

CONTRIBUȚII PRIVIND SPORIREA EFICIENȚEI STUDIERII OBIECTULUI „GRAFICA INGINEREASCĂ”

CONTRIBUTIONS TO INCREASING THE EFFICIENCY OF STUDYING THE SUBJECT ”ENGINEERING GRAPHICS”

CZU 372.862

<https://doi.org/10.56329/1810-7087.22.2.08>

SERGIU DÎNTU, DOCTOR ÎN ȘTIINȚE
TEHNICE, CONFERENȚIAR UNIVERSITAR,
DECAN AL FACULTĂȚII INGINERIE MECANICĂ,
INDUSTRIALĂ ȘI TRANSPORTURI
[HTTPS://ORCID: 0000-0003-3482-9039](https://orcid.org/0000-0003-3482-9039)

ALEXEI BOTEZ, DOCTOR ÎN ȘTIINȚE
TEHNICE, CONFERENȚIAR UNIVERSITAR,
DEPARTAMENTUL INGINERIE MECANICĂ
[HTTPS://ORCID: 0000-0001-8357-076X](https://orcid.org/0000-0001-8357-076X)

ANGELA ȘULETEA,
LECTOR UNIVERSITAR,
DEPARTAMENTUL INGINERIE MECANICĂ
[HTTPS://ORCID: 0000-0002-8532-8632](https://orcid.org/0000-0002-8532-8632)

UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

ABSTRACT

The article approaches the problem of increasing the efficiency of studying the subject of *Engineering Graphics* within the limits of the hours stipulated in the curriculum. The transition to the widespread use of IT tools makes it necessary to combine the paper format with the electronic one. The student's task usually consists in creating flat drawings after intuitive axonometric drawings. Based on the experience in teaching the discipline, the authors considered opportune to use the spatial models of the individual task created by the students themselves. A staggered teaching method of 3D modeling was elaborated with the selection of a minimum set of commands necessary to realize the proposed model at each of the practical occupations. Students can see the relationship between real objects and their projections, get acquainted with spatial modeling and develop spatial imagination.

Keywords: *teaching material; graphic problems; Engineering graphics.*

REZUMAT

Articolul abordează problema sporirii eficienței studierii obiectului *Grafica inginerescă* în limita orelor prevăzute în curriculum. Trecerea la utilizarea largă a instrumentelor IT face necesară com-

binarea formatului hârtie cu cel electronic. Sarcina studentului, de regulă, constă în crearea unor desene plane care stau la baza documentației tehnice, după niște modele spațiale. Pornind de la experiența predării disciplinei, autorii au considerat mai utilă crearea modelelor spațiale nemijlocit de către studenți. În scopul încadrării în limita orelor prevăzute, a fost selectat un set minim de comenzi necesare pentru realizarea modelului propus. Astfel, îndeplinind lucrările, studenții pot vedea relația dintre obiectele reale și proiecțiile lor, se familiarizează cu modelarea spațială și înțeleg mai ușor materialul expus.

Cuvinte-cheie: *material didactic; probleme grafice; Grafica inginerescă.*

Introducere

Grafica inginerescă este o disciplină studiată în instituții de învățământ cu profil tehnic. Acest obiect pregătește viitorii specialiști la elaborarea și citirea documentației tehnice. Scopul disciplinei este formarea imaginației spațiale a viitorilor ingineri și tehnicieni. Pentru studenți este o disciplină absolut nouă față de cele studiate anterior. Fără o pregătire specială, după reprezentări plane, obiectele spațiale sunt percepute cu greu. Dificilă este de asemenea rezolvarea problemelor legate de determinarea mărimilor reale, liniilor de intersecție etc. Problemele rezolvate, propuse în manuale, nu deschid succesiunea rezolvării acestora, de aceea algoritmi de rezolvare pas cu pas duc la o mai bună asimilare a materialului studiat.

Metodele și procedurile aplicate

În scopul sporirii eficienței aplicării cunoștințelor teoretice în practică, pentru studenții anului I la disciplina *Grafica inginerescă* au fost elaborate în calitate de sarcină individuală câte 30 de variante de modele spațiale interactive la temele „Vederi”, „Secțiuni simple”, „Secțiuni propriu-zise”, „Schițarea capacului”, „Roți dințate”.

Utilizarea modelelor nu impune însă o analiză a suprafețelor care formează piesa. Deseori studenții le pot folosi pe acestea mecanic, doar prin rotirea piesei și așezarea ei în poziția corespunzătoare pentru a obține proiecțiile ortogonale.

Am considerat că mult mai utilă ar fi realizarea individuală a acestor modele. Acest lucru ar ne-

cesita studierea mai minuțioasă a formei piesei, evidențierea tipurilor de suprafețe din care este compusă ea, modului de combinare a acestor suprafețe.

Numărul mic de ore prevăzut de curriculum pentru studiere a impus selectarea unui număr minim de comenzi ce ar permite utilizarea unui număr minim de instrumente Auto CAD pentru a face posibilă modelarea 3D.

Rezultate și discuții

În scopul sporirii eficacității studierii obiectului *Grafica inginerescă*, s-a hotărât de a crea un manual ce ar combina formatul de hârtie cu formatul electronic, fapt ce constituie o rezolvare dinamică a problemelor pas cu pas.

Formatul dat a fost ales ținându-se cont de accesibilitatea manualului tipărit [1], precum și pentru a minimaliza timpul aflării studenților în fața ecranului calculatorului [2]. Pentru implementare practică, desenele problemelor au fost executate în aplicația Auto CAD, fiind exportate apoi în Windows Metafile (*.wmf), format vectorial universal, compatibil cu aplicații Windows. Astfel de desene pot fi inserate în PowerPoint, apoi redactate și animate [3].

În urma utilizării animației de tip Wipe, obținem efectul de desenare. Astfel pot fi alese direcția și succesiunea de desenare, pot fi simulate desenarea cu creion sau compas, manipulara cu riglă (Figura 1), pot fi introduse comentarii scrise sau orale.

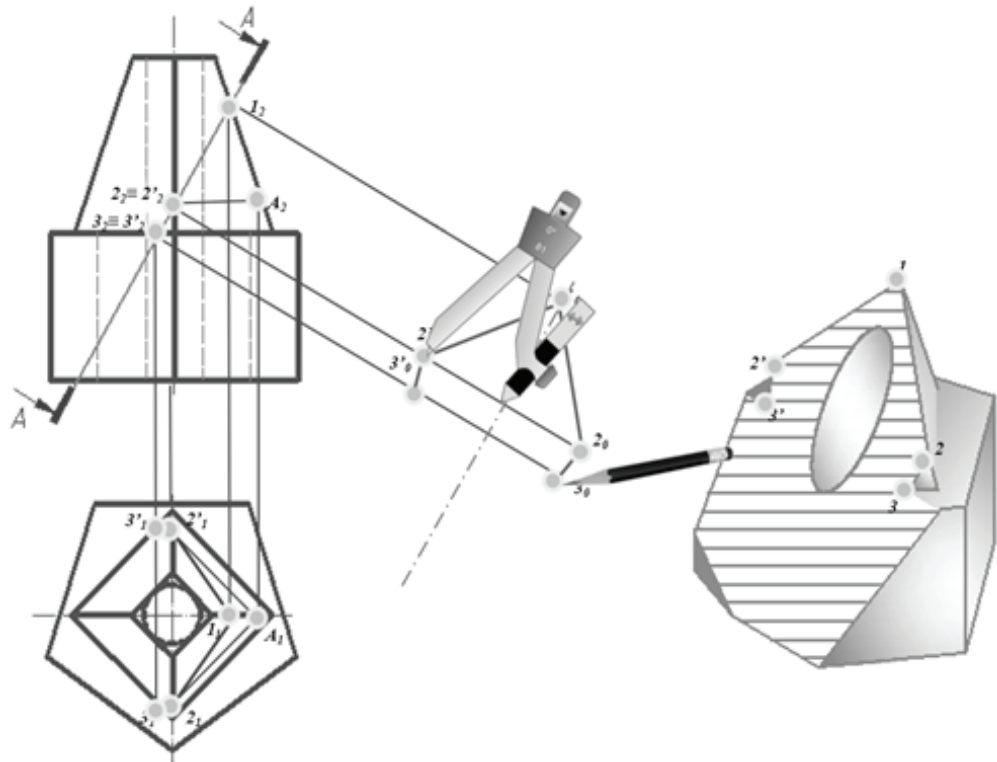


Figura 1. Exemplu de slide

Sursa: Elaborată de autori

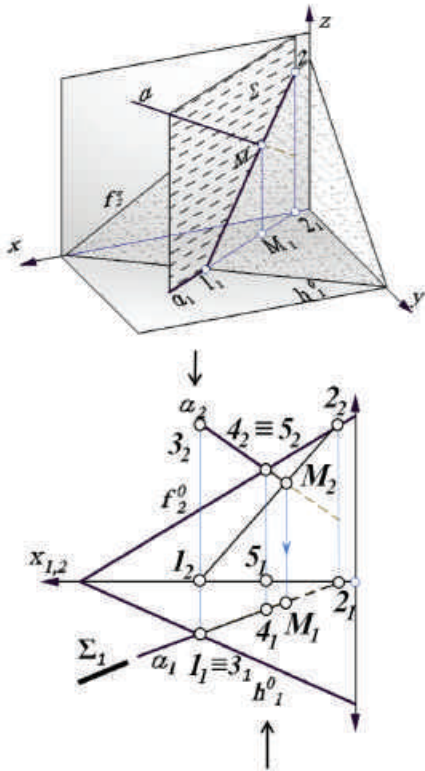
Introducerea comentariilor orale se face nemijlocit în PowerPoint. În astfel de cazuri se stabilește timpul expunerii fiecărui slide, iar prezentarea se exportează ca fișier .MP4 [4].

Avantajele formatului sunt universalitatea și volumul mic.

Calitatea imaginii este determinată de mărimea fișierului. HD(780p) este compatibilă cu majoritatea site-urilor și platformelor (de exemplu,

YouTube sau Facebook), iar HD(480p) este o variantă ideală pentru aparate mobile [5].

În scopul simplificării accesului problemelor de pe telefonul mobil, filmulețele au fost plasate pe YouTube, mai apoi fiind create QR-coduri cu adresele clipurilor, care au fost amplasate nemijlocit pe câmpul problemei respective din manual (Figura 2).



Algoritm:

1. Prin dreapta de poziție generală se trasează un plan auxiliar proiectant;
2. Se determină linia de intersecție a planului auxiliar cu planul dat;
3. Se determină punctul de intersecție a dreptei căpătate cu dreapta dată

Se trasează planul orizontal-proiectant auxiliar Σ ce include dreapta a .

1. $\Sigma \perp \Pi_1$ ($a \subset \Sigma$); $a_1 \subset \Sigma_1$
2. $[I2] = \Sigma \cap \Psi$ (h^o, f^o)
3. $M = [I2] \cap a$



Figura 2. Problemă de intersecție a dreptei cu planul

Sursa: Elaborată de autori

Pentru reprezentarea corpurilor geometrice au fost utilizate modele 3D, create în AutoCAD sau SolidWorks și salvate în formatul 3DPDF.

La deschiderea formatului dat în Adobe Reader, modelele sunt interactive, adică pot fi rotite, analizate și chiar secționate (Figura 3).

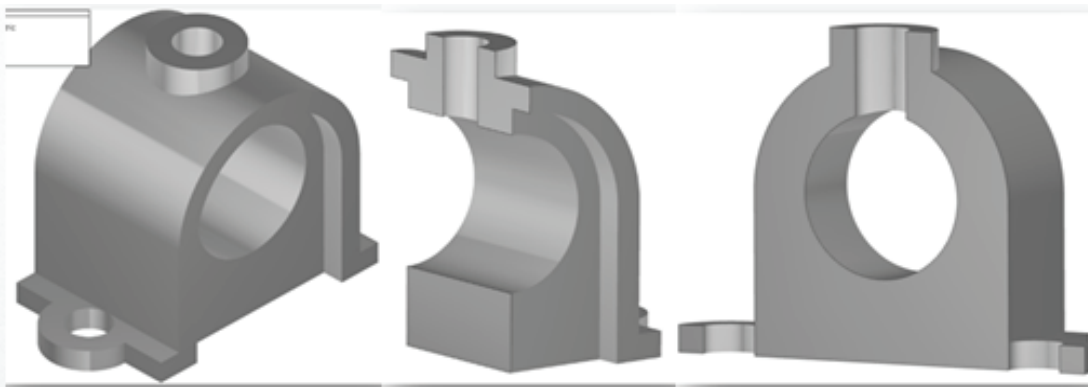


Figura 3. Model interactiv tridimensional

Sursa: Elaborată de autori

Numărul limitat de instrumente propuse permite studierea eșalonată a modelării fără a face schimbări în programul de studiu, păstrând numărul de ore acordat disciplinei. Pentru aceasta am cules și elaborat un șir de sarcini individuale, care reflectă materialul studiat în cadrul disciplinei și pot fi realizate cu un număr minim de comenzi de modelare spațială. Utilizarea acestor comenzi este demonstrată prin realizarea unui exemplu și ocupă 15-20 de minute din timpul lecției.

Lucrarea grafică individuală la tema „Sisteme de proiecții. Tripla proiecție ortogonală” conține o prismă trunchiată cu gaură verticală [6]. Scopul lucrării este aplicarea proprietății de apartenență pentru determinarea intersecției găurii verticale cu fața înclinată a prisme și realizarea proiecției laterale după proiecțiile frontală și orizontală ale corpului. Variantele sarcinilor au fost alese astfel încât realizarea modelului 3D să fie posibilă doar prin intermediul a 2 comenzi de modelare: *Presspull* și *Slice* (Figura 4). Pentru vizualizarea rezultatului, se utilizează comenzile de nuanțare *Visual Style* și navigare *View*.

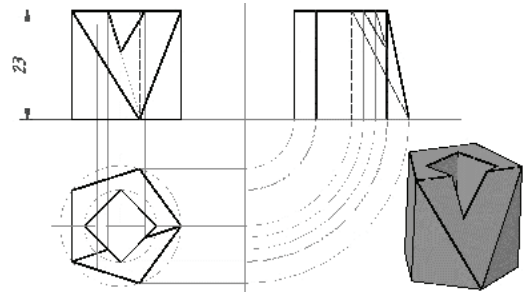


Figura 4. Exemplu de lucrare finisată la tema „Proiecții ortogonale ale prisme”

Sursa: Elaborată de autori

Realizând modelul prisme după algoritmul propus, studenții pot verifica corectitudinea executării lucrării grafice individuale.

Pentru tema „Vederi” au fost alese variante simple ca construcție [7], dar care conțin suprafețe înclinate pentru reprezentarea cărora se utilizează legătura proiectivă (Figura 5).

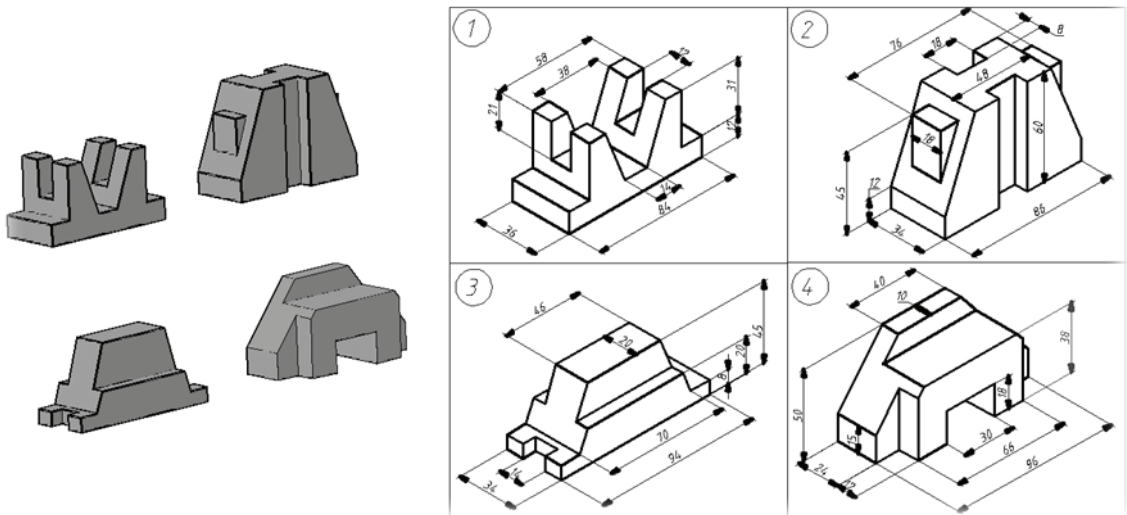


Figura 5. Exemple de sarcini la tema „Vederi”

Sursa: Elaborată de autori

Pentru realizarea modelelor 3D ale acestor corpuri geometrice, este suficientă cunoașterea suplimentară doar a comenzilor de creare a pri-

mitivei *Box* și operațiilor Booleene *Union*, *Subtract*, *Intersect*, precum și a modului de utilizare a sistemului de coordonate al utilizatorului *UCS* (Figura 6).

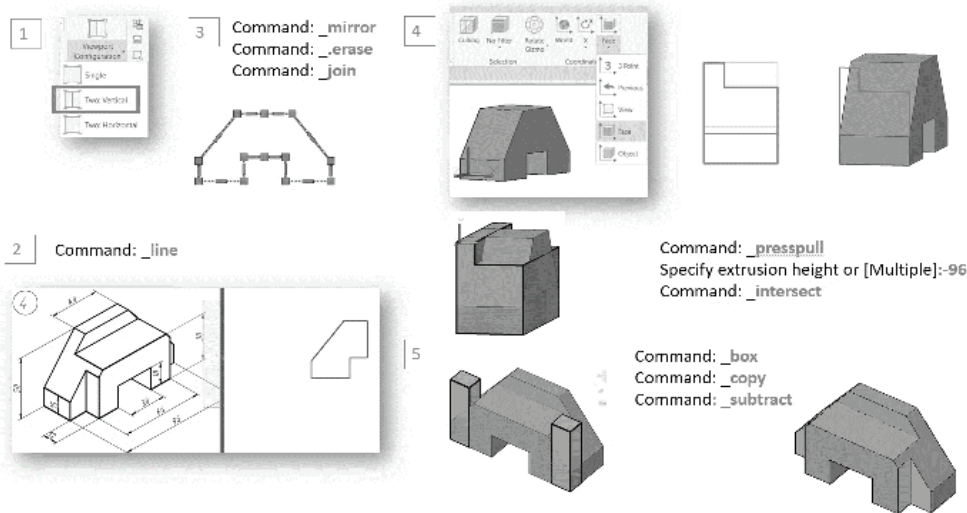


Figura 6. Etapele de modelare ale vederilor

Sursa: Elaborată de autori

Algoritmul de modelare propus este comun și poate fi aplicat tuturor variantelor sarcinii.

Sarcinile pentru tema „Secțiuni simple” conțin suprafețe poliedrice, precum și suprafețe conice și cilindrice cu axe verticale

și orizontale [8]. Pentru realizarea modelelor 3D ale acestor piese, se studiază primitivele *Cylinder*, *Cone*, precum și modul de utilizare a sistemului de coordonate dinamic *UCSDETECT* (Figura 7).

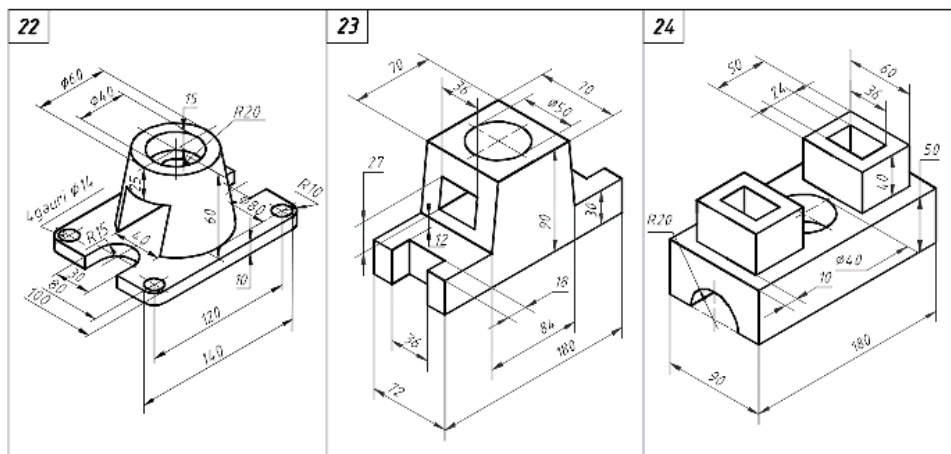


Figura 7. Exemple de sarcini la tema „Secțiuni simple”

Sursa: Elaborată de autori

Pentru crearea modelelor din variantele propuse, este necesară analiza suprafețelor din care este format corpul respectiv, precum și poziția lor. Această analiză este foarte importantă pentru temele de schițare a pieselor reale care vor fi studiate ulterior. La reuniunea elementelor și formarea

găurilor se utilizează operațiile Booleene *Union* și *Subtract*, studiate anterior.

La realizarea modelului spațial al arborilor [9] și capacelor [10] se utilizează comanda *Revolve* [11] (Figura 8).

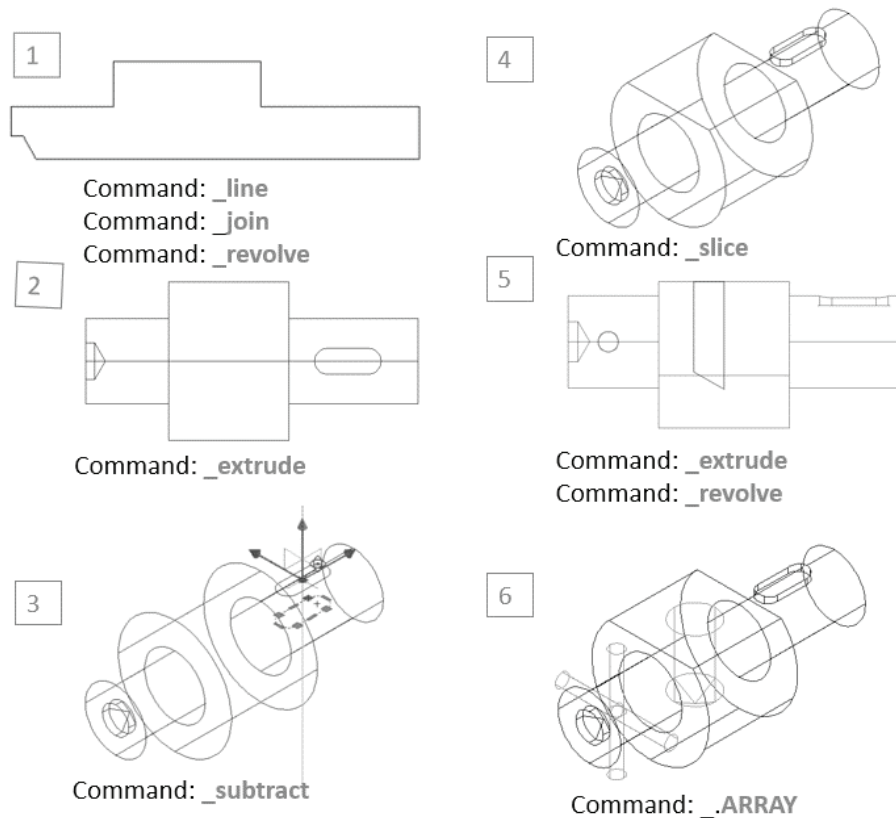


Figura 8. Modelarea arborelui prin utilizarea comenzii Revolve

Sursa: Elaborată de autori

În procesul de realizare a modelului 3D al piesei filetate studenții înțeleg ce reprezintă și cum se determină profilul și pasul filetului, precum și noțiunea de filet pierdut.

Realizând modelele spațiale, studenții pot sesiza relația dintre obiectele reale și proiecțiile lor utilizate în documentația tehnică.

Este foarte important că realizarea modelelor îi familiarizează pe studenți cu modela-

rea spațială. Acest lucru le permite acestora să însușească mai ușor materialul expus la ultima lecție conform Curriculumului, în care este arătată deosebirea dintre tipurile diferite de obiecte: modelele solide, suprafețele și rețelele, precum și relația dintre aceste tipuri de obiecte. Tot în cadrul acestei lecții este demonstrată metoda de creare automată a vederilor și secțiunilor pornind de la modelul 3D.

Concluzii

Implementarea acestei metodici de predare servește drept catalizator al dezvoltării imaginației spațiale, aptitudinii de citire a desenei tehnice de către studenți.

Metodica expusă a fost implementată în anul de studii 2020-2021. Analizând rezultatele studiului cursului de către studenții Facultății Tehnologii Alimentare pentru anii de învățământ 2019/2020

și 2020/2021/2022, putem conchide următoarele: **Implementarea noii metodici de predare nu a influențat semnificativ reușita studenților, dar a sporit considerabil calitatea studiilor (Figura 9). Analiza rezultatelor a fost făcută pe un eșantion de 280 de studenți, având o marjă de eroare de 1%, legată de trunchierea evaluărilor. Criteriile de apreciere la atestarea nr.1 și la examen, precum și sarcinile în anii de studiu analizați sunt identice.**

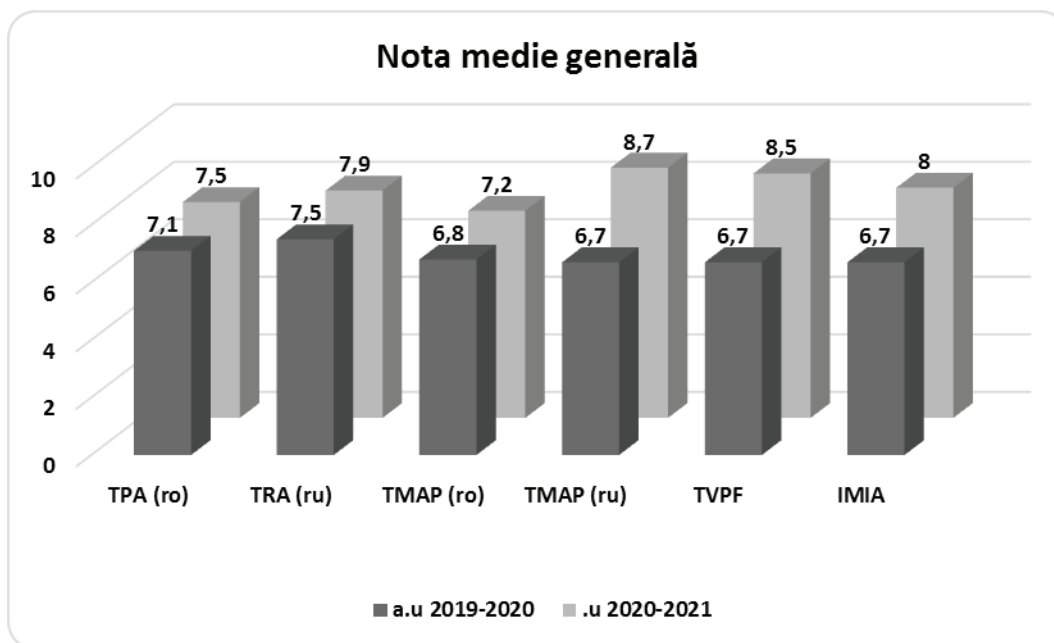


Figura 9. Nota medie finală (%) a studenților pentru anii de învățământ 2019/2020 și 2020/2021

Sursa: Elaborată de autori

Manualul prezentat este utilizat deja la orele de *Grafică inginerescă* și este înalt apreciat de către studenți, mai ales de către studenții de la secția învățământ cu frecvență redusă. Studiul a demonstrat eficiența implementării metodicii respective: îmbunătățirea percepției materialului teoretic, dinamizarea lucrului de sine stătător, sporirea reușitei cu circa 16%. Metodica va fi recomandată pentru predarea disciplinelor *Grafica inginerescă* și *Desen tehnic* la alte facultăți.

REFERINȚE

- [accesat 04.07.2022]. Disponibil: <https://clck.ru/YToKh>
- [accesat 04.07.2022]. Disponibil: <https://clck.ru/YTnrZ>
- [accesat 04.07.2022]. Disponibil: <https://clck.ru/YU8za>
- [accesat 04.07.2022]. Disponibil: <https://clck.ru/YUCQ6>
- [accesat 04.07.2022]. Disponibil: <https://clck.ru/YUEvU>

6. PLESCAN, T. *Grafica Inginerească vol.1* EDITURA TEHNICA, 1996. 300 pag. ISBN 5-7790-0327-0.
7. BOGOLIUBOV, S.K. *Individual'ny'e zadaniya po cursu chercheniya*. Izd. Al'yans, Moskva, 2007, 368 str. ISBN 978-5-903034-19-2.
8. *Metodicheskie ukazaniya dlya organizacii samostoyatel'noi raboty' po discipline Inzhener-nayagrafica*. Sost. Novicova N.N., Omsk, BPOU OO OPE'K, 2016, 68 str.
9. MIRONOV, B.G. i dr. *Sbornik zadanii po inzhenernoj grafike s primerami vy'ploneniya certezhej na compyutere*. M.: Vy'ssh. shk., 2007. 262str. ISBN: 978-5-06-005665-5.
10. MUNIR, M. Hamad, *AUTOCAD 2022 3D Modeling*. MERCURY LEARNING AND INFORMATION, 2021,381 p. ISBN: 978-1-68392-727-3.
11. DÎNTU, S., ȘULETEA, A. ș.a., *Grafică Inginerească asistată de calculator*, ed. Tehnica-UTM, 2019, 128 p.