

### UČNI NAČRT PREDMETA / COURSE SYLLABUS

**Predmet:** Nihanje mehanskih sistemov  
**Course title:** Engineering vibrations

Študijski program Study programme and level	Študijska smer Study field	Letnik Academic year	Semester Semester
Inženiring in vozila		drugi	4
Engineering and vehicles		second	4

**Vrsta predmeta / Course type**

obvezni/obligatory

**Univerzitetna koda predmeta / University course code:**

VS\_11018

Predavanja Lectures	Seminar Seminar	Sem. vaje Tutorial	Lab. vaje Laboratory work	Teren. vaje Field work	Samost. delo Individ. work	ECTS
45	-	30	15	-	90	6

**Nosilec predmeta / Lecturer:**

Doc. dr. Anatolij Nikonov

**Jeziki /  
Languages:**

**Predavanja /  
Lectures:**  
**Vaje / Tutorial:**

slovenski/  
slovenian  
slovenski/slovenian

**Pogoji za vključitev v delo oz. za opravljanje študijskih obveznosti:**

- vpis v drugi letnik študija,
- študent(ka) mora obvladati znanja iz matematike z aplikacijami I.,II. in tehniške mehanike

**Prerequisites:**

- inscription in the second year of study
- mastering of knowledges in mathematics I.,II. with applications as well as mastering of knowledges in engineering mechanics

**Vsebina:**

- Osnove, pomen in nastanek mehanskih nihanj. Osnovni elementi mehanskega nihajočega sistema (masa, dušilka, vzmet). Zaporedna in vzporedna vezava vzmetnih elementov. Harmonično nihanje. Lastna torzijska in upogibna nihanja gredi. Dušena nihanja z viskoznim, Coulombskim in strukturnim dušenjem. Prosta in vsiljena nihanja. Nihanja z eno in več prostostnimi stopnjami. Nihanja zveznih in diskretnih

**Content (Syllabus outline):**

- Fundamentals of mechanical vibrations. Basic elements of the mechanical oscillating systems (mass, dashpot, spring). Series and parallel connection of spring elements. Harmonic motion. Torsional and bending vibrations of shafts. Damped vibrations with viscous, Coulomb and structural damping. Free and forced vibrations. Vibrations of single and multi-degree-of-freedom mechanical systems. Vibrations of continuous and lumped systems.

<p>sistemov. Deterministična in naključna nihanja. Reševanje problemov mehanskih nihanj na osnovi nadomestnega mehanskega in pripadajočega matematičnega modela.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Osnove nihanj vozil. Izvori vzbujanj cestnih vozil. Načini nihanja vozil pri različnih obesah. Odzivne lastnosti vozil. Resonanca.</li> </ul>	<p>Deterministic and random vibrations. Solving of mechanical systems by using equivalent mechanical and corresponding mathematical model.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fundamentals of vehicle vibrations. Excitation sources of road vehicles. Oscillation modes of vehicles with various suspension systems. Response properties of vehicles. Resonance.</li> </ul>
---	--

#### Temeljna literatura in viri / Readings:

<ul style="list-style-type: none"> <li>– R. Pušenjak, M. Oblak: Nihanja mehanskih sistemov. FINI Novo mesto, 2015.</li> <li>– M. Oblak, I. Gubenšek: Dinamika strojev. Zbirka rešenih nalog, FS UM, 2004.</li> <li>– M. Boltežar: Mehanska nihanja, 1. del. FS UL, 2006.</li> </ul> <p><b>Priporočljiva literatura / Recommended Textbooks</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– L. Meirovitch: Analytical Methods in Vibrations. The Macmillan Co., New York, 1967.</li> <li>– T. D. Gillespie: Fundamentals of Vehicle Dynamics. Society of Automotive Eng., Inc., 1992.</li> <li>– C. W. De Silva: Vibration Damping, Control, and Design, Taylor &amp; Francis/CRC Press, Boca Raton, FL, 2007.</li> </ul>
---

#### Cilji in kompetence:

#### Objectives and competences:

<p><b>Cilji</b></p> <p>Predmet je namenjen pridobitvi znanj iz mehanskih nihanj v strojništvu s poudarkom na nihanja cestnih vozil.</p> <p><b>Kompetence</b></p> <p><i>Učna enota prispeva k razvoju naslednjih splošnih in specifičnih kompetenc:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– sposobnost razčlenitve problemov mehanskih nihanj in njihove analize,</li> <li>– sposobnost uporabe osnovnih principov nihajočih sistemov,</li> <li>– sposobnost uporabe pridobljenega teoretičnega znanja v praksi,</li> <li>– sposobnost izdelave nadomestnega mehanskega modela in matematičnega opisa enostavnih nihajočih sistemov,</li> <li>– sposobnost uporabe matematičnih sredstev pri reševanju mehanskih nihanj,</li> <li>– sposobnost uporabe sodobnih računalniških orodij (Mathematica, Matlab) pri reševanju enostavnih nihajočih sistemov s poudarkom na nihanja cestnih vozil</li> </ul>	<p><b>Objectives</b></p> <p>The subject is intended for achievement of knowledge of mechanical vibrations in engineering with emphasis on vibrations of road vehicles.</p> <p><b>Competences</b></p> <p><i>The subject contributes to the development of the following general and special competences:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ability to analyze mechanical vibrations in engineering</li> <li>– ability to apply the fundamental principles of vibrating systems</li> <li>– ability of application the acquired theoretical knowledge in practice</li> <li>– ability to design the substitute mechanical model and to give the mathematical description of simple vibrating systems</li> <li>– ability to use the mathematical methods for solving mechanical vibrations</li> <li>– ability of use of contemporary computational tools (Mathematica, Matlab) in solving of simple vibrating systems with emphasis on the vibrations of the road vehicles</li> </ul>
--	---

**Predvideni študijski rezultati:****Intended learning outcomes:**

<p>Znanje in razumevanje:</p> <p><i>Študent/študentka:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– razume in osvoji osnovne zakone mehanskih nihanj,</li> <li>– osvoji znanja posameznih področij kot so: lastna in vsiljena nihanja, nedušena in dušena nihanja, nihanja z eno in več prostostnimi stopnjami.</li> <li>– razume reševanje problemov mehanskih nihanj na osnovi nadomestnega mehanskega in pripadajočega matematičnega modela.</li> <li>– loči osnovne elemente nihajočega sistema (masa, dušilka, vzmet).</li> <li>– osvoji znanje pri reševanju nihanj zaporedno in vzporedno vezanih vzmetnih elementov.</li> <li>– seznanjeni se z uporabo predpisov in standardov in njihovo uporabo na področju nihanj mehanskih sistemov s poudarkom na cestna vozila,</li> <li>– zna uporabljati računalniška orodja pri reševanju enostavnih mehanskih nihajočih sistemov</li> </ul>	<p>Knowledge and understanding:</p> <p><i>Student:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– understands and conquers basic laws of mechanical vibrations,</li> <li>– conquers knowledges on free and forced vibrations, undamped and damped vibrations, as well as on the vibrations of single and multi-degree of freedom systems, respectively.</li> <li>– understands the solving problems of mechanical vibrations by means of the substitute mechanical models and corresponding mathematical models.</li> <li>– is able to separate the basic elements of the vibrating system (mass, damper, spring).</li> <li>– conquers the knowledge of solving of vibrations with serial and parallel connected spring elements.</li> <li>– is acquainted with the use of regulations and standards and its application in mechanical vibrations with emphasis on road vehicles.</li> <li>– is able to use computational tools in solving of simple mechanical vibrating systems.</li> </ul>
--	---

**Metode poučevanja in učenja:****Learning and teaching methods:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>– <i>predavanja</i> z aktivno udeležbo študentov, ki vsebujejo razprave, diskusije, odgovore na vprašanja in reševanje nalog,</li> <li>– seminarske vaje s poglobljanjem teoretičnih znanj,</li> <li>– uporaba sistemskih računalniških orodij pri nihajočih sistemih,</li> <li>– individualno in skupinsko delo v obliki <i>konzultacij</i>.</li> <li>– laboratorijske vaje, ki potekajo v ustrezno opremljenem laboratoriju.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– lectures with active attendance of students, which incorporate discussions, answers on the questions and solving of exercises</li> <li>– tutorials with deepening of theoretical knowledge</li> <li>– the use of professional computational tools for solving vibrating systems</li> <li>– individual and collective work in the form of consultations.</li> <li>– laboratory work, which are performed in a suitable equipped laboratory.</li> </ul>
--	--

**Načini ocenjevanja:**Delež (v %) /  
Weight(in%)**Assessment:**

<p>Način: pisni izpit, ustno izpraševanje, naloge, laboratorijske vaje. Pogoji za pristop k pisnemu izpitu so opravljene seminarske in laboratorijske vaje.</p>		<p>Type: written examination, oral, coursework, laboratory work. Prerequisites for the written examination are</p>
---	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>- pisni izpit</li> <li>- ustni izpit</li> </ul> <p>Končna ocena izpita je utežno povprečje obeh delov izpita.</p>	<p>40%</p> <p>60%</p>	<p>completed seminar and laboratory work.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- written exam</li> <li>- oral exam</li> </ul> <p>The final grade is the weighting sum of all three parts of the exam.</p>
--	-----------------------	---

**Reference nosilca / Lecturer's references:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>- R. Pušenjak, M. Oblak in A. Nikonov. Analiza stacionarnih resonanc v nelinearni dinamiki viskoelastičnih nosilcev = Analysis of stationary resonances in nonlinear dynamics of viscoelastic beams. V: 3rd International Scientific Conference on the Development of Industrial Engineering: Opportunities, Potentials, Challenges : conference proceedings scientific papers. Novo mesto: Fakulteta za industrijski inženiring. 2018, str. 48-56.</li> <li>- R. Pušenjak, A. Nikonov. Nelinearna nihanja harmonično vzbujenega viskoelastičnega nosilca s tlačno aksialno obremenitvijo . Zbornik del, Kuhljevi dnevi 2018, Laško, 27.-28. september 2018. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko. 2018.</li> <li>- V. Malnarič, A. Nikonov, U. Florjančič, J. Kaplunov, T. Savšek. Uporaba lightweight komponent s funkcijo nosilnosti za varnost in udobje avtomobila. V: Akademija strojništva 2017 : inženirstvo - za kakovostnejše življenje, 6. mednarodna konferenca strojnih inženirjev 2017, Ljubljana, Cankarjev dom 26. oktober 2017, (Svet strojništva, ISSN 1855-6493, Letn. 6, št. 03/04). Ljubljana: Zveza strojnih inženirjev Slovenije. 2017, letn. 6, št. 03/04, str. 58.</li> <li>- D. Zakharov, A. Nikonov. Aproksimativne metode dinamike trdnih teles z vmesnimi sloji z uporabo asimptotične analize . Zbornik del, Kuhljevi dnevi 2017, Dobrna, 28.-29. september 2017. Ljubljana: Slovensko društvo za mehaniko. 2017, str. 171-177.</li> <li>- NIKONOV, Anatolij Viktorovič, SAPRUNOV, Ivan, ZUPANČIČ, Barbara, EMRI, Igor. Influence of moisture on functional properties of climbing ropes. International Journal of Impact Engineering, ISSN 0734-743X. [Print ed.], Nov. 2010, vol. 38, iss. 11, str. 900-909, doi:10.1016/j.ijimpeng.2011.06.003. [COBISS.SI-ID 11964699]</li> <li>- NIKONOV, Anatolij Viktorovič, BURNIK, Stojan, EMRI, Igor. Examination of the time-dependent behaviour of climbing ropes under impact loading = Preiskava časovno odvisnega vedenja plezalnih vrvi pri impulznih obremenitvah. Kinesiologia Slovenica, ISSN 1318-2269. [Print ed.], 2010, vol. 16, no. 3, str. 7-13, ilustr., tabeli. [COBISS.SI-ID 4044977]</li> <li>- ZUPANČIČ, Barbara, NIKONOV, Anatolij Viktorovič, FLORJANČIČ, Urška, EMRI, Igor. Časovno odvisno vedenje pogonskih jermenov pod vplivom periodične mehanske obremenitve : analiza lokacije enojne spektralne črte = Time-dependent behaviour of drive belts under periodic mechanical loading : analysis of the location of a single line spectrum. Strojniški vestnik, ISSN 0039-2480, 2007, letn. 53, št. 10, str. 696-705. [COBISS.SI-ID 10330395]</li> <li>- EMRI, Igor, KRAMAR, Janez, HRIBAR, Anton, NIKONOV, Anatolij Viktorovič, FLORJANČIČ, Urška. Time-dependent constitutive modeling of drive belts - I. : the effect of geometry and number of loading cycles. Mechanics of time-dependent materials, ISSN 1385-2000, 2006, letn. 10, št. 3, str. 245-262. <a href="http://dx.doi.org/10.1007/s11043-006-9021-2">http://dx.doi.org/10.1007/s11043-006-9021-2</a>. [COBISS.SI-ID 9871387]</li> <li>- NIKONOV, Anatolij Viktorovič, DAVIES, A.R., EMRI, Igor. The determination of creep and relaxation functions from a single experiment. Journal of rheology, ISSN 0148-6055, 2005, letn. 49, št. 6, str. 1193-1211. [COBISS.SI-ID 8872219]</li> <li>- ZAKHAROV, D.D., NIKONOV, Anatolij Viktorovič. Approximate description of the dynamics of thin isotropic elastic coatings and interlayers by using asymptotics of high order of accuracy. Mechanics of composite materials, ISSN 0191-5665, 2005, letn. 41, št. 6, str. 527-534. <a href="http://dx.doi.org/10.1007/s11029-006-0006-7">http://dx.doi.org/10.1007/s11029-006-0006-7</a>. [COBISS.SI-ID 9506843]</li> </ul>
--