

школі : збірник наукових праць / М-во освіти і науки України, Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ: Вид-во НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2015. Вип. 15. С. 106-113.

Ruslana Semenyshena<sup>1</sup>, Oleksander Shevchuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>State Agricultural and Engineering University in Podillia

<sup>2</sup>Podilsky Special Educational-Rehabilitation  
Social-Economic College

### THE ROLE OF VIRTUAL LABORATORY WORKS IN THE FORMATION OF STUDENTS' PROFESSIONAL COMPETENCE IN THE CONDITIONS OF DISTANCE LEARNING

The article considers the influence of virtual laboratory works on the formation of professional competence of future specialists, organization and carrying out of laboratory works. The study is to identify the positive impact of the virtual laboratory on the formation of professionalism of future professionals by performing the tasks of the laboratory workshop. For today, an

important role in the educational process is played by practice – the ability to reproduce what is seen, to check a certain pattern, in this we are helped by laboratory work. After all, laboratory works help to coordinate their knowledge. According to the national qualification's framework, competence is a person's ability to perform a certain type of activity, which is expressed through knowledge, understanding, skills, values, and other personal qualities. Laboratory lesson is a practical lesson, the purpose of which is the realization of skills, abilities, beliefs with the use of instruments, tools and other technical means. When performing laboratory work, students develop experimental abilities, and when working in a virtual laboratory, they can simulate certain physical processes using virtual equipment, because the prices for some physical laboratories are quite high. And work in virtual laboratories makes it possible to conduct a large number of studies.

**Key words:** professional competence, laboratory workshop, virtual laboratory.

Отримано: 28.09.2021

УДК 37.016:531/534]:004

DOI: 10.32626/2307-4507.2021-27.131-135

Г. О. Шишкін<sup>1</sup>, К. М. Зикова<sup>2</sup>

Бердянський державний педагогічний університет

e-mail: <sup>1</sup>ur3qugs@gmail.com, <sup>2</sup>klava.zykova@rambler.ru; ORCID: <sup>1</sup>0000-0003-2617-6699

### ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПОБУДОВІ МОДЕЛЕЙ МЕХАНІЧНОГО РУХУ ТА ВЗАЄМОДІЇ ТІЛ

Підвищення якості навчання фізики неможливе без формування у здобувачів освіти навичок побудови образних фізичних моделей явищ та процесів, що вивчаються. Формування фізичних та математичних моделей залежностей між фізичними величинами є однією з актуальних проблем методики навчання фізики. Наше дослідження спрямоване на вирішення проблеми формування в студентів-фізиків та учнів старших класів закладів середньої освіти уявних моделей фізичних процесів на основі використання цифрових технологій. В роботі використовували цифровий вимірювальний комплекс разом з персональним комп'ютером. Доведено, що проведення навчального фізичного експерименту з одночасним відображенням результатів дослідження у вигляді таблиць і графіків підвищує рівень засвоєння навчального матеріалу. Для формування у здобувачів освіти навичок побудови математичних моделей різних видів механічного руху та взаємодії тіл, пропонується використовувати програмне забезпечення та методи цифрової обробки результатів проведеного експерименту. Зміни параметрів об'єктів з одночасним знаходженням відповідних математичних залежностей дає можливість здобувачам освіти встановлювати взаємозв'язки між математичними символами та фізичними величинами. Такий підхід забезпечує формування вміння будувати математичні моделі процесів або об'єктів та значно підвищує якість засвоєння навчального матеріалу.

**Ключові слова:** навчальний експеримент, уявна модель, механічний рух, цифрові технології.

Вивчення фізики, як навчального предмету, в закладах середньої та вищої освіти відіграє важливе значення у формуванні світогляду здобувачів освіти, підготовці до життя в сучасному світі техніки й технологій. У фізичній системі освіти на перше місце висуваються завдання інтелектуального розвитку учнів та студентів у процесі навчання, підготовки до майбутньої професійної діяльності, розвитку творчих здібностей, формування мотивів навчання.

Результати наших досліджень довели, що проблема підвищення якості навчання фізики, перш за все, пов'язана з недостатньо розвиненими абстрактним й образним мисленнями учнів, а також необхідністю засвоєння знань на мові математики [1].

Повноцінне вивчення фізики передбачає: оволодіння здобувачами освіти модельного підходу до аналізу явищ, процесів і систем; освоєння експериментальних методів пізнання; придбання навичок розв'язання

не тільки ідеалізованих, але і реальних фізичних задач [3]. Розв'язання цих проблем необхідне для вдосконалення фізичної освіти, для створення оптимальних умов розвитку молоді з новим рівнем свідомості, здатної до критичного мислення, заснованого на природничо-науковому світогляді.

Особливу роль в процесі формування міцних знань, навичок наукового пізнання відіграють фізичні моделі процесів, що вивчаються. Моделювання фізичних явищ та процесів значно полегшує засвоєння навчального матеріалу, проведення експериментальних досліджень, забезпечує довготривалість знань. Розрізнене вивчення базових фізичних понять, законів процесів часто призводить до того, що знання здобувачів освіти виявляються фрагментарними, безсистемними, неповними. У зв'язку з цим, в даній роботі, зроблена спроба частково розв'язати проблему навчання фізики в сучасних закладах середньої та ви-

щої освіти спираючись на модельний підхід із застосуванням сучасних цифрових технологій.

Проблемам використання цифрових технологій при вивченні фізики присвячено багато науково-методичних праць. Досліджувалися питання розвитку творчих здібностей здобувачів освіти та розв'язання фізичних задач [7; 8], використання цифрових технологій при проведенні навчального експерименту [9], імітаційного комп'ютерного моделювання при дослідженні фізичних процесів [4], методики проведення віртуальних лабораторних робіт [6].

Фундаментальною основою й одночасне головною проблемою навчання фізики є побудова моделей об'єктів та процесів навколишнього світу. За допомогою моделей фізика видобуває інформацію про об'єкти та процеси що досліджуються, аналізуються та обробляються результати експерименту, доповнює систему відомих наукових знань. Сутність модельного підходу полягає у виділенні головного та відмову від несуттєвого. Фізичні процеси і явища в свідомості людини зводяться до якоїсь спрощеної версії.

Здобувачі освіти повинні розуміти, що моделювання ґрунтується на цілісному уявленні про об'єкт або процес, який вивчається. При моделюванні використовується синтетичний підхід, – виокремлення цілісної системи і дослідження її функціонування. Розуміння модельного підходу ускладнюється необхідністю введення припущень і спрощень, удаватися до умовних схем. Саме модельному підходу в дослідженні повинна вчити фізика, оскільки він є одним з основних методів пізнання навколишньої дійсності.

Діалектичний підхід до пізнання істини полягає у встановленні закономірностей і законів навколишнього світу при мінімальному обсязі одержуваної інформації. Такий підхід можна забезпечити шляхом побудови наукових образних моделей певних залежностей на основі яких будуються більш складні, що описують суттєві фундаментальні відносини. Виходячи з цього, модельний підхід систематизує знання, максимально спрощує їх, надає їм раціональну форму, зручну для розуміння, зберігання і використання. Образні фізичні моделі дозволяють оперувати набагато меншим об'ємом інформації, але з більш високою ефективністю. Формування умінь оперувати знаннями законів та отриманою інформацією і є основною метою навчання фізики, яка досягається шляхом формування наукових образних моделей об'єктів та процесів.

Фундаментальною базою навчання фізики в закладах освіти є механіка. Основні закони механіки покладені в основу вивчення інших розділів курсу фізики. Від якості засвоєння навчального матеріалу цього розділу залежить успішність вивчення фізики в цілому. Тому, формуванню образних моделей при вивченні механіки необхідно приділяти особливу увагу.

У формуванні механічної моделі руху та взаємодії тіл ми виділяємо чотири головні складові на яких вона базується, а саме: кінематична модель, динамічна



Рис. 1. Структура моделі механічна руху та взаємодії тіл

модель, модель законів збереження енергії та імпульсу, модель механічних коливань та хвиль (рис. 1).

Основи кінематичної моделі закладаються на першому етапі вивчення механіки в закладах середньої освіти на основі понять механічного руху, матеріальної точки, системи відліку, траєкторії руху, шляху, переміщення. При вивченні прямолінійного руху учні спираються на поняття швидкості, а також вчать графічно відображати основні закономірності.

У старших класах модель доповнюється підмоделями закономірностей рівноприскореного прямолінійного, обертального, рівномірного руху тіла по колу та коливального рухів. Учні оперують поняттями періоду обертання, обертовою частотою.

До динамічної моделі ми відносимо такі підмоделі: рівноприскореного руху тіла під дією сили, прискорення вільного падіння, рівноваги тіла, сили пружності, сили тертя, сили реакції опору.

Модель законів збереження енергії та імпульсу поділяємо на дві підмоделі, а саме, закону збереження імпульсу та закону збереження енергії.

Модель механічних коливань та хвиль складається з підмоделей механічних коливань та механічних хвиль.

Наші дослідження свідчать, що формування образних фізичних моделей краще формувати на основі якісних методів навчання. Розуміння фізичних проблем проявляється в умінні здобувачів освіти передбачати протікання процесів, здатності бачити кінцевий результат не застосовуючи математичних обчислень [2]. З іншого боку, розв'язання рівнянь, використання математичного запису фізичних законів сприяє більш глибокому розумінню фізичних моделей на якісному рівні.

Образні фізичні моделі можна формувати шляхом розв'язання якісних задач, використанням методу «чорний ящик», комп'ютерного моделювання, експериментальних та практико-орієнтованих методів, використанням цифрових приладів.

Під якісними методами формування фізичних моделей ми розуміємо ідеалізацію та спрощення умов задачі реального фізичного явища чи процесу що досліджується, в яких відображено суттєві зв'язки та взаємодії між ідеальними об'єктами.

Для підвищення якості навчання фізики при організації освітнього процесу необхідно враховувати інтереси та зацікавленості здобувачів освіти в першу чергу ті джерела інформації, які використовують учні. За результатами наших досліджень учні надають перевагу сучасним цифровим технологіям і різним інтернет ресурсам [5]. У багатьох дослідженнях [2] звертається увага на те, що в процесі вивчення фізики та інших природничих предметів важливу роль відіграють фізичні моделі процесів, що вивчаються.

Проведені нами дослідження довели, що ефективним засобом формування в учнів уявних фізичних і математичних моделей явищ та процесів, є проведення навчального фізичного експерименту з цифровою обробкою результатів проведеного експерименту.

У роботі ми використовували спеціалізований багатофункціональний цифровий вимірювальний комплекс LabQuest-2. Комплекс дозволив не тільки проводити вимірювання і збирати експериментальні дані але й обмінюватися ними між учителем і учнями завдяки вбудованому модулю бездротового зв'язку Wi-Fi і Bluetooth. Великий кольоровий сенсорний екран з високою роздільною здатністю дозволяє легко управляти пристроєм. LabQuest-2 оснащений акселерометром для визначення його положення в просторі та вибору оптимальної орієнтації екрану. Пристрій має високу швидкість відгуку, побудови графіків і таблиць. LabQuest-2 має вбудований модуль системи навігації GPS.

При вивченні рівноприскореного руху та формуванні поняття прискорення ми проводили демонстраційний експеримент з похилою площиною (рис. 2). На похилій площині, кут нахилу якої можна змінювати за допомогою регулюючих гвинтів, встановлено датчик положення тіла. Вимірювальний комплекс LabQuest-2 підключали до персонального комп'ютеру, який дозволяв відображати на екрані положення (координату) візка що рухається, його швидкість та час.

Метою проведення експерименту було вивчення закономірностей рівноприскореного руху тіла та формування у здобувачів освіти образної кінематичної моделі цього виду руху. Для повноти уявлення про закономірності рівноприскореного руху експеримент проводили для різних кутів нахилу поверхні. На екрані монітора ПК відображалися результати експерименту у вигляді таблиці та графіків залежності переміщення та швидкості від часу.

Для кожного випадку, за допомогою програмного забезпечення LoggerPro 3.15, здобувачі освіти мали можливість проводити аналіз графіків та знаходити відповідні математичні залежності переміщення та швидкості руху тіла від часу. На рисунку 3 представлені результати аналізу експериментальних даних та визначені мате-

матичні залежності переміщення (рис. 3а) та швидкості (рис. 3б) для кута нахилу  $10^\circ$ .

Програмне забезпечення дозволило визначити відповідні математичні залежності для кожного експерименту та розрахувати необхідні коефіцієнти. Результати аналізу проведеного експерименту дали залежність координати тіла від часу у вигляді формули  $x = 0,43t^2 + 0,47t + 0,17$  (рис. 3а) та залежності швидкості від часу у вигляді формули  $v = 0,87t + 0,46$  (рис. 3б). Здобувачам освіти пропонували порівняти ці формули з відомими рівняннями для рівноприскореного руху, провести аналіз результатів експерименту та встановити фізичний зміст отриманих коефіцієнтів.

Більш складним для розуміння є коливальний рух. Для формування кінематичної та динамічної моделей коливального руху ми збирали установку яка складалася з датчика вимірювання сили, спіральної пружини, вантажів різної маси та датчика положення тіла. Датчики підключалися до цифрового вимірювального комплексу LabQuest 2, який був підключено до ПК. При проведенні експерименту на екран монітора ПК виводилися значення та графіки залежності зміни сили пружності маятника, положення (координати) вантажу та зміни швидкості руху вантажу від часу.

Здобувачі освіти вимірювали основні параметри коливального руху при різних значеннях маси вантажу та коефіцієнта жорсткості пружини маятника. За допомогою програмного забезпечення LoggerPro 3.15, знаходили кінематичні та динамічні математичні залежності (див. рис. 4).



Рис. 2. Обладнання для вивчення рівноприскореного руху тіла

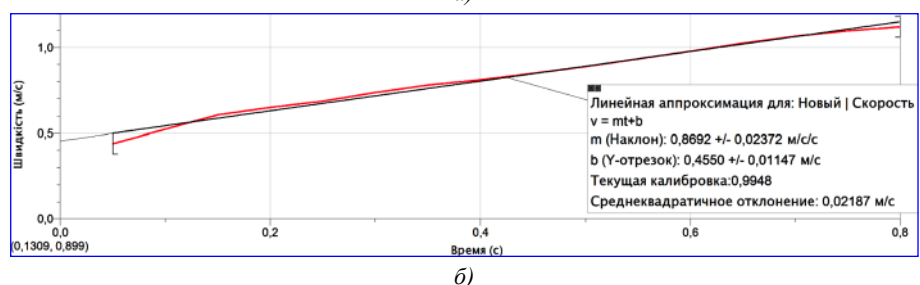
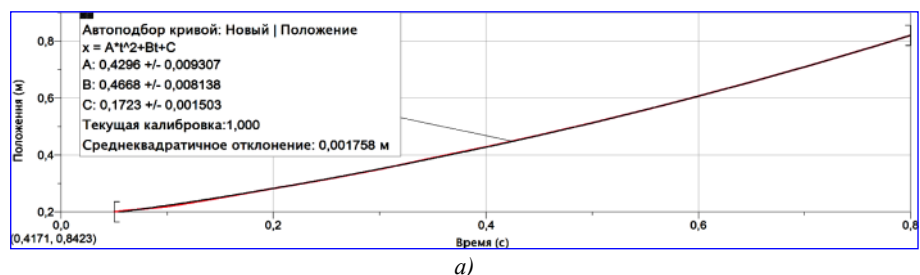


Рис. 3. Графіки залежності положення (а) та швидкості (б) візка від часу для кута похилої площини  $10^\circ$

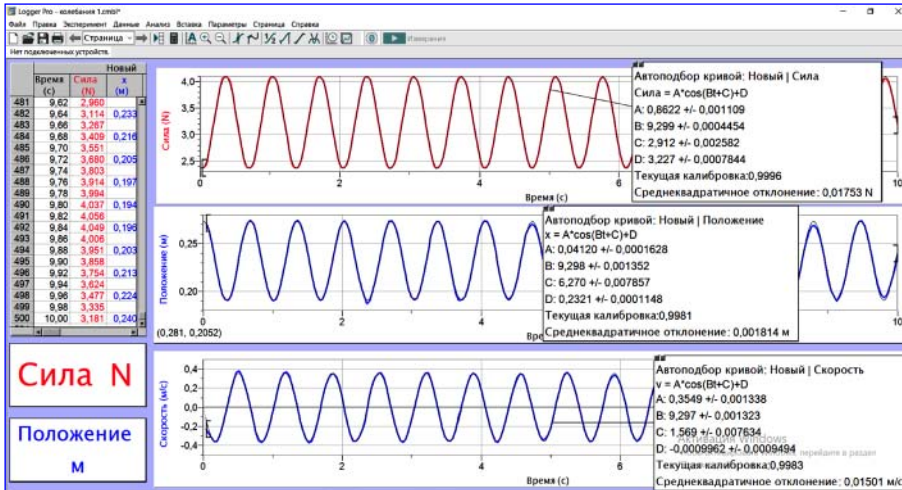


Рис. 4. Графіки залежностей сили пружності, координати та швидкості від часу

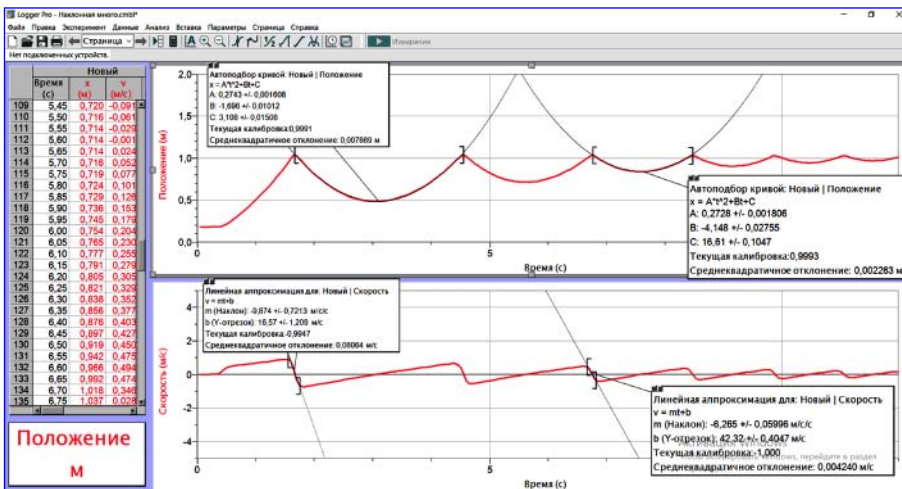


Рис. 5. Залежності координати та швидкості візка від часу при скочуванні з похилої площини

За результатами проведеного експерименту визначили період коливань ( $T = 0,665$  с), циклічну частоту ( $\omega = 2\pi/T$ )  $\omega = 9,4$  рад/с, амплітуду.

Аналіз результатів проведеного експерименту, за допомогою програмного забезпечення, дозволив визначити (рис. 4) коефіцієнти та основні математичні залежності зміни сили пружності від часу ( $F = 0,86 \cos(9,3t + 2,9) + 3,2$ ), положення тіла що здійснює коливання ( $x = 0,041 \cos(9,3t + 6,3) + 0,23$ ), швидкості коливального руху ( $v = 0,35 \cos(9,3t + 1,57)$ ). Студентам пропонували встановити фізичний зміст коефіцієнтів, порівняти отримані результати з відомими формулами та визначити зсув фаз між максимальними значеннями сили пружності, швидкості коливального руху та координатою тіла що здійснює коливання.

Для формування більш складних моделей механічних рухів здобувачам освіти пропонували провести дослідження рівноприскореного руху тіла на похилій площині та під дією сили пружності. Експериментальна установка складалася з похилої площини, кут нахилу якої можна змінювати, візка із закріпленою пружиною, датчика положення тіла (рис. 2). Візок рухався по похилій площині з прискоренням і в нижчій точці він пружно відштовхувався. Після пружного зіткнення візок підіймався вгору на певну висоту і знову скочувався. Цей процес є періодичним з поступовим зменшенням висоти підйому візка (рис. 5).

Для побудови моделі цього руху студентам пропонували дослідити графіки процесу та побудувати математичні моделі на окремих ділянках. За допомогою програмного забезпечення, на відрізьку часу від 1,666 до 4,554 с, визначили залежність координати від часу за формулою  $x = At^2 + Bt + C$  (рис. 5). Підставляючи значення експериментально отриманих значень коефіцієнтів визначили:  $x_1 = 0,27t^2 - 1,67t + 3,1$ . На ділянці від 6,752 до 8,488 с відповідно визначили:  $x_2 = 0,27t^2 - 4,15t + 16,6$ .

Аналогічні дослідження проводили для знаходження залежності швидкості руху візка від часу. На ділянці від 1,552 до 2,128 с рівняння має вигляд  $v_1 = -9,87t + 16,57$ . На ділянці від 6,647 до 6,817 с –  $v_2 = -6,26t + 42,32$  (рис. 5). Студентам пропонували провести аналіз залежностей  $x_1$ ,  $x_2$  та  $v_1$ ,  $v_2$ , порівняти та визначити фізичний зміст коефіцієнтів. На основі результатів проведених досліджень студенті, на якісному рівні пояснювали всі процеси що відбуваються при скочуванні візка з похилої площини.

Використання цифрових технологій при проведенні навчального фізичного експерименту при вивченні механіки дозволяє: одночасно спостерігати реальний процес; бачити графічні залежності між величинами що досліджуються; отримувати залежності між фізичними величинами у вигляді математичних формул. Отримання в стислому вигляді значного об'єму інформації про об'єкт що досліджується, забезпечує наочність та значно підвищує рівень засвоєння навчального матеріалу. Застосування програмного забезпечення дає можливість аналізувати графіки експериментального дослідження процесів та швидко знаходити математичні залежності між фізичними величинами. Такий підхід до експериментального вивчення процесів із залученням цифрових технологій, сприяє формуванню уявних фізичних моделей реальних процесів та їх математичних моделей. Запропонована методика може бути корисною при організації експериментальної дослідницької роботи здобувачів освіти та використанні STEM-технологій у навчанні.

### Список використаних джерел:

1. Зикова К.М., Шишкін Г.О. Формування предметної компетентності при вивченні газових законів з використанням ІКТ. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка*. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільського національний університет імені Івана

- Огієнка, 2020. Вип. 26. С. 60-63. DOI: <https://doi.org/10.326626/2307-4507.2020-26.60-63>
2. Зикова К.М., Шишкін Г.О. Фізичні моделі та їх формування в системі профільного навчання. *Наукові записки. РВВ КДПУ ім. В. Винниченка*. Кропивницький, 2017. Вип. 12. Ч. 1. С. 67-73.
  3. Косошов І.Г., Шишкін Г.О. Практико-орієнтовані задачі з фізики в навчальному процесі загальноосвітньої школи. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету*. Чернігів, 2017. Вип. 146. С. 144-147.
  4. Піменов Д.О., Сосницька Н.Л. Дослідження стану термодинамічної системи на основі імітаційного комп'ютерного моделювання. *Наукові записки. РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка*. Кіровоград, 2014. Вип. 5. Ч. 2. С. 160-165
  5. Шишкін Г.О., Зикова К.М. Аналіз джерел здобуття інформації учнями при вивченні фізики. *Наукові записки: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка*. Кропивницький, 2018. Вип. 168. С. 292-294.
  6. Finkelstein N.D., Adams W.K., Keller C.J., Kohl P.B., Perkins K.K., Podolefsky N.S. & LeMaster R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: a study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Phys. Rev. Spec. Top. – Phys. Educ. Res*, 1. 1-8. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.1.010103>
  7. Gregorcic B. & Bodin M. (2017). Algodoo: a tool for encouraging creativity in physics teaching and learning. *Phys. Teach.*, 55, 25-8. DOI: <https://doi.org/10.1119/1.4972493>
  8. Keller C.J, Finkelstein N.D., Perkins K.K. & Pollock S.J. (2006). Assessing the effectiveness of a computer simulation in conjunction with tutorials in introductory physics in undergraduate physics recitations. *AIP Conf. Proc.* 818. P. 109-12. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.2177035>
  9. Shyshkin G.A., Bandurov S.O. Digital electronics in an educational experiment in physics. *European science review*. Vienna, 2014. № 9-10. Pp. 84-87.

Gennadiy Shyshkin, Klavdiya Zykova

Berdyansk State Pedagogical University

## DIGITAL TECHNOLOGIES IN BUILDING MODELS OF MECHANICAL MOVEMENT AND INTERACTION OF BODIES

Improving the quality of teaching physics is impossible without the formation of education applicants' skills in constructing figurative physical models of phenomena and processes under study. The formation of physical and mathematical models of dependencies between physical quantities is one of the urgent problems of the methods of teaching physics. Our research is devoted to the problem of the formation of imaginary models of physical processes in physics among students and senior students of secondary education institutions based on the use of digital technologies. A digital measuring complex was used in the work together with a personal computer. It has been proven that conducting an educational physical experiment with the simultaneous display of the research results in the form of tables and graphs increases the level of assimilation of educational material. In order to form the skills of building mathematical models of various types of mechanical movement and interaction of bodies among applicants for education, it is proposed to use software and methods of digital processing of the results of the experiment. Changes in the parameters of objects with the simultaneous finding of the corresponding mathematical dependencies makes it possible for education applicants to establish relationships between mathematical symbols and physical quantities. This approach provides the formation of skills to build mathematical models of processes or objects and significantly increases the quality of assimilation of educational material.

**Key words:** training experiment, figurative model, mechanical movement, digital technologies.

Отримано: 18.10.2021