

*acts as social norms and values set that have been historically formed and have been inherent in a particular institute system. It includes phenomena, processes, relations that qualitatively distinguish scientific and pedagogical workers, students and administrative staff of a higher education institution from other social groups and is a priceless capital of a higher education institution.*

*It was investigated that development of academic management culture is a complex pedagogical phenomenon, which is defined as a set of values and as a way of implementing purposeful and rational management activities, which requires using of the methodological approaches set to achieve the goal.*

*Key words: academic culture, management culture, management, activity sphere, university, manager's professional activity, system approach.*

УДК 378.147

**Галина Райковська**

Державний університет «Житомирська політехніка»  
ORCID ID 0000-0003-1755-9516

**Андрій Шостачук**

Державний університет «Житомирська політехніка»  
ORCID ID 0000-0002-4924-1222  
DOI 10.24139/2312-5993/2019.08/288-296

## **ЗАДАЧІ ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗМІВ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ-МЕХАНІКІВ**

*У даній статті обґрунтовано важливість навчання майбутніх бакалаврів-механіків геометричному моделюванню. Запропоновано класифікацію задач геометричного моделювання, відповідно до якої всі задачі можна розділити на три групи: проектування нових механізмів, дослідження механізмів, модернізація та оптимізація механізмів. Представлено короткий зміст кожної задачі. Наведено вхідні та вихідні параметри, які мають місце відповідно при постановці задачі геометричного моделювання та в результаті її розв'язання. Детально розглянуто зміст і порядок розв'язання задач, присвячених тертю та зношуванню поверхонь, коливанням у механізмах та застосуванню методів інженерної творчості.*

**Ключові слова:** механізм, геометричне моделювання, аналіз, синтез, кінематика, точність, коливання, оптимізація, тертя та зношування, інженерна творчість.

**Постановка проблеми.** Сучасні темпи появи нової та модернізація наявної техніки вимагають від інженера-механіка виконання відповідальних проектів та надійних розрахунків у максимально стислі терміни. На сьогодні є доступними програмні продукти, які дозволяють такі дослідження проводити в 3D просторі. Однією з переваг 3D моделей є наочність у порівнянні з плоскими малюнками. Відповідно, при підготовці бакалаврів-механіків необхідно в навчальному процесі передбачити можливість розв'язування актуальних задач із дослідження механізмів сучасних технологічних та транспортних машин, використовуючи при

цьому спеціальні програмні продукти. Проте, нерозв'язаною задачею є зміст, складність та порядок виконання таких задач.

**Аналіз актуальних досліджень.** Г. О. Райковська та А. В. Соловйов у роботі (Райковська та Соловйов, 2017, с. 216-218) зазначають, що в Україні основними програмами з дослідження механізмів є SolidWorks та ANSYS. Перша використовується для тривимірного моделювання, аналізу міцності виробів, розрахунків процесів теплопередачі, створення конструкторської документації, аналізу технологічності конструкцій виробів, розробки технологічних процесів. ANSYS використовується в лінійних та нелінійних, стаціонарних і нестаціонарних просторових задачах механіки конструкцій, деформованого тіла, вирішення задач механіки рідини й газів, теплообміну, акустики та електродинаміки. Зокрема, Соколовським Я. І. та ін. наведено приклад використання програмного комплексу SolidWorks для теплового розрахунку та аналізу фізичних потоків у лісосушильних камерах (Соколовський, 2012, с. 152-156).

А. О. Сазонова та А. О. Дроздов у роботі (Сазонова та Дроздов, 2014, с. 34-42) указують на переваги застосування сучасних систем автоматизованого проектування в машинобудуванні, наводять їх класифікацію та функціональні можливості. Зазначають, що сучасні САПР дозволяють автоматизувати практично всі етапи діяльності інженера-механіка: від створення документації на виготовлення нових виробів до отримання результатів дослідження моделювання різноманітних технологічних, теплофізичних, електротехнічних та ін. процесів.

Значне ускладнення змісту професії судноводія в сучасних умовах і в зв'язку з цим зміна компетентностей, які до нього висувуються, розглянуто Г. Поповою в роботі (Попова, 2019, с. 54). Зокрема, зазначено, що сам процес судноводіння є процесом управління рухом судна на базі безперервного зорового або інструментального контролю за критеріями пересування, курсом, швидкістю, місцеположенням та станом судна. Головні задачі, які вирішує капітан, є: управління судном, прокладка курсу, розрахунок шляху, відмітка про пересування на карті, вибір раціонального маршруту, контроль справності роботи навігаційних пристроїв. Оскільки виконання багатьох із зазначених обов'язків вимагає опрацювання великих об'ємів інформації за допомогою спеціальних приладів та обчислювальної техніки, однією з важливих компетентностей названо цифрову компетентність.

Особливо актуальним представляється геометричне моделювання для синтезу й аналізу роботів та маніпуляторів. Це пов'язано, головним чином, із тим, що механічні системи роботів та маніпуляторів є, як правило, просторовими, тобто такими, що представляють суттєві труднощі для сприйняття при їх зображенні на плоских малюнках. Відповідно, є досить складними і задачі, які необхідно вирішувати. Такими задачами є (Шостачук та Головня, 2018, с. 280-283): синтез роботів, кінематика та

динаміка роботів, зрівноважування та точність роботів, динамічні моделі конструкцій роботів та ін.

**Мета статті** – дослідження змісту професійної підготовки майбутніх бакалаврів-механіків в області геометричного моделювання механізмів машин при розв'язанні задач синтезу та аналізу механізмів.

**Методи дослідження.** Для вирішення завдань дослідження було використано методи: теоретичний (вивчення й аналіз навчальної та наукової літератури) та емпіричний: спостереження для виявлення проблем у загальноінженерній підготовці майбутніх бакалаврів-механіків фахівців.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасні виробничі машини відзначаються великою різноманітністю як умов, у яких вони експлуатуються, так і технічних характеристик, які повинні забезпечуватись під час експлуатації. Роль бакалавра-механіка на виробництві полягає в забезпеченні безперебійної роботи обладнання, плануванні та керуванні своєчасними обслуговуваннями та ремонтами, проведенні модернізації технологічного обладнання з метою підвищення продуктивності праці та якості продукції, яка випускається. При виконанні обов'язків конструктора (дослідника) необхідно виконувати роботи з проектування механізмів технологічних та транспортних машин, моделювання та дослідження процесів, які мають місце під час виконання технологічних операцій. Тому навчальний процес повинен бути організований таким чином, щоб вивчення дисциплін «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин», «Комп'ютерне конструювання і моделювання» мало наслідком набуття необхідних знань, навичок та вмінь зі створення та дослідження механізмів. Основна роль у навчальному процесі, на наш погляд, повинна приділятися створенню геометричних моделей у вигляді *3D* об'єктів механізмів та дослідженню їх властивостей.

Важливою особливістю застосування геометричних моделей у навчальному процесі є можливість створення (синтезу) у процесі навчання деталей, окремих механізмів і технологічних машин, попередньо виконавши всі необхідні робочі та складальні кресленики. Також особливістю використання *3D* моделей є можливість отримання коректних результатів теоретичних досліджень, ця коректність обумовлюється наступним:

1) розміри моделей (включаючи допуски на розміри з граничними відхиленнями та посадки з'єднань) відповідають реальним розмірам деталей та їх з'єднань;

2) властивості матеріалів конструкцій та оброблювальних матеріалів моделей – міцність, твердість, пластичність, модулі пружності I та II роду тощо відповідають властивостям матеріалів реальних конструкцій;

3) траєкторії ланок, їх лінійні та кутові швидкості та прискорення з достатньою точністю відповідають тим, що мають місце в механізмах у ході виробничого процесу;

4) умови експлуатації 3D моделі відповідають реальним умовам експлуатації конструкції.

На рис. 1 представлено огляд задач геометричного моделювання, навичками розв'язування яких повинен володіти майбутній бакалавр-механік. Як видно, всі задачі пропонується розділити на 3 групи. Перша містить задачі зі створення нових механізмів (структурний синтез, виготовлення робочих та складальних креслеників, а також представлення 3D моделей як окремих механізмів, так і в цілому технологічних і транспортних машин). Друга група задач стосується досліджень впливу на виконання робочими органами технологічних операцій окремих факторів – зношування елементів кінематичних пар при їх відносному русі, коливальних процесів у механізмах, навколишнього середовища (температури, вологості, наявності абразиву, механічних властивостей оброблюваного матеріалу, режиму роботи обладнання). Задачі третьої групи полягають у підвищенні функціональних та технологічних можливостей обладнання, до яких віднесемо його продуктивність, якість продукції, збільшення терміну експлуатації тощо. Розв'язання задач третьої групи досягається дослідженням та оптимізацією технологічних процесів, а також створенням геометричних моделей нових пристроїв і технологічного оснащення.

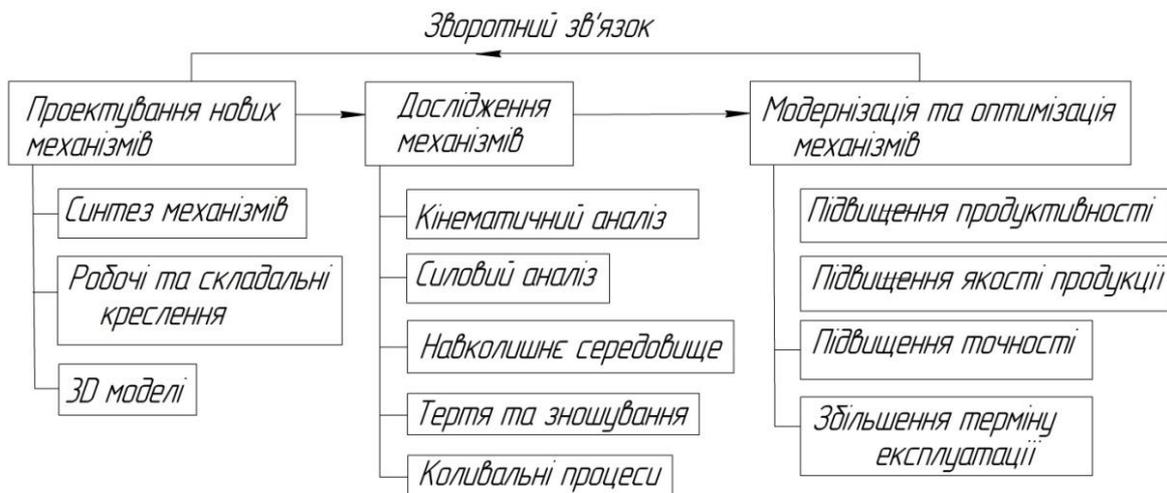


Рис. 1. Задачі геометричного моделювання

Синтез механізмів полягає у створенні (проектванні) схем нових механізмів. У залежності від виду механізму здійснюють синтез таких механізмів: зубчастих, мальтійських, кулачкових, напрямних, важільних. До останніх можуть висуватися такі вимоги: певні закони руху ланок, як функції від часу або узагальненої координати, коефіцієнт зміни середньої швидкості вихідної ланки, максимальний хід вихідної ланки, виконання синтезу методами оптимізації або методом наближення функцій.

Наступний етап після синтезу механізму – створення робочих та складальних креслеників. Їх виготовлення полягає в зображенні необхідних

проекцій із розрізами, перерізами, додатковими видами, розмірами, допусками на розміри, посадками та іншими необхідними для виготовлення технічними вимогами. Робочі кресленики деталей повинні передбачати реалізацію технології її виготовлення, складальні кресленики – технологію складальних операцій (виготовлення складальних одиниць, окремих вузлів, готових виробів тощо, їх функціонування, можливість виконання обслуговування та ремонту). При синтезі механізмів часто необхідно розв'язувати задачу оптимізації геометричних параметрів.

Вхідними даними при створенні *3D* моделей механізмів є робочі та складальні кресленики. Вихідними – *3D* моделі як окремих механізмів, так і в цілому технологічних і транспортних машин. *3D* моделі дають можливість представити механізми як реальні просторові об'єкти, прослідити траєкторії руху ланок, їх взаємодію.

Вхідними параметрами для задач першої групи є: параметри механічного руху на вході та на виході механізму (машини), показники продуктивності машини, фізичні та механічні властивості конструкційних матеріалів, параметри інструментів та технологічного обладнання. Вихідні параметри – кінематичні та структурні схеми механізмів, робочі та складальні кресленики, *3D* моделі деталей, механізмів і складальних одиниць.

Після створення робочих, складальних креслеників та *3D* моделей відбувається процес створення власне технології виготовлення деталей, складання виробів, їх випробовування, зберігання, постачання до споживача та обслуговування. На сучасному етапі розробка технології переважно зводиться до розробки програм для верстатів із числовим програмним керуванням (токарних, фрезерних, токарно-фрезерних, оброблювальних центрів та ін.). Технологічну підготовку виробництва не відносять до геометричного моделювання механізмів, тому далі на цьому етапі виробничого процесу зупинятися не будемо.

Надзвичайно важливими розрахунками, які ми віднесли до другої групи, є розрахунки кінематичних та силових параметрів механізмів. Це пояснюється тим, що механізми, власне, і створюють для перетворення механічного руху. Як правило, на вході це обертальний рух від двигуна або редуктора, а на виході – рух виконавчої ланки, який вимагається технологічним процесом. Тому вхідними параметрами кінематичного розрахунку є, зазвичай, частота обертання й момент на валу (потужність двигуна або редуктора), вихідними – траєкторія, швидкість та прискорення характерних точок вихідних ланок механізму. Крім забезпечення певних кінематичних характеристик необхідно отримати потужність вихідної ланки, оскільки вона з'єднана з робочим органом технологічної машини, який виконує ту чи іншу технологічну операцію. Вхідним параметром силового розрахунку є потужність (або кутова швидкість та крутний момент) вихідної ланки, вихідним – потужність, прикладена до вхідної ланки.

Обов'язковим явищем, яке супроводжує експлуатацію механізмів будь-яких робочих машин, є процеси тертя та зношування в кінематичних парах. Зношування веде до зниження експлуатаційних характеристик і розраховується зазвичай за експериментальними формулами такого порядку:

- 1) визначення форми та площі контакту;
- 2) визначення виду змащування;
- 3) визначення інтенсивності зношування (наприклад, за основним рівнянням зношування);
- 4) урахування впливу абразиву, агресивного середовища та інших факторів на інтенсивність зношування.

Моделювання процесу зношування дозволяє змінити геометричну форму *3D* моделі, наблизивши її до реальної. Навпаки, при перевищенні нормативних значень інтенсивності зношування необхідно розв'язувати зворотну задачу, визначаючи дійсні умови контакту двох поверхонь (нормальну реакцію, відносну швидкість ланок кінематичної пари, дійсні умови змащування, наявність абразиву тощо).

Адекватні моделі зношування поверхонь контакту кінематичних пар дають можливість отримання картини зміни форм та розмірів поверхонь тертя, що створює умови для моделювання процесів зниження точності виконуваних технологічних операцій, прогнозування виникнення вібрацій у процесі експлуатації обладнання.

Дослідження коливальних процесів полягає в отриманні у вигляді графіків або таблиць даних кінематичних характеристик руху ланок механізмів: дійсних значень траєкторій, лінійних та кутових швидкостей і прискорень. Коливання в механізмах можуть бути викликані, наприклад, силою тертя, коли відбувається зрив однієї поверхні тертя відносно іншої, якщо вони до даного моменту знаходились у стані відносного спокою (Левитский, 1988, с. 149). Однією з основних причин виникнення коливань зазвичай є пружні властивості ланок. Вхідними параметрами для задач другої групи є: характеристики навколишнього середовища (температура, вологість, наявність абразиву), розміри ланок механізму, механічні характеристики конструкційних матеріалів, зокрема модулі пружності I та II роду, сили взаємодії між ланками, рівняння другого закону Ньютона або рівняння Лагранжа, експериментальні залежності інтенсивності зношування матеріалів у залежності від різних факторів. Вихідні параметри: кінематичні характеристики ланок механізмів (траєкторії, швидкості та прискорення), власні частоти механізму, геометрична форма зношеної поверхні елементів кінематичних пар, вплив зношення поверхонь контакту на точність виконуваних дій.

Шляхи підвищення продуктивності обладнання та якості продукції, яка випускається (третя група задач, рис. 1), залежать від типу обладнання, його конструктивних особливостей, режиму роботи, виду продукції, технологічних

можливостей виробництва і, головним чином, від здібностей механіка до конструкторської та винахідницької діяльності. Однією з цілей удосконалення промислового обладнання є підвищення його продуктивності. При цьому не повинна погіршуватись якість продукції. Оптимальною вважається модернізація, унаслідок якої підвищення продуктивності обладнання супроводжується підвищенням якості продукції, також модернізація обладнання може призводити до поліпшення умов праці робітників (зниження шуму, вібрацій та шкідливих викидів, підвищення безпеки праці, покращення умов обслуговування тощо).

Підвищення продуктивності обладнання та якості продукції можуть відбуватися шляхом модернізації наявного та (або) створення нового обладнання.

Для цього інженер-механік повинен знати (Половинкин, 1988, с. 149):

– критерії розвитку технічних об'єктів (функціональні, технологічні, економічні та ергономічні);

– основні закони будови та розвитку техніки (закон прогресивної еволюції, закон відповідності між функцією та структурою, закон стадійного розвитку техніки, гіпотезу закону кореляції параметрів однорідного ряду технічних об'єктів, закон симетрії (осьової, двосторонньої), закон гомологічних рядів, гіпотезу про закон розширення множини потреб-функцій);

– методи інженерної творчості (метод мозкової атаки, евристичний метод, метод морфологічного аналізу та синтезу технічних рішень, метод автоматизованого синтезу фізичних принципів дії, метод автоматизованого синтезу технічних рішень, метод автоматизованого пошуку оптимальних технічних рішень).

Вхідними параметрами для задач третьої групи є: наявні виробничі показники обладнання, якість продукції та її собівартість, споживання електроенергії та матеріалів тощо. Вихідні показники – покращені вищеназвані показники.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Таким чином, геометричне моделювання механізмів машин дозволяє розв'язувати ті задачі аналізу та синтезу механізмів, які постають перед конструкторами й дослідниками на виробництві. Дослідження механізмів машин методами геометричного моделювання дає можливість досягнути наочності та необхідної точності. У даній роботі представлено й обґрунтовано перелік та аналіз основних задач із синтезу, аналізу та модернізації механізмів.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Левитский, Н.И. (1988). *Колебания в механизмах*. Москва: Наука (Levytskyi, N.Y. (1988). *Oscillations in the mechanisms*. Moscow).
- Половинкин, А. И. (1988). *Основы инженерного творчества*. Москва: Машиностроение (Polovynkyn, A. I. (1988). *Basics of engineering creativity*. Moscow).

- Попова, Г. (2019). Формування професійної компетентності судноводіння в майбутніх судноводіїв. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 1 (85), 51-60 (Popova, H. (2019). Formation of professional competence of navigation in the future navigators. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 1 (85), 51-60).
- Райковська, Г.О., Соловійов, А.В. (2017). Особливості використання САЕ-систем у навчальному процесі майбутніх бакалаврів з механічної інженерії. *Науковий вісник ужгородського університету, Серія педагогіка, соціальна робота*, 2 (41), 216-218 (Raikovska, H. O., Soloviov, A. V. (2017). Peculiarities of using CAE systems in the educational process of future bachelors on mechanical engineering. *Scientific Bulletin of Uzhhorod university. Series Pedagogy, social work*, 2(41), 216-218).
- Сазонова, А. О., Дроздов, А. А. (2014). *Классификация и место САМ-систем в системах автоматизированного проектирования*. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет (Sazonova, A. O., Drozdov, A. A. (2014). *Classification and place of CAM-systems in automated design system*. Perm: Perm national research polytechnic university.
- Соколовський, Я. І. Борецька, І. Б., Рожак, П. І. (2012). Використання SolidWorks/SolidWorks Flow Simulation/SolidWorks Simulation для підготовки фахівців зі спеціальності ІТП. *Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі: матеріали 4-ої наук.-практ. конф.* Львів: Львівська політехніка, (сс. 152-156) (Sokolovskyi, Ya. I., Boretska, I. B., Rozhak, P. I. (2012). Using of SolidWorks/SolidWorks Flow Simulation/SolidWorks Simulation for preparation of specialists on specialty "Information technology of design". *Innovative computer technologies in higher school: materials of IV scientific and practical conf.* Lviv: Lviv Polytechnic, (pp. 152-156).
- Шостачук, А., Головня, В. (2018). Формування компетентностей студентів-механіків в галузі робототехніки. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*, 1 (42), 280-283 (Shostachuk, A., Holovnia, V. (2018). Competencies formation of students of mechanics in the field of robotics. *Scientific Bulletin of Uzhhorod university. Series Pedagogy, social work*, 1 (42), 280-283).

## РЕЗЮМЕ

**Райковская Галина, Шостачук Андрей.** Задачи геометрического моделирования механизмов в профессиональной подготовке бакалавров-механиков.

*В данной статье обоснована важность обучения будущих бакалавров-механиков геометрическому моделированию. Предложена классификация задач геометрического моделирования, согласно которой все задачи можно разделить на три группы: проектирование новых механизмов, исследование механизмов, модернизация и оптимизация механизмов. Представлено краткое содержание каждой задачи. Приведены входные и выходные параметры, которые имеют место соответственно при постановке задачи геометрического моделирования и в результате ее решения. Подробно рассмотрены содержание и порядок решения задач, посвященных трению и изнашиванию поверхностей, колебаниям в механизмах и применению методов инженерного творчества.*

**Ключевые слова:** механизм, геометрическое моделирование, анализ, синтез, кинематика, точность, колебания, оптимизация, трение и износ, инженерное творчество.

## SUMMARY

Raikovska Halyna, Shostachuk Andrii. Tasks of geometric modeling mechanisms in professional training of undergraduates in Mechanics.

*The research covers the issues of the geometric modeling role for solving the tasks of synthesis and analysis of mechanisms in the process of professional training of undergraduates in Mechanics.*

*The purpose of the article is to explore formation of professional competence in future specialists in the field of robots. Research methods: theoretical, empirical.*

*Modern tempos of occurring new and modern available machinery demand from a mechanical engineer fulfilling responsible projects and calculations of the corresponding quality in the maximum brief terms.*

*Presently available software products enable to carry out such research in 3D space. Subsequently, whilst training undergraduates in Mechanics it is necessary to provide the educational process with the opportunity of solving topical tasks in studying the mechanisms of modern technological and transport machines, using corresponding software products. Scientific methods of analysis and description were used for separating requirements to the educational subject "Theory of machines and mechanisms" at the contemporary stage.*

*Classification of tasks for geometric modeling was offered according to which all the tasks may be divided into three groups: designing (synthesis) new mechanisms, researching kinematic and power properties on purpose to increase productivity of the technological process and products quality. It was introduced the brief content of each task. It was given input and output parameters which are given according to the task set involving geometric modeling and results of its solution.*

*It was noted that the advantages of using 3D models of the mechanism for solving both educational and production tasks are the following ones: evidence, appropriateness of size and geometric form of a real mechanism and its model, ability for kinematic and power analysis and obtaining correct results. It is shown the necessity of applying geometric models for studying the topics that are not considered in the traditional course concerning the theory of machines and mechanisms. Such topics may refer to: fluctuation processes, friction and wear processes, accuracy of mechanisms.*

*The prospect of further research is continuation of implementation of geometric modeling in professional training of future Mechanics.*

*Key words: mechanism, geometric modeling, analysis, synthesis, kinematics, accuracy, fluctuation, optimization, friction and wear, engineering creativity.*

УДК [378.22:80]:316.61

**Олена Салі**

Ізмаїльський державний гуманітарний університет

ORCID ID 0000-0003-4818-5895

DOI 10.24139/2312-5993/2019.08/296-308

## **СОЦІОКУЛЬТУРНИЙ ПІДХІД У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ-ФІЛОЛОГІВ**

*У статті проаналізовано соціокультурний підхід у викладанні англійської мови студентам як важливий чинник підготовки майбутніх філологів; розкриваються поняття «соціокультурна компетентність» і «діалог культур»; наводяться приклади*