Course in the Numerical Analysis of Differential Equations*, Cambridge University Press, Cambridge, 1996.  
A. R. Mitchell and R. Wait, *The Finite Element Method in Partial Differential Equations*, Wiley, London, 1977 (out of print).  
G. Strang and G. Fix, *An Analysis of the Finite Element Method*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1973 (out of print).  
B. D. Vujanovic, and T. M. Atanackovic, *An Introduction to Modern Variational Techniques in Mechanics and Engineering*, Birkhäuser, New York, 2004.

---

## МЕХАНИКА МАТЕРИЈАЛА СА МИКРОСТРУКТУРОМ

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Увод у дискретно и континуално моделирање материјала (микроструктура, технике хомогенизације, *multiscale* приступи), фундаменални теоријски концепти (базична реологија, класификација феноменолошких одговора материјала, елементи термодинамике континуума), основни нумерички концепти (технике дискретизације, итеративна решења нелинеарних система), линеарна и нелинеарна еластичност, механика оштећења, вискоеластичност (линеарни и нелинеарни модели, постпроцесирање напона), пластичност, вископластичност, реолошки модели. Конститутивне релације. Инверзна оптимизација материјала. Дискусија понашања threshold, ефекти околине, ширење заморне прслине и замор пузањем. Курс укључује информације о механици лома, тестирањима у механици лома и квантитативну фрактографију, жилавост лома и њену повезаност са микроструктуром, приступ зоне стохастичких процеса на микромеханику, аспекти раста корозивне заморне прслине, микромеханика подкритичног ширења прслине на повишеним температурама. Микромеханички модели пластичности за материјале са кристалном структуром. Коначна деформације у еластичности и вискоеластичности.

### Литература:

Michael Ashby, D R H Jones; *Engineering Materials 2, Third Edition: An Introduction to Microstructures, Processing and Design*  
J. W. Martin, R. D. Doherty, B. Cantor; *Stability of Microstructure in Metallic Systems*  
Georg Dolzmann; *Variational Methods for Crystalline Microstructure - Analysis and Computation* by

---

## ОДАБРАНА ПОГЛАВЉА ТЕОРИЈЕ ПЛАСТИЧНОСТИ

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Класични квазистатични проблеми теорије пластичности са и без зависности од брзине деформисања. Хипереластични материјали. Увод у термомеханику континуума, физика пластичности, конститутивне теорије, пластичне деформације, пластично течење и попуштање. Примена граничних анализа, динамички проблеми.

### Литература:

Zarka, J., J. Frelat, G. Inglebert, and P. Kasmal-Navidi (1988). A new approach in inelastic analysis of structures, Martinus Nijhoff Publishers.

J. C. Simo and T. J. R. Hughes, Computational Inelasticity, Springer-Verlag, 1998

Lubliner, J., Plasticity Theory, McMillan, 1990.

Findley, W. N., Lai, J. S., and Onaran, K., Creep and Relaxation of Nonlinear Viscoelastic Materials, Dover, 1976

K. Washizu, Variational Methods in Elasticity and Plasticity, Univ. Press, Oxford (1982).

---

## НАНО-МЕХАНИКА

Фонд 2+0+4

10 ЕСПБ бодова

### Садржај:

Микро и наномеханика, моделирање и пројектовање тродимензионалних структура и система димензија реда величине микрометра или мање. Квантно-механички ефекти. Multiscale анализа. Наномеханика и њен однос са механиком континуума и динамиком атомских структура у кристалографији. Теорије транспорта у наноканалима. Микроелектромеханички уређаји и системи.

### Литература:

Andrew N. Cleland; Foundations of Nanomechanics

Pradeep Sharma; Nanomechanics by

Guozhong Cao; Nanostructures & Nanomaterials: Synthesis, Properties