

УДК 371. 01+37.018

DOI: 10.24144/2524-0609.2019.45.243-246

Шостачук Андрій Миколайович

кандидат технічних наук, доцент

кафедра прикладної механіки і комп'ютерно-інтегрованих технологій

Житомирський державний технологічний університет

м. Житомир, Україна

vbnauka@i.ua

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4924-1222>

КОНТРОЛЬ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЗАГАЛЬНОІНЖЕНЕРНОЇ ТА МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ-МЕХАНІКІВ ПЕРЕД ВИВЧЕННЯМ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ І МАШИН»

Анотація. «Теорія механізмів і машин» є однією з найскладніших загальноінженерних дисциплін, для її ефективного вивчення необхідно мати ґрунтовні попередньо отримані знання із, в першу чергу, вищої математики та теоретичної механіки. Тому актуальним питанням є організація контролю для виявлення дійсних знань з вищезазначених дисциплін з метою корекції процесу подальшого вивчення теорії механізмів і машин. Метою дослідження є визначення змісту завдань для перевірки знань з вищої математики та теоретичної механіки, а також ймовірнісна оцінка вгадування тесту, тобто отримання необ'єктивної оцінки. Для вирішення завдань дослідження було використано методи: теоретичний (вивчення та аналіз навчальної та наукової літератури) та ймовірнісний (оцінка ймовірності отримання необ'єктивної оцінки при тестуванні). Проаналізовано особливості та основні розділи дисципліни «Теорія механізмів і машин», які умовно розділено на дві частини: перша – синтез і аналіз механізмів, друга – окремі види механізмів. Запропоновано теми, які повинні бути присутніми в тестах для визначення знань студентів з теоретичної механіки та вищої математики. Визначено ймовірність вгадування тесту, який містить 10 питань, кожне з яких має 5 відповідей, включаючи одне вірне. З'ясовано вплив збільшення кількості запропонованих відповідей в одному тесті на зменшення ймовірності отримання необґрунтованої позитивної оцінки.

Ключові слова: механізм; механіка; вища математика; ймовірність.

Вступ. Дисципліна «Теорія механізмів і машин» входить до циклу загальноінженерних дисциплін і є однією з найскладніших, як за змістом розглядуваного матеріалу, так і за математичним апаратом, який при цьому використовується. В процесі вивчення дисципліни студенти розглядають, в першу чергу, задачі аналізу та синтезу для більшості механізмів, що використовуються в сучасних технологічних та транспортних машинах (важільних, кулачкових, зубчастих, фрикційних). Крім того, розглядають спеціальні питання, які стосуються практичної експлуатації механізмів: тертя в кінематичних парах, зрівноваження механізмів, нерівномірність руху механізмів тощо (Кіницький, 2002; Бурлака, 2009). Різноманітність задач вимагає і використання знань з багатьох галузей механіки та математики. На жаль, студенти часто не мають всього комплексу необхідних знань, необхідних для сприйняття такої нової і складної дисципліни, як «Теорія механізмів і машин».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На важливості застосування тестів як інструменту оцінювання якості знань, оптимізації навчального процесу, зокрема, з вищої математики наголошують Л.Новицька та О.Левчук в роботі (Новицька & Левчук, 2018). Серед переваг тестів автори зазначають їх ефективність, відсутність стресів для студентів, можливість економії часу студентів і викладачів, швидкість обробки одержаних результатів. Також серед переваг зазначається об'єктивність та справедливості оцінки знань, хоча далі серед недоліків вказується залежність результатів тестування від угадування. Але, на наш погляд, вплив угадування на результати тестування можна, як буде показано нижче, в значній мірі знівелювати, збільшивши кількість запропонованих відповідей з чотирьох, як пропонують автори, до п'яти або більше.

Відповідно до запропонованих в роботі (Ануфрієва, 2017) критеріїв рівнів готовності до професійної самореалізації майбутніх інженерів в процесі навчальної практики, показник рівня математичної підготовки, очевидно, є когнітивно-практичним по-

казником, оскільки дозволяє реалізувати власні індивідуальні можливості в професійній діяльності.

В роботі (Зуєва, 2013) була досліджена сформованість професійного мислення майбутніх техніків-механіків аграрної галузі, оскільки її стрімкий розвиток зумовлює нові вимоги до професійної підготовки молодших спеціалістів у агротехнічних коледжах. Очевидно, що необхідно говорити загалом про професійне мислення механіків, які застосовують набуті в навчальному закладі знання не тільки в сільськогосподарській галузі, а і в машинобудуванні, авіаційній промисловості, галузі робототехніки. Це мислення застосовується у розв'язанні проектно-конструкторських і виробничих задач, воно повинно опиратись, в першу чергу, на ґрунтовні математичні та спеціальні знання.

В роботі (Романчук & Майборода) наголошується на актуальності застосування класифікації наступних математичних компетентностей: процедурної, технологічної, логічної, дослідницької та методологічної. Автори зазначають, що однією з базових математичних компетентностей є процедурна компетентність, яка полягає у вмінні студента працювати з формулами, розв'язувати типові математичні задачі. Також вказується, що основою логічної математичної компетентності є вміння мислити логічно і послідовно, не допускаючи протиріч у своїх міркуваннях. Очевидно, в першу чергу, процедурна і логічна компетентності розвиваються під час як лекційних, так, головним чином, і практичних занять з вищої математики, а перевіряються ці компетентності саме під час тестування.

В ході викладання теорії механізмів і машин необхідно безпосередньо використовувати знання з вищої математики та теоретичної механіки. Сприйняття студентами нового матеріалу, їх активність під час занять свідчить про різний рівень володіння ними попередньо вивчених дисциплін. На сьогодні, відсутні підходи до інтегральної оцінки готовності студентів в сфері вищої математики і теоретичної механіки до вивчення теорії механізмів і машин. Не

ясно, якими саме знаннями та вміннями повинні володіти студенти саме для вивчення цієї дисципліни. Також відсутня інформація, скільки відповідей повинно пропонуватись в одному тесті та наскільки достовірно буде оцінка, отримана в результаті такого тестування.

Метою статті є визначення змісту завдань для перевірки знань з вищої математики та теоретичної механіки, а також ймовірна оцінка вгадування тесту, тобто отримання необ'єктивної оцінки.

Методи дослідження. Для вирішення завдань дослідження було використано методи: теоретичний (вивчення та аналіз навчальної та наукової літератури) та ймовірнісний (оцінка ймовірності отримання необ'єктивної оцінки при тестуванні).

Виклад основного матеріалу. Розглянемо основні розділи навчальної дисципліни «Теорія механізмів і машин», які вивчають студенти-механіки машинобудівних та транспортних спеціальностей. Умовно їх можна розділити на дві групи. До першої відносяться розділи, в яких розглядаються загальні методи дослідження механізмів: структурний аналіз та синтез механізмів, їх кінематичне та динамічне дослідження, тертя та зношування у машинах, зрівноваження механізмів, нерівномірність і регулювання руху механізмів, коливальні процеси в механізмах, до другої – розділи, присвячені розгляду окремих механізмів – кулачкових, зубчастих, механізмів переривчастого руху, роботів та маніпуляторів тощо (рис.1).

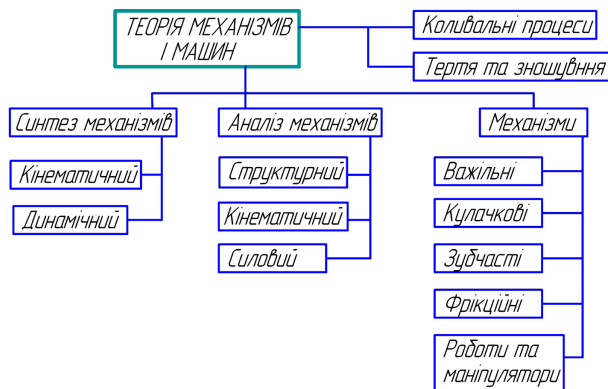


Рис. 1. Структура навчальної дисципліни «Теорія механізмів і машин» для студентів-механіків машинобудівних спеціальностей

Розглянемо математичний апарат та відомості з теоретичної механіки, які використовуються при вивченні вищезазначених розділів дисципліни «Теорія механізмів і машин». При структурному аналізі використовуються схеми з умовними зображеннями ланок та їх з'єднань, а також алгебраїчні рівняння 1-го порядку (формули Чебишова та Сомова-Малишева для визначення ступеню рухомості механізму). При синтезі плоских важільних механізмів необхідно знати, в першу чергу, тригонометрію, особливо залежності між сторонами та кутами в трикутнику, а також формулювати та розв'язувати задачі оптимізації.

При кінематичному аналізі використовують методи графічного інтегрування та диференціювання графіків функцій (графічні методи), правила диференціювання складних функцій (формули похідних різноманітних функцій та їх композицій), також теорію матриць при дослідженні кінематики аналітичними методами. При динамічному аналізі необхідно вміти складати рівняння моментів відносно обраної точки та будувати силовий багатокутник відповідно рівнянню сил. Розділ «Коливальні процеси в механізмах» вимагає вміння складати та розв'язувати диферен-

ціальні рівняння. Для отримання картин лінійних та кутових швидкостей планетарних механізмів необхідно здійснювати геометричні побудови з використанням залежностей між кінематичними характеристиками зубчастих коліс, які утворюють зачеплення. Таким чином, вивчення дисципліни «Теорія механізмів і машин» вимагає наявності у студентів певного комплексу знань із теоретичної механіки, а також багатьох розділів вищої математики. Серед таких розділів наведемо, зокрема, наступні: «Похідна функції», «Диференціальні рівняння», «Лінійна алгебра» (визначники, матриці та дії над ними), «Аналітична геометрія» (операції над векторами, скалярний, векторний та мішаний добуток векторів).

Підсумовуючи вищенаведене, можна орієнтовно скласти наступний перелік десяти розділів з вищої математики та десяти розділів з теоретичної механіки.

Вища математика:

1. Матриці та визначники.
2. Векторна алгебра.
3. Поняття функції.
4. Диференціальне числення функцій однієї змінної.
5. Інтегральне числення функцій однієї змінної.
6. Частинні похідні й диференціал.
7. Звичайні диференціальні рівняння.
8. Ряди.
9. Теорія ймовірностей.
10. Математична статистика.

Теоретична механіка:

1. Аксиоми статики.
2. Момент сили відносно осі та точки, момент пари сил.
3. Рівняння рівноваги плоскої системи сил.
4. Кінематика точки та найпростіших рухів твердого тіла.
5. Плоскопаралельний рух твердого тіла.
6. Складний рух точки та твердого тіла.
7. Прямолінійні коливання матеріальної точки.
8. Основні теореми динаміки системи матеріальних точок.
9. Принцип Даламбера. Метод кінетостатики.
10. Рівняння Лагранжа другого роду.

Оскільки при тестуванні студентів необхідно мінімізувати можливість вгадування тестів та отримання оцінки, яка не відповідає наявним знанням, розглянемо ймовірність вгадування 6 тестів з десяти і отримання оцінки «задовільно». Така ймовірність визначається:

$$P = P_1 P_2 \quad (1)$$

де P_1 – ймовірність вгадати шість тестів з десяти; P_2 – ймовірність не вгадати чотири тести з десяти.

В рівнянні (1) маємо добуток ймовірностей, оскільки ймовірності P_1 і P_2 стосуються незалежних подій. Ймовірність вгадати один тест, який має п'ять запропонованих відповідей, включаючи одну вірну, становить 1/5. Далі, оскільки відповідь на кожний тест представляє собою незалежну подію, то ймовірність вгадування шести тестів буде визначатись:

$$P_1 = \left(\frac{1}{5}\right)^6 \quad (2)$$

Але, оскільки пропонується десять тестів, шість з яких будуть вгадані, то необхідно значення ймовірності P_1 помножити на кількість n варіантів вибору шести тестів з десяти можливих. Із комбінаторики відомо, що така кількість варіантів дорівнює кількості сполучень (комбінацій):

$$n = C_{10}^6 = \frac{10!}{6!4!} \quad (3)$$

В кінцевому вигляді розрахункова формула для визначення ймовірності вгадування шести тестів з 10 запропонованих буде мати вигляд:

$$P_1 = \left(\frac{1}{5}\right)^6 \frac{10!}{6!4!} \quad (4)$$

На інші 4 тести повинні бути дані неправильні відповіді. Оскільки неугадання чотирьох відповідей є незалежними подіями, то ймовірність P_2 буде дорівнювати:

$$P_2 = \left(\frac{4}{5}\right)^4 \quad (5)$$

Тоді ймовірність вгадування тільки шести тестів з десяти:

$$P = \left(\frac{1}{5}\right)^6 \cdot \frac{10!}{6!4!} \cdot \left(\frac{4}{5}\right)^4 \quad (6)$$

Проведення розрахунку за останньою формулою дає, що ймовірність вгадування 6 відповідей і отримання необгрунтованої задовільної оцінки становить $5,505 \cdot 10^{-3}$. Тобто, з двох сотень студентів, знання яких перевіряються, кількість тих, які можуть отримати задовільну оцінку шляхом вгадування, в середньому становить 1,1 студента. Ще більш надійні результати отримаємо при оцінках «добре» (кількість правильних відповідей 7 або 8) та «відмінно» (повинно бути 9 або 10 правильних відповідей (табл.1).

Розрахунки для всіх оцінок представлені в наступні таблиці:

Таблиця 1.

Ймовірність вгадування тесту контрольного завдання з 10 тестів

Оцінка	Кількість правильних відповідей	Ймовірність вгадування тесту
2	5	0,026
3	6	$5,505 \cdot 10^{-3}$
4	7	$7,864 \cdot 10^{-4}$
	8	$7,373 \cdot 10^{-5}$
5	9	$4,096 \cdot 10^{-6}$
	10	$1,024 \cdot 10^{-7}$

Загальна формула для визначення ймовірності вгадування k тестів з N , кожний з яких має m відповідей, включаючи одну вірну, буде мати вигляд:

$$P = \left(\frac{1}{m}\right)^k \cdot \frac{N!}{k!(N-k)!} \cdot \left(\frac{m-1}{m}\right)^{10-k} \quad (7)$$

Суттєвого зменшення ймовірності отримання студентом необгрунтованої оцінки можна досягти шляхом незначного збільшення запропонованих відповідей в кожному тесті. Наприклад, якщо студентам пропонується в кожному тесті 6 можливих відповідей, серед яких одна є правильною, то ймовірність угадування студентом 6 тестів становить $8,891 \cdot 10^{-4}$. Тобто, менше, ніж одна людина на тисячу студентів, які складають тести. Таким чином, збільшення запропонованих відповідей в одному тесті на одну зменшує ймовірність отримання незадоволеної оцінки в 5 разів.

Викладений матеріал дозволяє зробити наступні

Список використаної літератури

Ануфрієва О. Критеріальна база виявлення готовності майбутніх інженерів до професійної самореалізації в процесі навчальних практик. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського*. Педагогічні науки : зб. наук. пр., 2017. № 4 (59). С. 18–22.

Бурлака В.В., Кучеренко С.І., Мазоренко Д.І., Тищенко Л.М.. *Основи теорії механізмів і машин*. Курс лекцій. Підручник. Харків, 2009. 340 с.

Зуєва А.Б. Результати дослідження сформованості професійного мислення майбутніх техніків-механіків агропромислового виробництва. *Оновлення змісту, форм та методів навчання і виховання в закладах освіти*: зб. наук. пр.: наук. зап. Рівнен. держ. гуманіт. ун-ту. Рівне : РДГУ, 2013. Вип. 7 (50). С.68–71.

Кіницький Я.Т. *Теорія механізмів і машин*. К.: Наукова думка, 2002. 661 с.

Новицька Л., Левчук О. Тести як ефективний інструмент контролю знань студентів в процесі вивчення вищої математики. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». Збірник наукових праць, 2018. Випуск 1 (42). С. 164–167.

Романчук Н., Майборода О. Концептуальні засади формування математичних компетентностей студентів вищих технічних закладів освіти. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського*. Педагогічні науки: зб. наук. пр., 2018. № 4 (63). С.123–127.

References

Anufriieva O. (2017). Kryterialna baza vyivlennia hotovnosti maibutnix inzheneriv do profesiinoi samorealizatsii v protsesi navchalnykh [The criterion base of identifying the future engineers' readiness for the professional self-realization during the educational practice]. *Scientific journal of Mykolaiv National University named after V.O.Sukhomlynsky. Series: Pedagogical sciences*, 4(59), 18–22. [in Ukrainian].

Burlaka, V.V., Kucherenko, S.I., Mazorenko, D.I., & Tyshchenko, L.M. (2009). *Osnovy teorii mekhanizmiv i mashyn* [The foundation of the theory of mechanisms and machines]. Kharkiv [in Ukrainian].

Kinytskyi, Ya.T. (2002). *Teoriia mekhanizmiv i mashyn* [The theory of mechanisms and machines]. Kyiv: Naukova dumka, [in Ukrainian].

Novytska L. & Levchuk O. (2018). Testy yak efektyvnyi instrument kontroliu znan studentiv v protsesi vyvchennia vyshchoi matematyky [Tests as an effective tool to control the students' knowledge in the process of studying higher mathematics]. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series: Pedagogy. Social work*, 1(42), 164–167. [in Ukrainian].

Romanchuk, N., & Maiboroda O. (2018). Kontseptualni zasady formuvannia matematychnykh kompetentnosti studentiv vyshchykh tekhnichnykh zakladiv osvity [Conceptual basis for the formation of the mathematical competences of the students of higher technical educational institutions]. *Scientific journal of Mykolaiv National University named after V.O.Sukhomlynsky. Series: Pedagogical sciences*, 4(63), 123–127. [in Ukrainian].

Zuieva A.B. (2013). Rezultaty doslidzhennia sformovanosti profesiinoho myslennia maibutnikh tekhniv-mekhanikiv ahropromyslovoho vyrobnytstva [The results of the studying of the professional thinking formation of future technicians-mechanics in the agrarian industrial production]. *Scientific notes of Rivne State Humanitarian University Onovlennia. Series: The updating of the content, forms and methods of the education and upbringing in educational institutions*, 7(50), 68–71. [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції 08.04.2019 р.

Стаття прийнята до друку 18.04.2019 р.

Шостачук Андрей

кандидат технических наук, доцент

кафедра прикладной механики и компьютерно-интегрированных технологий

Житомирский государственный технологический университет

г. Житомир, Украина

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА ОБЩЕИНЖЕНЕРНОЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ-МЕХАНИКОВ ПЕРЕД ИЗУЧЕНИЕМ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН»

Аннотация. «Теория механизмов и машин» является одной из самых сложных общеинженерных дисциплин, для её эффективного изучения необходимо иметь основательные предварительно полученные знания по, в первую очередь, высшей математике и теоретической механике. Поэтому актуальным вопросом является организация контроля для выявления истинных знаний по вышеупомянутым дисциплинам с целью коррекции процесса дальнейшего изучения теории механизмов и машин. Целью исследования является определение содержания заданий для проверки знаний по высшей математике и теоретической механике, а также вероятностная оценка угадывания теста, то есть получения необъективной оценки. Для решения задач исследования были использованы методы: теоретический (изучение и анализ учебной и научной литературы) и вероятностный (оценка вероятности получения необъективной оценки при тестировании). Проанализированы особенности и основные разделы дисциплины «Теория механизмов и машин», которые условно разделены на две части: первая – синтез и анализ механизмов, вторая – отдельные виды механизмов. Предложены темы, которые должны присутствовать в тестах для определения знаний студентов по теоретической механике и высшей математике. Определена вероятность угадывания теста, который содержит 10 вопросов, каждый из которых имеет 5 ответов, включая один верный. Выяснено влияние увеличения количества предложенных ответов в одном тесте на уменьшение вероятности получения необоснованной положительной оценки.

Ключевые слова: механизм; механика; высшая математика; вероятность.

Shostachuk Andrii

Candidate of Technical Sciences, Ph.D., Associate Professor

Department of Applied Mechanics and Computer-Integrated Technologies

Zhytomyr State Technological University

Zhytomyr, Ukraine

CONTROL AND ASSESSMENT OF TRAINING OF GENERAL ENGINEERING AND MATHEMATICAL STUDENTS BEFORE LEARNING THE SUBJECT «THEORY OF MACHINES AND MECHANISMS»

Abstract. The subject «Theory of Machines and Mechanisms» is included into the cycle of general engineering subjects and it is one of the most complicated by both the content of the material considered and by mathematical apparatus used while studying. It is explained by the complexity of research objects and increasing requirements to them in terms of efficiency, accuracy and reliability. There are no approaches at present to integral assessment of students' readiness in the field of Advanced Mathematics and Theoretical Mechanics for studying machines and mechanisms. It is not clear what sorts of knowledge and skills should be mastered by students for learning this subject. There is also no information as for the number of options suggested in one test and validity of the mark obtained as the result of such testing. The aim of the article comprises determining the content of the tasks for checking the knowledge in Advanced Mathematics and Theoretical Mechanics and a probable mark of guessing the answers to the test, that is obtaining nonobjective assessment. In order to solve the research tasks, the following methods were applied: theoretic (learning and analysis of educational and scientific sources) and probabilistic (assessment of the probability of obtaining nonobjective assessment while testing). At the same time while checking the remaining knowledge it is important to provide receiving objective data. In this work it was calculated probabilities of guessing the test task comprising 10 tests. Each test offers 5 variants and only 1 option may be correct. The obtained results state about a rather low probability of receiving incorrect data about the students' knowledge. For instance, the probability of guessing 6 answers and getting a satisfactory mark states 5,0510m3. That is within 200 students, whose knowledge undergo checking, the number of those who can get a satisfactory mark is 1.1.

Key words: mechanism; mechanics; advanced mathematics, probability.