



Digitally signed by  
Library UTM  
Reason: I attest to the  
accuracy and integrity  
of this document

**Universitatea Tehnică a Moldovei**

---

**Facultatea „Inginerie și Management în Construcția  
de Mașini”**

**Catedra „Teoria Mecanismelor și Organe de Mașini”**

# **TEORIA MECANISMELOR ȘI MAȘINILOR**

**Îndrumar de proiectare**

**Chișinău  
U.T.M.  
2009**

**CZU 621.01(075.6)**

**M11**

Prezentul îndrumar de proiectare este destinat studenților cu forma de studii la zi și cu frecvență redusă al FIMCM și FIMM, pentru studiul cursului „Teoria Mecanismelor și Mașinilor” și efectuarea proiectului de an (lucrării de an).

Au elaborat: dr. conf. univ., **Macarișin Sergiu**

dr. conf. univ. **Sochireanu Anatol**

lect. asist., **Malcoci Iulian**

Redactor responsabil: conf. univ. dr. hab., **Valeriu Dulgheru**

**DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII**

**Macarișin, Sergiu**

Teoria mecanismelor și mașinilor: Îndrumar de proiectare / Sergiu Macarișin, Anatol Sochireanu, Iulian Malcoci; red. resp.: Valeriu Dulgheru; Univ. Tehn. a Moldovei, catedra „Teoria Mecanismelor și Organe de Mașini”, Fac. „Inginerie și Management în Construcția de Mașini”. – Ch.: UTM, 2009 –

Bibliogr.: p. 193 (17 tit.) – 300 ex.

ISBN 978-9975-45-124-6

621.01(075.6)

M11

ISBN 978-9975-45-124-6

© UTM, 2009

## 1. INTRODUCERE

TEORIA MECANISMELOR și a MAȘINILOR: Această disciplină studiază cele mai răspândite mecanisme în practica construcției de mașini, în scopul cunoașterii structurii cinematice a clasificării mecanismelor după gradul de mobilitate, familia și structura mecanismelor (plane sau spațiale). Un alt obiect de studiu al TMM este dinamica mecanismelor și a mașinilor, în care se studiază forțele motoare, forțele de rezistență și forțele de inerție, care apar în diferite elemente ale mecanismelor. Ele sunt necesare pentru a putea obține caracteristicile mecanice ale mașinilor ca în final să se efectueze echilibrarea mașinilor.

Dezvoltarea științei și tehnicii moderne, a construcției de mașini în special, este legată de cercetarea – fundamentală și aplicată – a mecanismelor, ca părți constructive ale acestora.

Proiectarea unei mașini este un proces complex care în linii mari, începe cu alcătuirea schemelor structurale și cinematice, urmată de analiza mișcărilor și forțelor dezvoltate. Continuă cu alegerea materialelor din considerente tehnologice și economice, cu dimensionarea elementelor componente. Analiza performanțelor dinamice ale mașinii în ansamblu poate reclama reluarea proiectării în scopul redistribuirii maselor, a realizării unor solicitări dinamice mai reduse, a micșorării cheltuielilor de fabricație și exploatare etc.

Astfel disciplina TEORIA MECANISMELOR și a MAȘINILOR se bazează pe noțiuni de cultură tehnică generale abordate în cadrul disciplinelor de *Mecanică Teoretică*, *Matematici Aplicate*, *Desen Tehnic*, *Studiul Materialelor* etc. și furnizează informații necesare proiectării, înțelegerii funcționării și exploatării corecte a oricărui sistem mecanic mobil cu aplicații în tehnică sau domenii, care utilizează principiile mecanicii aplicate.

În ingineria mecanică, atât pentru activitatea de proiectare cât și pentru cea de exploatare, se folosesc noțiuni specifice, precum:

- organ de mașină – *organele de mașini* sunt piese sau grupuri de piese, care formează părți constitutive ale mecanismelor, mașinilor și, în general, ale utilajelor;

- dispozitiv – *dispozitivul* reprezintă o grupare restrânsă de organe de mașini, având un rol independent bine determinat, a cărui utilizare nu implică mișcări relative ale pieselor componente;

- mecanism – *mecanismul* reprezintă un sistem mecanic mobil, construit dintr-o formație de organe de mașini sau de piese, realizat în scopul executării unei operații tehnologice sau pentru transmiterea mișcării și a energiei;

- mașină – prin *mașină* se înțelege un sistem tehnic, alcătuit din elemente care au anumite mișcări determinate, și realizat în scopul transformării unei energii dintr-o formă în alta sau modificării parametrilor de stare, formă sau poziție ai unui material sau obiect;

- agregat – prin *agregat* se înțelege o grupare de mașini care lucrează în comun pentru efectuarea unei operații tehnologice sau lucrări;

## 4 Teoria Mecanismelor și Mașinilor – Îndrumar de proiectare

- instalație – *instalația* reprezintă o grupare funcțională mai amplă de construcții, mașini, aparate, instrumente și accesorii, care funcționează în comun pentru realizarea aceluiași scop final, care poate consta fie în îndeplinirea unui proces de producție, fie în efectuarea unor cercetări experimentale cu caracter științific.

Aprecierile cantitative din punct de vedere, mecanic cu privire la o mașină de lucru, necesare atât în faza de proiectare, cât și în faza de exploatare, se realizează cu ajutorul caracteristicilor mecanice. Cele mai importante caracteristici sunt:

- **cinematice:** 1) poziții sau deplasări – liniare (de translație) sau unghiulare (de rotație);

2) viteze – liniare sau unghiulare;

3) accelerații – liniare sau unghiulare.

- **inerțiale:** 1) masa (cantitatea de substanță dintr-un element cinematic);

2) momentul de inerție (distribuția de substanță dintr-un element cinematic solid).

- **cinetice:** 1) impulsul și 2) momentul cinetic.

- **dinamice:** 1) vectoriale (forța și momentul forței) și 2) scalare (lucrul și puterea mecanică).

Parametrii funcționali prezintă interes, în primul rând, pentru cel ce beneficiază de serviciile mașinii, proiectantul fiind nevoit să pornească de la acești parametri în definitivarea unei soluții constructive a mașinii. În mod invers, prin analiza funcționării unei mașini se determină parametrii funcționali ai acesteia. Analizele, care se fac în mod obișnuit asupra funcționării unui mecanism dintr-o mașină de lucru, sunt:

- **analiza structurală:** tratează formarea mecanismului și îl încadrează în categorii prestabilite, pentru care sunt elaborate metode de sinteză și analiză comune. În cadrul acestei analize se evaluează gradul de mobilitate al mecanismului, se aleg parametrii geometrici independenți ai cuplelor sau ale elementelor cinematice conducătoare și se face o clasificare a mecanismului funcție de grupele structurale în care poate fi descompus;

- **analiza cinematică:** tratează problematica determinării pozițiilor, vitezelor și accelerațiilor elementelor mecanismului fără a ține cont de caracteristicile mecanice dinamice, analiza efectuându-se doar pe baza cunoașterii legii de mișcare a elementului conducător și a unor considerații geometrice. În cadrul acestei analize se studiază mișcarea în timp a elementelor mecanismului fără a lua în considerare cauzele mișcării, respectiv, fără a se stabili legătura dintre sistemul de forțe, care acționează asupra mecanismului, și caracteristicile mișcării acestuia;

- **analiza dinamică:** determină caracteristicile mecanice ale mișcării unui mecanism, luând în considerare caracteristicile dinamice care acționează asupra acestuia. În cadrul acestei analize sunt utilizate teoremele fundamentale ale dinamicii sistemelor mecanice de solide rigide. Una din problemele

fundamentale, care se rezolvă cu ajutorul acestei analize, constituie determinarea corectă a legilor de mișcare a elementelor conducătoare ale mecanismului de baza, cunoașterea caracteristicilor mecanice dinamice vectoriale care acționează asupra mecanismului. Problemele dinamice care se rezolvă în cadrul acestei analize sunt de tip fundamental, cerându-se a se determina toate caracteristicile mișcării elementelor, forțele și momentele de legătură dintre elemente pe baza cunoașterii tuturor sollicitărilor dinamice active, exterioare și interioare, care acționează asupra mecanismului.

Studiul mecanismelor din acest curs se face pentru cele trei mari categorii de mecanisme care se întâlnesc frecvent în practică: **mecanismele cu cuple inferioare și superioare frecvent utilizate, mecanisme cu came și mecanisme cu roți dințate**. Fiecare dintre aceste categorii de mecanisme prezintă o mare varietate de tipuri structurale, pentru care sunt elaborate metode de sinteză și analiză specifice fiecărei categorii și anumitor clase de mecanisme.

Pentru inginerii tehnologi și de exploatare sunt necesare, în mai mare măsură, cunoștințele de analiză a funcționării mecanismelor. Astfel, metodele de sinteză prezentate în lucrare au un caracter atât informativ cât și aplicativ.

Acest curs prevede efectuarea proiectului de an (3 coli A1 + Memoriu de calcul) sau lucrare de an (2 coli A1 + Memoriu de calcul) de către studenții diferitor specialități de la secția zi și f/f.

Memoriul de calcul va fi întocmit pe coli format A4 cu chenar și indicator.

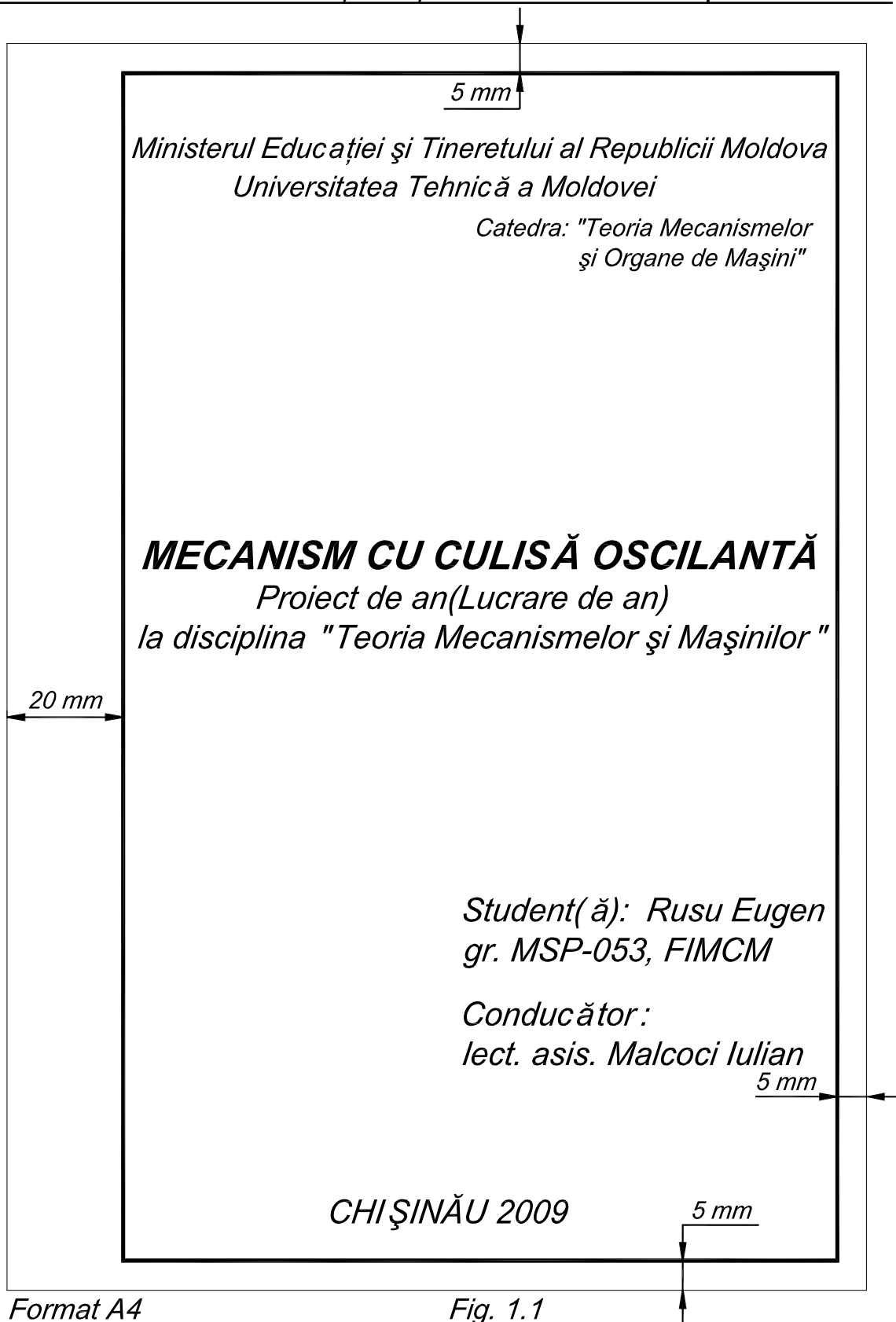
Foaia de titlu se va efectua ca în fig.1.1. Prima foaie a memoriului explicativ va fi întocmită cu chenar și inscripția principală (indicatorul după forma 2) ca în fig.1.2, iar colile următoare cu chenar și inscripția principală (indicator după forma 2a) ca în fig.1.3 conform GOST-ului 2.104-68.

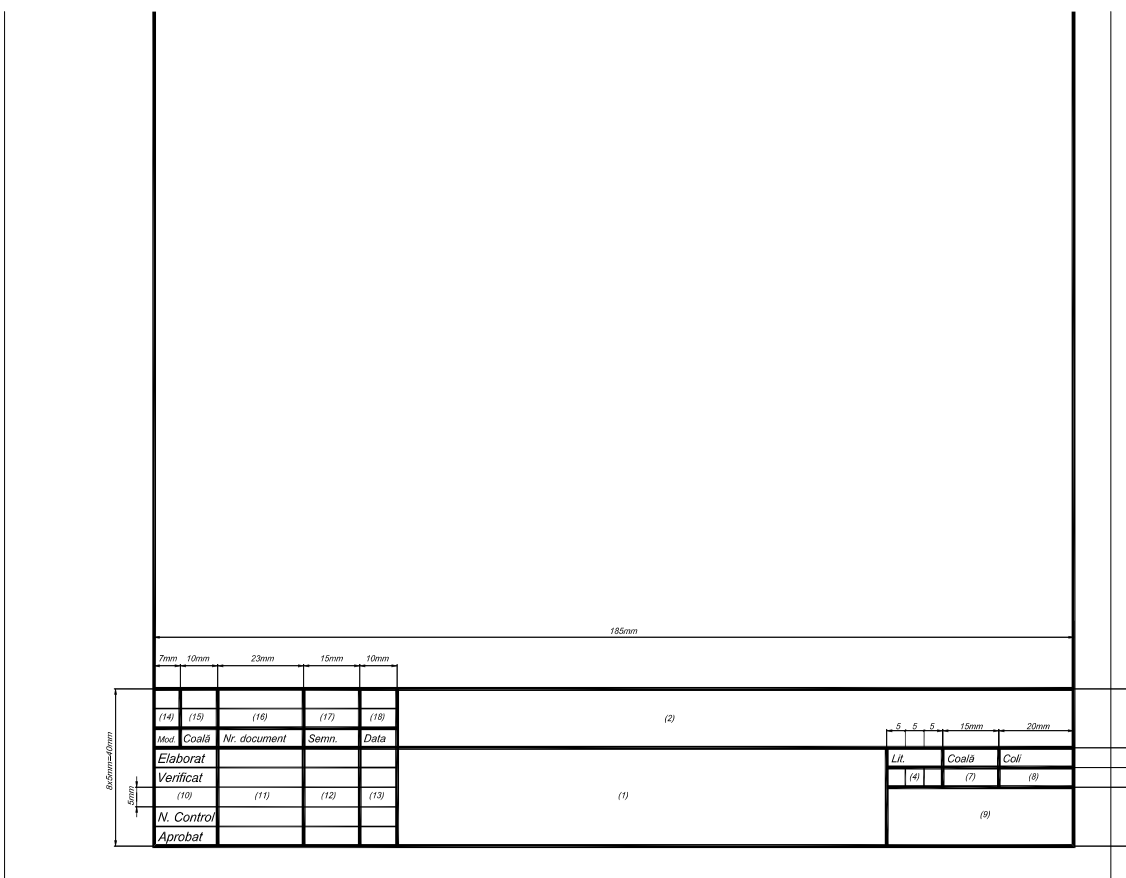
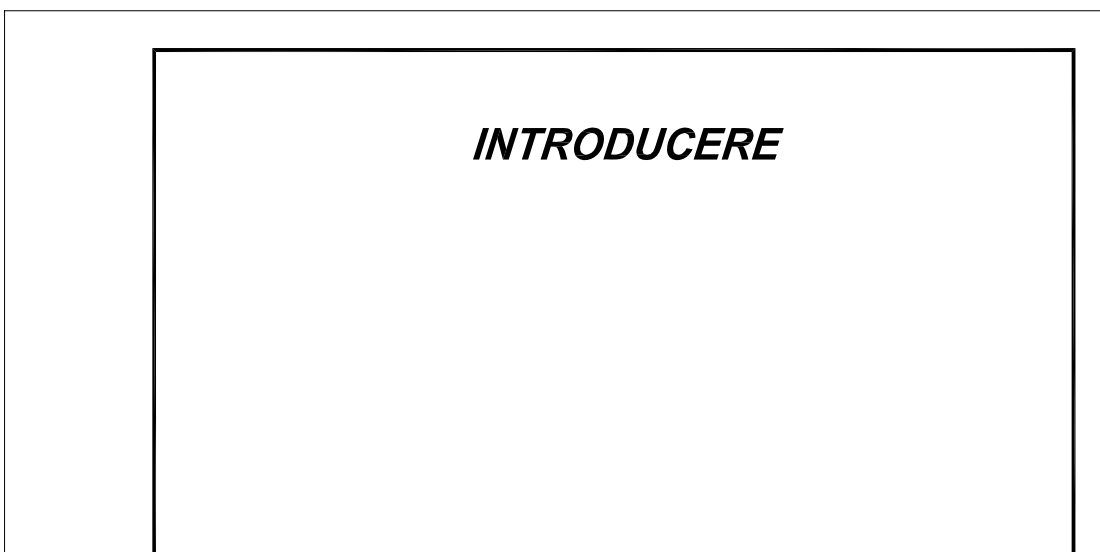
### Formatele conform GOST 2.301-68

Se numește format de desen dimensiunea documentului de proiectare. De regulă, după dimensiuni coala de hârtie este mai mare decât documentul de proiectare. GOST-ul 2.301-68 stabilește șase formate principale și un șir de formate suplimentare. Dimensiunile și notațiile formatelor principale sunt date în Tab. 1.1.

Tabelul 1.1 – Formate

Notația Formatului	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Dimensiunile formatului, [mm]	841× ×1189	594× ×841	420× ×594	297× ×420	210× ×297	148× ×210

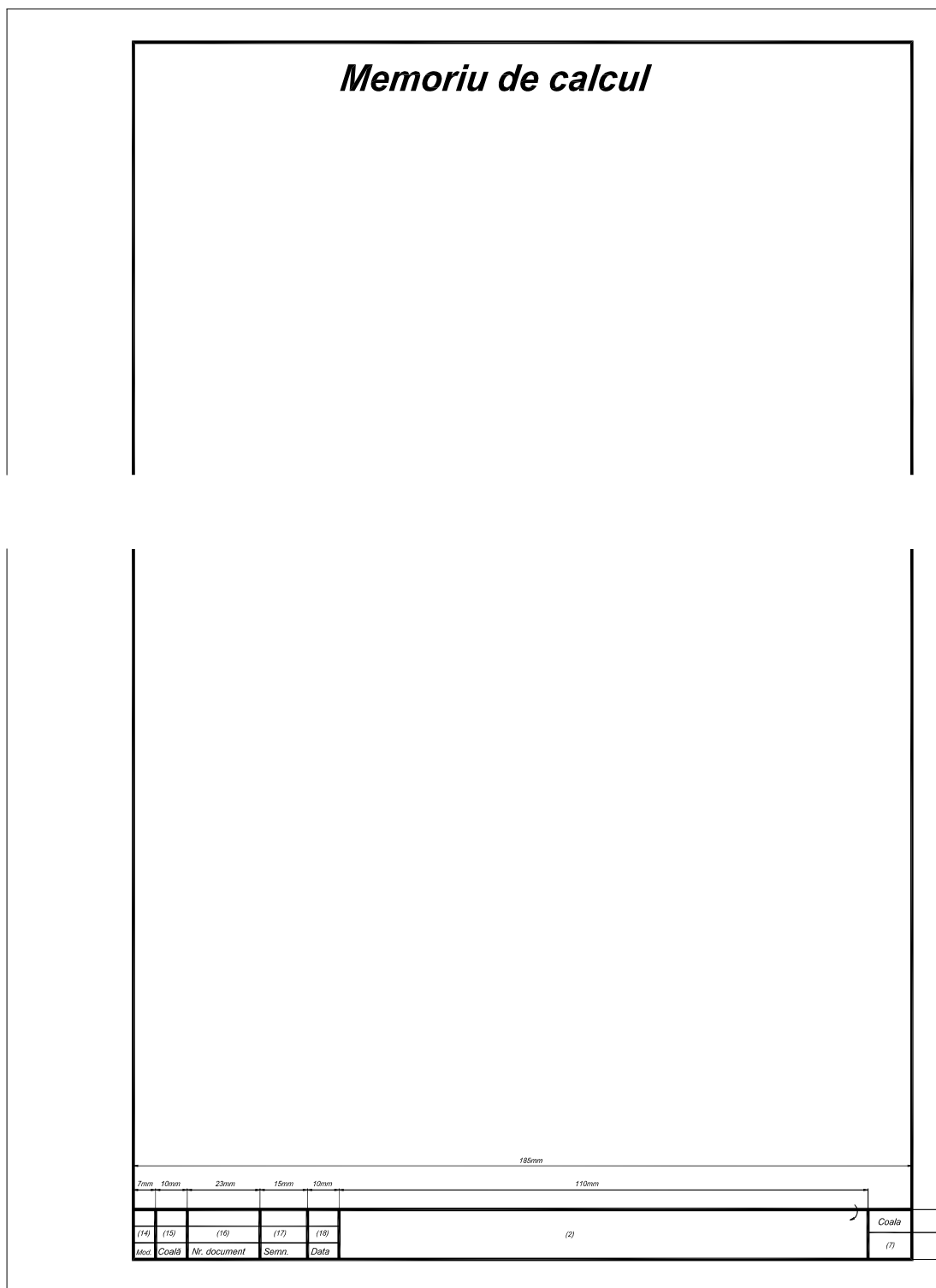




Format A4

Fig. 1.2

Coala 1 „INTRODUCERE” va conține date generale despre obiectul de studiu al disciplinei „TEORIA MECANISMELOR ȘI MAȘINILOR”, cu chenarul conform formei 2, după cum este arătat în fig.1.2.



Format A4

Fig. 1.3

Coala 2 „Memoriu de calcul” va cuprinde toate calculele necesare pentru efectuarea proiectului de an (conținutul, formule, datele problemei, scheme și figuri). Începând cu coala 2 se va folosi chenarul după forma 2a după cum este arătat în fig. 1.3.



În condițiile de studiu se completează următoarele rubrici ale inscripției principale pe prima și pe filele ulterioare conform GOST 2.104-68.

*Rubrica (1)* – Denumirea articolului (unității de asamblare).

*Rubrica (2)* – Notăția documentului după GOST-ul 2.201-80. „SUDP. Notăția articolelor și documentelor de proiectare” (în condiții de studiu – notația stabilită la catedră).

*Rubrica (7)* – Numărul de ordine al filei din lucrarea grafo-analitică.

*Rubrica (8)* – Numărul total de file din lucrarea grafo-analitică.

*Rubrica (9)* – Denumirea instituției de învățământ și Nr. grupei.

*Rubrica (10)* – Caracterul lucrului efectuat ale persoanelor, care au semnat documentul.

*Rubrica (11)* – Numele de familie ale persoanelor, care au semnat documentul.

*Rubrica (12)* – Semnăturile persoanelor, numele de familie ale cărora sunt în rubrica 11.

Mai amănunțit despre completarea indicatorului în condițiile de producție v. în GOST 2.109-73.

Rezolvarea oricărei probleme va începe pe filă nouă (format A4) cu: transcrierea din sarcina primită de student, a conținutului problemei, întocmirea schemei de calcul cu indicarea tuturor forțelor și momentelor care acționează asupra elementelor. În caz de necesitate schema de calcul va fi însoțită de explicațiile necesare sau și de figuri suplimentare.

Schițele, secțiunile și desenele de calcul sunt efectuate în creion sau la calculator cu respectarea cerințelor standardelor referitor la întocmirea desenelor. Dimensiunile de pe schemele de calcul trebuie să corespundă celor din relațiile de calcul.

La rezolvarea problemei trebuie respectați pașii și restricțiile necesare, care stau la baza rezolvării, mai apoi se efectuează calculul propriu-zis. Este necesară simbolizarea parametrilor în conformitate cu standardele în vigoare. Calculele sunt efectuate în consecutivitatea stabilită cu argumentare teoretică și sunt însoțite de explicațiile necesare, dacă este cazul. Toate calculele din lucrare sunt elaborate în sistemul ISO. Parametrii calculați sunt expuși cu indicarea unităților de măsură corespunzătoare.

Pentru a putea studia mărimile fizice în tehnică s-au stabilit diferite procedee de măsurare și s-au fixat o serie de unități de măsură. Deoarece între mărimile fizice există o serie de relații se poate alege un număr restrâns de mărimi fizice independente numite *mărimi fundamentale*, în funcție de care se pot exprima celelalte mărimi, numite *mărimi derivate*.

Unitățile de măsură ale acestor două categorii de mărimi se numesc *unități de măsură fundamentale* și *unități derivate*. În tehnică sunt întâlnite curent două sisteme de unități de măsură: *sistemul fizic*, având ca mărimi fundamentale lungimea, timpul și masa și *sistemul tehnic*, având ca mărimi fundamentale lungimea, timpul și forța.

## 10 Teoria Mecanismelor și Mașinilor – Îndrumar de proiectare

Standardul SM ISO 31-0:2003, prevede 7 unități fundamentale: *metrul* (m) pentru lungime, *kilogramul* (kg) pentru masă, *secunda* (s) pentru timp, *amperul* (A) pentru intensitatea curentului electric, *kelvinul* (K) pentru temperatura termodinamică, *candela* (cd) pentru intensitatea luminoasă, *molul* (mol) pentru cantitatea de substanță.

Mărimile utilizate în mecanică sunt:

- *metrul*, este lungimea drumului parcurs de lumină, în vid, într-un interval de timp de  $1/299792458$  dintr-o secundă;

- *kilogramul*, este masa prototipului internațional de platină iradiată, adoptat în anul 1889 de Conferința Generală de Măsuri și Greutăți și păstrat la Sèvres în Franța;

- *secunda*, este durata de 9192631770 perioade ale radiației corespunzătoare tranziției între cele două nivele hiperfine ale stării fundamentale ale atomului de cesiu 133.

Principalele unități derivate sunt:

- unitatea de forță, care este *newtonul* (N) și reprezintă forța care comunică unei mase de 1kg o accelerație de  $1\text{m/s}^2$ ; ( $1\text{N}=1\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$ )

- unitatea de putere, care este *wattul* (W) și reprezintă lucrul mecanic de 1J efectuat într-o secundă; ( $1\text{W} = 1\text{J/s}$ )

- unitatea pentru presiune este *pascalul* (Pa), care reprezintă presiunea exercitată de 1N pe  $1\text{m}^2$ . ( $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ )

În unele cazuri în literatura tehnică presiunea este data și în *atmosfera*:

$$1\text{atm} = 10^5\text{Pa} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^{-1} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}.$$

În unele țări se mai utilizează și sistemul tehnic (m, kg, s) care se consideră tolerat. În acest sistem unitatea de măsură pentru forță este kilogramul-forță, care reprezintă greutatea prototipului internațional de platină iradiată de la Sèvres măsurată în vid cu o accelerație de  $9,81\text{m/s}^2$ .

Legătura între kilogramul-forță și newton se stabilește foarte ușor scriind expresia greutății:

$$G=mg,$$

$$1\text{kgf} = 1\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 9,81\text{N},$$

deci

$$1\text{kgf} = 9,81\text{N}.$$

Unitățile derivate se pot exprima prin relații matematice simple cu ajutorul unităților fundamentale. O asemenea relație se numește *ecuația de dimensiuni* a mărimii respective.

Ecuația de dimensiuni a unei mărimi derivate D are următoarea formă în sistemul SI:

$$[D] = L^\alpha \cdot M^\beta \cdot T^\gamma \dots,$$

unde  $\alpha, \beta, \gamma$  pot fi numere pozitive, negative, întregi, fracționare sau nule. De exemplu:

aria	$[A] = L^2$
viteza	$[v] = LT^{-1}$
acelerația	$[a] = LT^{-2}$
forța	$[F] = MLT^{-2}$
lucrul mecanic	$[L] = ML^2T^{-2}$
puterea	$[P] = ML^2T^{-3}$

Ecuțiile de dimensiuni joacă un rol important când în calcule se trece de la un sistem de unități de măsură la altul. Conform *principiului omogenității* două mărimi fizice pot fi egale cu condiția să aibă aceeași ecuație de dimensiuni. Aplicarea acestui principiu permite verificarea unor formule, determinarea naturii unor mărimi, stabilirea de noi formule etc.

Principalele mărimi mecanice și geometrice utilizate în mecanică sunt date în Tab. 1.2.

Tabelul 1.2 - Principalele mărimi mecanice și geometrice

Mărimea	Notare	Ecuția de definiție	Dimensiuni în sistemul SI	Unitatea de măsură în sistemul SI
Lungimea	$l$	-	L	m
Masa	$m$	-	M	kg
Timpul	$t$	-	T	s
Aria	$A$	$A=l^2$	$L^2$	$m^2$
Volumul	$V$	$V=l^3$	$L^3$	$m^3$
Unghiul (plan)	$\alpha$	$\alpha=l/R$	-	rad
Viteza liniară	$v$	$\vec{v} = \dot{r}$	$LT^{-1}$	m/s
Acelerația	$a$	$\vec{a} = \ddot{r}$	$LT^{-2}$	$m/s^2$
Viteza unghiulară	$\omega$	$\omega = \dot{\theta}$	$T^{-1}$	rad/s
Acelerația unghiulară	$\varepsilon$	$\varepsilon = \ddot{\theta}$	$T^{-2}$	$rad/s^2$
Forța	$F$	$\vec{F} = m\vec{a}$	$LMT^{-2}$	N
Momentul unei forțe	$M$	$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$	$L^2MT^{-2}$	Nm
Lucrul mecanic	$L$	$L = \vec{F} \cdot \vec{l}$	$L^2MT^{-2}$	J

## 12 Teoria Mecanismelor și Mașinilor – Îndrumar de proiectare

Continuare Tabelul 1.2 – Principalele mărimi mecanice și geometrice

Mărimea	Notare	Ecuția de definiție	Dimensiuni în sistemul SI	Unitatea de măsură în sistemul SI
Puterea	$P$	$P=L/t$	$L^2MT^{-3}$	W
Momentul de inerție	$J$	$J = \sum m_i l_i^2$	$L^2M$	$kg \cdot m^2$
Impulsul	$H$	$\bar{H} = m\bar{v}$	$LMT^{-1}$	$kg \cdot m/s$
Momentul cinetic	$K$	$\bar{K} = \bar{r} \times \bar{H}$	$L^2MT^{-1}$	$kg \cdot m^2/s$
Energia cinetică	$E$	$E=mv^2/2$	$L^2MT^{-2}$	J
Masa specifică (densitate)	$\rho$	$\rho=m/V$	$L^{-3}M$	$kg/m^3$
Greutatea specifică	$\gamma$	$\gamma=G/V$	$L^{-2}MT^{-2}$	$N/m^3$
Perioada	$T$	$T=2\pi/\omega$	T	s
Frecvența	$f$	$f=1/T$	$T^{-1}$	$s^{-1}$
Presiunea	$p$	$p=F/A$	$L^{-1}MT^{-2}$	Pa ( $N/m^2$ )

Toate calculele se execută cu precizia de 0,01, iar pentru unele cazuri 0,0001 și sunt însoțite de scheme de calcul, grafice și schițe (schema de calcul a reacțiunilor în reazeme, a barei la încovoiere, întindere-compresiune și răsucire, diagramele momentelor, planul vitezelor, etc.). Toate schemele se execută în creion.

Nu se permite folosirea în text a unui parametru neindicat pe schema de calcul. Executând calculul, se scrie relația de calcul de referință la sursa bibliografică cu indicarea paginii și tabelului, care conțin relațiile de calcul utilizate, tensiunile admisibile și alți parametri. Neapărat sub relație sunt descifrați termenii în ordinea în care ei sunt incluși în relația de calcul. De exemplu:

$$D_m = \sqrt[5]{\frac{4g \cdot I_v}{\pi \cdot \gamma \cdot \lambda \cdot \chi}} [m]$$

unde  $D_m$  este diametrul mediu al volantului,  $[m]$ ;  $g$  – accelerația gravitațională  $g=10 [m/s^2]$ ;  $\gamma$  - densitatea materialului: pentru fonte se poate adopta  $\gamma = 7,0 \cdot 10^4 [N/m^3] \dots 7,3 \cdot 10^4 [N/m^3]$  – sau  $\gamma = 7,8 \cdot 10^4 [N/m^3] \dots 8,0 \cdot 10^4 [N/m^3]$  – pentru oțeluri;  $I_V$  - momentul de inerție al volantului,  $[kg \cdot m^2]$ ;  $\lambda = \frac{b}{D_m} = 0,2 \dots 0,3$  și  $\chi = \frac{h}{D_m} = 0,12 \dots 0,16$  sunt coeficienți empirici apreciați din practica proiectării;  $b$  – lățimea obezii  $[m]$ ;  $h$  – grosimea obezii  $[m]$ .

Fiecare termen se descifrează în lucrare o singură dată – în locul unde pentru prima dată apare în text. În continuare termenii sunt înlocuiți prin valorile lor numerice în aceeași ordine cum ei sunt indicați în relațiile de calcul. Spre exemplu:

$$D_m = \sqrt[5]{\frac{4 \cdot 10 [m/s^2] \cdot 0,06 [kg \cdot m^2]}{3,14 \cdot 7,3 \cdot 10^4 [N/m^3] \cdot 0,2 \cdot 0,14}} \cong 0,2 [m].$$

Unitatea de măsură a unuia și aceluiași parametru în limitele lucrării trebuie să fie una și aceeași.

După controlul lucrării studentul este dator să corecteze toate greșelile indicate de către profesorul consultant și după aceasta să prezinte lucrarea din nou la control.

### Scările conform GOST 2.302-68

Se numește scară a desenului (coeficient de scară) raportul dintre dimensiunile liniare ale reprezentării obiectului pe desen și dimensiunile reale ale obiectului. Scara se alege în dependență de mărimea și complexitatea obiectului sau a părților lui componente precum și de tipul desenelor (v. Tab.1.3).

Tabelul 1.3 – Scări standardizate

Mărime naturală	1:1									
Scări de micșorare	1:2	1:2,5	1:4	1:5	1:10	1:15	1:20	1:25	1:40	1:50
Scări de mărire	2:1	2,5:1	4:1	5:1	10:1	-	20:1	-	40:1	50:1

## Cuprins

1. INTRODUCERE	3
2. SINTEZA CINEMATICĂ A MECANISMELOR PLANE	14
2.1 Parametrii de bază	14
2.2 Exemple de rezolvare a problemelor de sinteză a mecanismelor plane cu bare	15
3. STRUCTURA ȘI CLASIFICAREA MECANISMELOR	20
3.1 Cuplele și elementele cinematice	20
3.2 Clasificarea cuplelor cinematice	20
3.3 Lanțuri cinematice	23
3.4 Mobilitatea lanțurilor cinematice și a mecanismelor	24
3.5 Condiții de legătură și grade de libertate pasive	25
3.6 Clasificarea mecanismelor plane	27
4. ANALIZA CINEMATICĂ A MECANISMELOR PLANE CU BARE ARTICULATE	36
4.1 Studiul vectorial al vitezelor	36
4.2 Metode pentru determinarea distribuției de viteze	37
4.3 Studiul vectorial al accelerațiilor	48
4.4 Metode pentru determinarea distribuției de accelerații	49
4.5 Mecanismul cu culisă oscilantă (Șeping)	60
4.6 Metoda diagramelor cinematice	68
5. ELEMENTE DE DINAMICA MECANISMELOR ȘI MAȘINILOR	72
5.1 Noțiuni generale	72
5.2 Analiza dinamică al mișcării mașinii prin metoda grafo-analitică	73
5.3 Noțiuni generale privind teoria reglării mașinilor	79
6. ANALIZA CINETO-STATICĂ A MECANISMULUI	80
6.1 Noțiuni generale	80
6.2 Calculul sarcinilor inerțiale	81
6.3 Forțe de legătură	82
6.4 Analiza cineto-statică a mecanismelor cu metoda planelor	83
6.5 Pârghia lui Jukovski	92
7. SINTEZA CINEMATICĂ A MECANISMELOR PLANETARE	94
8. MECANISME CU CAME	109
8.1 Clasificarea mecanismelor cu came	109
8.2 Analiza cinematică a mecanismelor cu came	110
8.3 Legile de mișcare ale mecanismelor cu came	115
8.4 Unghiul de presiune și unghiul de transmitere a mișcării în mecanismul camă-tachet	121
8.5 Sinteză cinematică al mecanismelor camă-tachet	123
ANEXA 1 – Exemplu de realizare a lucrării de an	133
ANEXA 2 – Sarcini didactice	166
Bibliografie	193
Cuprins	194

**Bibliografie**

1. N.V. Alehnovich, *Teoria mehanizmov i mashin*, Izd. «Vysheishaia Shkola», Minsk, 1970, 251 p.
2. G.N. Divoino, *Kursovoie proiectirovanie po teorii mehanizmov i mashin*, Izd. «Vysheishaia Shkola», Minsk , 1986, 284 p.
3. M. Rădoi, E. Deciu, *Mecanica*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1993, ISBN 973-30-2917-3, 734 p.
4. E. Budescu, *Mecanisme*, Ed. TEHNOPRESS, Iași, 2004, ISBN 973-702-697-9, 137 p.
5. K.V. Frolov, i dr., *Teoria mehanizmov i mashin*, Izd. «Vyshaia shkola», Moskva, 1987, 495 p.
6. I. Th.. Artobolevskii, B.V.Edelishtein, *Sbornik zadach po teorii mehanizmov i mashin*, Izd. «Nauka», Moskva, 1973, 273 p.
7. S.N. Kochevnikov, Ia.I. Esipenko, *Mehanizmy*, Izd. «Mashinostroenie», Moskva, 1965, 1058 p.
- 8.I.I. Artobolevski, *Teoria mecanismelor și a mașinilor*, Publicație reprint după ediția Editurii Tehnice București, Ed. Știința, Chișinău, 1992, 607 p.
9. N.I. Manolescu ș.a., *Culegere de probleme din teoria mecanismelor și a mașinilor*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1963, Vol.1, 414 p.
10. GOST 2.301-68 „ESKD. Formaty”.
11. GOST 2.104-68 „ESKD. Osnovnyi nadpisi”.
12. GOST 2.201-80 „ESKD. Oboznachenie izdelii i konstruktornykh dokumentov”.
13. GOST 2.109-73 „ESKD. Osnovnye trebovania k chertejam”.
14. GOST 2.302-68 „ESKD. Mashtaby”.
15. SM ISO 31-0:2003 „Mărimi și unități”.
16. <http://window.edu.ru/>
17. <http://armies.biz/vertolet/ah1w.htm>