

**FIȘA DISCIPLINEI SUPERALIAJE**  
Anul universitar 2018-2019

Decan,

.....

**1. Date despre program**

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
1.2 Facultatea	Știința și Ingineria Materialelor
1.3 Departamentul	Ingineria Materialelor și Securitate Industrială
1.4 Domeniul de studii	Ingineria Materialelor
1.5 Ciclul de studii <sup>1</sup>	Master
1.6 Programul de studii	Materiale Avansate și Tehnici de Analiză Experimentală

**2. Date despre disciplină**

2.1 Denumirea disciplinei/Cod	Superaliaje/ 1MATAE DA 01						
2.2 Titularul activităților de curs	Prof.dr.ing. Leandru Gheorghe BUJOREANU						
2.3 Titularul activităților de aplicații	Asist.dr.ing. Elena MIHALACHE						
2.4 Anul de studii <sup>2</sup>	1	2.5 Semestrul <sup>3</sup>	1	2.6 Tipul de evaluare <sup>4</sup>	E	2.7 Tipul disciplinei <sup>5</sup>	DI

**3. Timpul total estimat al activităților zilnice (ore pe semestru)**

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care 3.2 curs	2	3.3a sem.		3.3b laborator	1	3.3c proiect	
3.4 Total ore din planul de învățământ <sup>6</sup>	42	din care 3.5 curs	28	3.6a sem.		3.6b laborator	14	3.6c proiect	
Distribuția fondului de timp <sup>7</sup>									Nr. ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe									28
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren									28
Pregătire teme									14
Tutoriat <sup>8</sup>									7
Examinări <sup>9</sup>									3
Alte activități: actualizare fișiere de prezentare cursuri, în format Power Point									28
3.7 Total ore studiu individual <sup>10</sup>	108								
3.8 Total ore pe semestru <sup>11</sup>	150								
3.9 Numărul de credite	6								

**4. Precondiții (acolo unde este cazul)**

4.1 de curriculum <sup>12</sup>	•
4.2 de competențe	•

**5. Condiții (acolo unde este cazul)**

5.1 de desfășurare a cursului <sup>13</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• videoproiector</li> <li>• ecran</li> <li>• laser pointer</li> </ul>
5.2 de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului <sup>14</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• microscop optic</li> <li>• computer</li> </ul>

**6. Competențele specifice acumulate<sup>15</sup>**

Număr de credite alocate disciplinei <sup>16</sup> :			<b>6</b>	Repartizare credite pe competențe <sup>17</sup>
Competențe profesionale	CP1	Utilizarea adecvată a conceptelor, teoriilor și a metodelor specifice ingineriei materialelor avansate, pe baza cunoștințelor din științele specifice ariei de specializare.		2
	CP2			
	CP3			
	CP4	Enunțarea conceptelor, teoriilor și metodelor specifice pentru evaluarea și soluționarea optimă a problemelor tehnice în ingineria materialelor avansate		2
	CP5			
	CP6			
	CPS1			
Competențe transversale	CT1	Aplicarea valorilor și eticii profesiei de inginer și executarea responsabilă a sarcinilor profesionale în condiții de autonomie și independență profesională. Promovarea raționamentului logic, convergent și divergent, a aplicabilității practice, a evaluării și autoevaluării, în luarea deciziilor		2
	CT2			

	CT3		
	CTS		

### 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prezentarea structurii, proprietăților, aplicațiilor și principalelor metode de prelucrare a superaliajelor</li> </ul>
7.2 Obiective specifice	<p>Transmiterea unor informații practice referitoare la</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>producerea</li> <li>prelucrarea</li> <li>studiul de laborator</li> <li>exploatarea superaliajelor</li> </ul>

### 8. Conținuturi

8.1 Curs <sup>18</sup>	Metode de predare <sup>19</sup>	Observații
1. CARACTERIZAREA GENERALĂ A SUPERALIAJELOR		2 ore
1.1 Definiția superaliajelor		
1.2 Mecanisme caracteristice		
1.2.1 Ruperea prin fluaj/tensiune		
1.2.2 Instabilitățile metalurgice		
1.2.3 Mecanisme de durificare		
1.3 Clasificarea superaliajelor		
1.3.1 Superaliaje pe bază de fier		
1.3.2 Superaliaje pe bază de nichel		
1.3.3 Superaliaje durificate prin dispersie de oxizi		
2. MICROSTRUCTURA SUPERALIAJELOR		2 ore
2.1 Faze și structuri ale superaliajelor		
2.2 Evoluția microstructurii		
2.3 Efectele microstructurii anterioare asupra proprietăților		
2.4 Efecte de prelucrare		
3. PROPRIETĂȚILE SUPERALIAJELOR		2 ore
3.1 Proprietăți fizice		
3.2 Proprietăți mecanice		
3.2.1 Proprietăți la tracțiune		
3.2.2 Ruperea prin fluaj/ tensiune		
3.2.3 Rezistența la oboseală		
3.2.4 Rezistența la coroziune/oxidare		
4. METALURGIA FIZICĂ A SUPERALIAJELOR PE BAZĂ DE NICHEL		8 ore
4.1 Relația compoziție-microstructură la superaliajele pe bază de nichel		
4.1.1 Faza CFC		
4.1.2 Faza $\gamma'$		
4.1.3 Alte faze		
4.2 Defecte în nichel și superaliajele pe bază de nichel		
4.2.1 Defecte în faza $\gamma$		
4.2.2 Defecte în faza $\gamma'$		
4.3 Efecte durificatoare în superaliajele pe bază de nichel		
4.3.1 Durificarea prin particule de fază $\gamma'$		
4.3.2 Dependenta durificării de temperatură la superaliajele pe bază de nichel		
4.3.3 Efecte anormale de curgere la superaliajele pe bază de nichel durificate prin precipitarea de fază $\gamma'$		
4.4 Comportarea la fluaj a superaliajelor pe bază de nichel		
4.4.1 Comportarea la fluaj a nichelului		
4.4.2 Durificarea la fluaj a superaliajelor pe bază de nichel durificate prin alierea soluției solide		
4.4.3 Durificarea la fluaj a superaliajelor pe bază de nichel durificate prin călirea de punere în soluție urmată de precipitare		
5. APLICAȚIILE SUPERALIAJELOR		12 ore
5.1 Aplicații tip disc de turbină pentru temperaturi ridicate		
5.1.1 Prelucrarea discurilor de turbină		
5.1.2 Compoziția, microstructura și proprietățile discurilor de turbină		
5.2 Aplicații tip arzător		
5.3 Aplicații tip lame de turbine		
5.4 Aplicații criogenice		
5.5 Aplicații aerospațiale		
5.6 Aplicații tip motoare cu reacție		
5.7. Superaliaje monocristaline pentru lame de turbine	prezentare la tablă a problematicei studiate, utilizare videoprojector	

5.7.1 Prelucrarea lamelor de turbină prin turnare cu model fuzibil 5.7.1.1 Practica turnării cu model fuzibil: solidificarea direcțională 5.7.1.2 Analiza transferului de căldură în timpul solidificării direcționale 5.7.1.3 Formarea defectelor în timpul solidificării direcționale 5.7.1.4 Influența condițiilor de prelucrare asupra dimensiunii structurii dendritice 5.7.2 Optimizarea chimiei superaliajelor monocristaline 5.7.3. Comportarea mecanică a superaliajelor monocristaline 5.7.3.1 Comportarea la fluaj 5.7.3.2 Comportarea la oboseală 5.7.4 Proiectarea mărimii și formei lamelor de turbină 5.7.5.1 Estimarea lungimii lamelor de turbină 5.7.5.2 Alegerea razei medii a lamelor de turbină 5.7.5.3 Estimarea unghiului de ieșire din secțiunea transversală a lamelor de turbine 5.8 Turbine de gaz pentru utilități 6 ROLUL ACOPERIRILOR ÎN PROTECȚIA SUPERALIAJELOR 6.1 Procesul de depunere a straturilor pe superaliaje 6.1.1 Depunerea fizică de vapori cu fascicul de electroni 6.1.2 Pulverizarea prin plasmă 6.1.3 Tratamentele termochimice în mediu solid și metodele de depunere de vapori 6.2 Învelișuri tip bariere termice (TBC) 6.2.1 Cuantificarea efectului de izolare 6.2.2 Alegere stratului ceramic pentru TBC 6.2.3 Factori care controlează conductivitatea termică a stratului ceramic 6.3 Straturi suprapuse 6.3.1 Comportarea la oxidare straturilor suprapuse pe bază de Ni 6.3.2 Proprietățile mecanice ale superaliajelor învelite cu straturi suprapuse 6.4 Straturi de difuzie		2 ore
Bibliografie curs: 1. Elihu F. Bradley, Superalloys. A Technical Guide, ASM International, 1988 2. Roger C. Reed, The Superalloys. Fundamentals and Applications, Cambridge University Press, 2006, <a href="http://www.cambridge.org/9780521859042">www.cambridge.org/9780521859042</a> 3. H. K. D. H. Bhadeshia, Nickel Based Superalloys, <a href="http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/2003/Superalloys/superalloys.html">http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/2003/Superalloys/superalloys.html</a> 4. L.G.Bujoreanu, E.Mihalache, Speraliaje. Note de curs. Ediția 2, <a href="http://www.sim.tuiasi.ro/wp-content/uploads/L.G.Bujoreanu-SUPERALIAJE-Note-de-curs.pdf">http://www.sim.tuiasi.ro/wp-content/uploads/L.G.Bujoreanu-SUPERALIAJE-Note-de-curs.pdf</a>		
8.2a Seminar	Metode de predare <sup>20</sup>	Observații
8.2b Laborator	Metode de predare <sup>21</sup>	Observații
1. Prezentarea generală a laboratorului și a ciclului de lucrări 2. Analiza structurală microscopică a superaliajului AMS- 6265 pe bază de fier utilizat în industria aeronautică 3. Analiza structurală microscopică a superaliajului AMS- 6414H pe bază de fier utilizat în industria aeronautică 4. Microstructura metalografică a superaliajelor PERMALLOY 5. Analiza structurală microscopică a superaliajului AMS-5659K pe bază de fier utilizat în industria aeronautică 6. Analiza superaliajelor prin difracție de raze X 7. Recuperări și definitivarea situației	Demonstrație practică, experimente de analiză structurală prin microscopie optică, exerciții practice de calculare a parametrilor rețelei cristaline	
8.2c Proiect	Metode de predare <sup>22</sup>	Observații
Bibliografie aplicații (seminar / laborator / proiect):		

### 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului<sup>23</sup>

Complexitatea fenomenelor care apar în superaliaje și multitudinea metodelor de control al proprietăților acestora recomandă această disciplină pentru studiul și cercetarea materialelor avansate. Cunoștințele oferite de disciplină asigură baza teoretică necesară conceperii, producerii și exploatării de noi materiale metalice destinate funcționării la temperaturi ridicate.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare		10.3 Pondere din nota finală
10.4a Examen	• Cunoștințe teoretice și	Teste pe parcurs <sup>24</sup> :	%	60 % (minim)

	practice însușite (cantitatea, corectitudinea, acuratețea)	Teme de casă: 1	%	5)
		Alte activități <sup>25</sup> :	%	
		Evaluare finală: examen	100 %	
10.4b Seminar	• Frecvența/relevanța intervențiilor sau răspunsurilor	Evidența intervențiilor, portofoliu de lucrări (referate, sinteze științifice)		% (minim 5)
10.4c Laborator	• Cunoașterea aparaturii, a modului de utilizare a instrumentelor specifice; evaluarea unor instrumente sau realizări, prelucrarea și interpretarea unor rezultate	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chestionar scris</li> <li>• Răspuns oral</li> <li>• Caiet de laborator (lucrări experimentale, referate)</li> <li>• Demonstrație practică</li> </ul>		40% (minim 5)
10.4d Proiect	• Calitatea proiectului realizat, corectitudinea documentației proiectului, justificarea soluțiilor alese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoevaluarea, prezentarea și/sau susținerea proiectului</li> <li>• Evaluarea critică a unui proiect</li> </ul>		% (minim 5)
10.5 Standard minim de performanță <sup>26</sup>				

Data completării,

Semnătura titularului de curs,

Semnătura titularului de aplicații,

.....

.....

.....

Data avizării în departament,

Director departament,

.....

.....

<sup>1</sup> Licență / Master

<sup>2</sup> 1-4 pentru licență, 1-2 pentru master

<sup>3</sup> 1-8 pentru licență, 1-3 pentru master

<sup>4</sup> Examen, colocviu sau A/R – din planul de învățământ

<sup>5</sup> DF - disciplină fundamentală, DID - disciplină în domeniu, DS – disciplină de specialitate sau DC - disciplină complementară - din planul de învățământ

<sup>6</sup> Este egal cu 14 săptămâni x numărul de ore de la punctul 3.1 (similar pentru 3.5, 3.6abc)

<sup>7</sup> Liniile de mai jos se referă la studiul individual; totalul se completează la punctul 3.7.

<sup>8</sup> Între 7 și 14 ore

<sup>9</sup> Între 2 și 6 ore

<sup>10</sup> Suma valorilor de pe liniile anterioare, care se referă la studiul individual.

<sup>11</sup> Suma dintre numărul de ore de activitate didactică directă (3.4) și numărul de ore de studiu individual (3.7); trebuie să fie egală cu numărul de credite alocate disciplinei (punctul 3.9) x 24 de ore pe credit.

<sup>12</sup> Se menționează disciplinele obligatorii a fi promovate anterior sau echivalente

<sup>13</sup> Tablă, videoproiector, flipchart, materiale didactice specifice etc.

<sup>14</sup> Tehnică de calcul, pachete software, standuri experimentale, etc.

<sup>15</sup> Competențele din Grilele G1 și G1bis ale programului de studii, adaptate la specificul disciplinei, pentru care se repartizează credite ([www.rncis.ro](http://www.rncis.ro) sau site-ul facultății)

<sup>16</sup> Din planul de învățământ

<sup>17</sup> Creditele alocate disciplinei se distribuie pe competențe profesionale și transversale în funcție de specificul disciplinei

<sup>18</sup> Titluri de capitole și paragrafe

<sup>19</sup> Expunere, prelegere, prezentare la tablă a problematicii studiate, utilizare videoproiector, discuții cu studenții (pentru fiecare capitol, dacă este cazul)

<sup>20</sup> Discuții, dezbateri, prezentare și/sau analiză de lucrări, rezolvare de exerciții și probleme

<sup>21</sup> Demonstrație practică, exercițiu, experiment

<sup>22</sup> Studiu de caz, demonstrație, exercițiu, analiza erorilor etc.

<sup>23</sup> Legătura cu alte discipline, utilitatea disciplinei pe piața muncii

<sup>24</sup> Se vor preciza numărul de teste și săptămânile în care vor fi susținute.

<sup>25</sup> Cercuri științifice, concursuri profesionale etc.

<sup>26</sup> Se particularizează la specificul disciplinei standardul minim de performanță din grila de competențe a programului de studii, dacă este cazul.