

УДК 371.314:373.62

DOI 10.31494/2412-9208-2019-1-3-246-255

INDEPENDENT WORK OF FUTURE ENGINEERS САМОСТІЙНА РОБОТА МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ

Ludmila GULIAEVA,

Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-9766-4860>

ludmila_gulyaeva@mail.ru

Людмила ГУЛЯЄВА,

кандидат педагогічних наук,
доцент

Tatiana GULIAEVA,

Candidate of Technical Sciences

<https://orcid.org/0000-0002-6408-0463>

tanko.ho1@gmail.com

Тетяна ГУЛЯЄВА,

кандидат технічних наук

National University "Zaporizhzhya
Polytechnic"

✉ 64 Zhukovskoho St.,
Zaporizhzhya, 69063

Національний університет
"Запорізька політехніка"

✉ вул. Жуковського, 64,
м. Запоріжжя, 69063

Original manuscript received: October 10, 2019

Revised manuscript accepted: December 16, 2019

ABSTRACT

The article draws attention to the fact that the organization of the educational process in physics for future engineers is a complex and multifaceted process. It aims at the formation of fundamental system theoretical knowledge and practical skills, skills of future engineers, as a basis for understanding, mastering technical and special disciplines of engineering specialty, as well as the readiness and ability to apply fundamental ZUN in professional activity. The didactic support vector of the educational process is aimed at updating the procedural and substantive components regarding the organization and independent work of future engineers according to the higher education standard of Ukraine for the first (bachelor) level. The article outlines some ways of organizing the future work of future specialists in physics in the field of knowledge 13 – Mechanical Engineering, specialties 136 – "Metallurgy". The article focuses on the fact that conscious preparation of future engineers for laboratory work is subordinated to achieving the result of the student's educational activities of the expected program results of training of future engineers. The example of a mechanism with a friction kinematic coupling during theoretical preparation for the experimental study of the fundamental law of rotational motion dynamics shows some steps to achieve the expected program results of training of future engineers, for example, PR01 "conceptual knowledge and understanding of the basic sciences underlying the relevant sciences metallurgy, at the level necessary to achieve other results of the educational program".

Key words: fundamental and professional knowledge, independent work, expected programmatic learning outcomes, mechanism with frictional kinematic coupling.

Вступ. Освітній процес щодо підготовки майбутніх інженерів у закладах вищої освіти здійснюється під час проведення навчальних занять, самостійної роботи, практичної підготовки, контрольних заходів (закон

України “Про вищу освіту”, 2014-2019). Згідно з законом України “Про вищу освіту” основними видами навчальних занять у закладах вищої освіти з фізики є лекції, лабораторні, практичні, індивідуальні заняття, консультації. Освітній процес у технічному вищому навчальному закладі здійснюється згідно зі Стандартом вищої освіти (*Стандарт вищої освіти, 2018*). У цьому документі визначені загальні, фахові компетентності та результати навчання бакалаврів за певною спеціальністю, що відповідає дескрипторам Національної рамки кваліфікацій (НРК). Галузевий стандарт вищої освіти України (*Галузевий стандарт, 2012*) – стандарт щодо освітніх послуг у галузі вищої освіти. Методичні рекомендації (*Методичні рекомендації, 2017*) орієнтують розробника робочої навчальної програми та навчально-методичного комплексу взагалі визначити та структурувати результати навчання, компетентності майбутніх фахівців згідно зі Стандартами вищої освіти України.

Фундаментальна дисципліна “фізика” розглядається як компонент цілісної системи підготовки за освітньо-кваліфікаційним рівнем бакалавр за певним напрямком для подальшого здійснення фахової діяльності інженера. Стандарт вищої освіти – важливий чинник щодо організації викладачем фізики освітнього процесу під час підготовки фахівців певного профілю. У процесі освітньої діяльності відбувається активна взаємодія викладача фізики та студентів. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати загальні та фахові компетентності. Результатом освітньої діяльності студента є задоволення попередньо усвідомленої потреби щодо опанування рівнем освітньої та професійної підготовки фахівця відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня певної спеціальності. Отже, як бачимо, діяльність викладача фізики підпорядковується досягненню результату освітньої діяльності студента, а розробка навчально-методичного комплексу і виконання вимог Стандарту вищої освіти є важливим чинником освітньої діяльності викладача щодо підготовки висококваліфікованих фахівців.

Значний внесок у дослідження проблеми організації освітнього процесу з фізики в закладах вищої освіти зробили А. Андреев (*Андреев, 2018*), І. Агібова (*Агібова, 2010*), О. Іваницький (*Іваницький, 2001*), В. Сергієнко (*Сергієнко, 2004*), Є. Соколов (*Соколов, 2018*), В. Шарко (*Шарко, 2007*), М. Шут (*Шут, 2004*) та інші науковці, методисти, викладачі. Аналіз наукової літератури та педагогічного досвіду свідчить про те, що це питання в контексті реформування вищої школи вимагає подальшого пошуку нових та оновлення дидактичних підходів щодо узгодженості опанування фундаментальними та фаховими дисциплінами майбутніми інженерами з метою застосування фундаментальних ЗУН у фаховій діяльності під час їхньої самостійної роботи.

Мета дослідження. Розглянемо деякі окремі підходи щодо формування в майбутніх інженерів системних фундаментальних теоретичних знань та практичних умінь та навичок як бази для засвоєння технічних та спеціальних дисциплін інженерної спеціальності в процесі планування та виконання завдань самостійної роботи бакалаврів,

зокрема, зі спеціальності 136 – Металургія під час їхньої підготовки до експериментального дослідження основного закону динаміки обертального руху.

Методи дослідження: теоретичні, емпіричні, експериментальні.

Результати та дискусії. Самостійну роботу майбутніх інженерів ми розглядаємо в контексті здійснення динамічної інтеграції знань, умінь, навичок, способів мислення для продовження їхньої навчальної та професійної діяльності. Формування системних емпіричних, теоретичних знань, практичних умінь та навичок майбутніх інженерів, а також їхньої готовності та здатності щодо застосування фундаментальних ЗУН у фаховій діяльності, на наш погляд, підпорядковується синхронізації дій учасників освітнього процесу під час планування, здійснення самостійної роботи майбутніми фахівцями. Деталізуємо деякі етапи спільної діяльності викладача та майбутніх інженерів у контексті визначеної вище мети дослідження.

I етап. Усвідомлення суб'єктами освітньої діяльності результату навчання майбутніх інженерів згідно з нормативними документами щодо організації та здійснення освітнього процесу у ВНЗ.

Згідно зі Стандартом вищої освіти України в результаті вивчення дисциплін 136 – Металургія повинні бути сформовані загальні, фахові компетентності відповідно до дескриптора Національної рамки кваліфікацій НРК, усвідомлені наукові основи, технології та обладнання металургії.

II етап. Ознайомлення суб'єктів освітньої діяльності з навчальними дисциплінами, нормативною та варіативною частинами Галузевого стандарту вищої освіти України, змістовними модулями та їх блоками, що входять до навчальних дисциплін, а також уміннями, які відповідають змістовному модулю.

Галузевий стандарт вищої освіти України зі спеціальності 136 – Металургія, спеціалізації “Ливарне виробництво чорних та кольорових металів та сплавів” орієнтує викладача фізики з колом питань та вимог щодо здатності застосування фундаментальних знань для виконання професійної діяльності; дисциплін професійної, практичної підготовки зі спеціальних видів діяльності, вивчення яких спирається на дисципліну “Фізика”; дисциплін, що передують вивченню дисципліни “Фізика”: дисциплін природничо-наукової підготовки (вища математика, хімія) та дисциплін гуманітарної та соціально-економічної підготовки (українська мова за професійним спрямуванням, логіка, психологія, іноземна мова),

III етап. Виділення цільового компоненту освітньої діяльності.

У Стандарті вищої освіти України визначено, що в результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати загальні та фахові компетентності, а також окреслені очікувані програмні результати навчання майбутніх інженерів. Наприклад, один із очікуваних програмних результатів навчання майбутніх інженерів – ПР01, який подано в такому формулюванні: “концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні,

необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми” (*Стандарт вищої освіти, 2018: 8*). У зв’язку з цим:

1. Викладач фізики прагне усвідомити, яким чином вивчення, наприклад, змістовного модуля “Фізичні основи механіки” сприяє формуванню певних фахових умінь майбутніх інженерів.

2. Суб’єкти освітньої діяльності виділяють такі фахові уміння, а саме: використовувати знання з механіки для пояснення принципу дії, технічних характеристик технологічного та механічного обладнання, визначати застосування на конкретних технологічних ділянках такого обладнання, уміти вибирати основне устаткування для реалізації заданого технологічного процесу; надавати результати дослідження у вигляді таблиць, графіків, будувати їх на екрані монітора, оцінювати точність отриманих результатів.

3. Згідно із зазначеним вище результатом освітньої діяльності викладач фізики прагне допомогти майбутнім фахівцям сформулювати мету освітньої діяльності щодо самостійної роботи під час підготовки та виконання лабораторного практикуму, наприклад, з теми “Вивчення основного закону динаміки обертального руху”, а саме: продовжувати набувати досвід щодо аналітико-синтетичної діяльності шляхом теоретичного обґрунтування фізичних знань у фаховій ситуації.

IV етап. З’ясування теоретичного компоненту освітньої діяльності.

1. З’ясувати роль фундаментальних фізико-математичних знань для змістовного наповнення освітньої діяльності майбутніх фахівців.

Фундаментальні знання – це інваріанти щодо готовності опанувати фахові знання майбутніми інженерами, наприклад, згідно зі спеціалізацією «Обладнання та технології ливарного виробництва». Формування системи відповідних фундаментальних знань, навичок, досвіду, здібностей, ставлення надасть можливість готовності та здатності майбутніми фахівцями обґрунтовано застосовувати їх у сфері інженерної діяльності.

2. Змістове наповнення освітньої діяльності майбутніх фахівців спрямовуємо на реалізацію компетентнісного підходу освітньої діяльності. Згідно змістовних ліній фундаментальних дисциплін виділяємо зі змістовного модуля “Фізичні основи механіки” фундаментальні фізико-математичні знання для виконання лабораторного дослідження з теми “Вивчення основного закону динаміки обертального руху” з метою розуміння майбутніми інженерами фахових знань.

Сформулювати результати навчання (*Горський, 1978*).

Знання. *Встановлювати зв’язок між поняттями, законами.*

Фундаментальні фізичні знання, уміння:

- *поняття*: сила, момент інерції, момент сили, кутова швидкість, кутове прискорення,

- *закони*: закон динаміки для поступального руху, закон динаміки для обертального руху;

- *уміти* інтерпретувати результати дослідження; виконувати операції

з векторами згідно зі змістовним модулем, визначати напрямки моменту інерції, моменту сили, кутової швидкості, кутового прискорення тощо.

Фундаментальні математичні знання, уміння:

- знати, розуміти, аналізувати графіки функціональних залежностей, застосовувати аналітичний та графічний методи обробки експериментальних досліджень;

- **поняття:** вектор, властивості вектора, операції над векторами; проєкції вектора, векторний, скалярний добуток.

Фахові знання, уміння:

- розраховувати час спрацювання механізмів з електроприводом,

- принцип дії, процес роботи механізмів з електроприводом, механізмів прямолінійного руху в горизонтальному напрямку тощо.

Розуміння: класифікувати види рухів, пояснювати зв'язок закону динаміки для поступального руху та закону динаміки для обертального руху, ілюструвати взаємозв'язок між прискоренням поступального руху тіла масою m_T та тангенціальним прискоренням точки ободу шківа, знаходити рішення варіативних підходів щодо обробки результату експериментального дослідження.

Застосування знань: використовувати фізико-математичні знання для усвідомлення майбутніми інженерами принципу дії, процесу роботи механізмів прямолінійного руху в горизонтальному напрямку, розрахунку часу спрацювання механізмів з електроприводом тощо.

Аналіз, синтез: планувати, упорядковувати, аргументувати, інтегрувати результати дослідження закономірностей обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі.

Оцінювання: порівнювати результати визначення моменту сили тертя та моменту інерції графічним та аналітичним методами.

При графічному методі обробки експериментальних даних необхідно рівняння $m_T \cdot g \cdot r = \beta (j + m_T \cdot r^2) + M_{\text{терт}}$

звести до лінійної залежності типу $y = b + k \cdot x$. Якщо в цьому

рівнянні прийняти $y = m \cdot g \cdot r$, $x = \beta = \frac{2h}{t^2 \cdot r}$, $e = M_{\text{терт}}$, $k =$

$j + m_T \cdot r^2$, то одержимо $y = b + k \cdot x$. Якщо побудувати графік

цієї залежності, то можна визначити момент сили тертя та момент інерції.

За графіком визначаємо зсув прямої $y(x)$ вздовж осі OY – параметр b –

момент сили тертя. За графіком визначаємо параметр k (кут нахилу прямої залежності $y(x)$). Кутовий коефіцієнт дорівнює тангенсу кута нахилу експериментальної прямої $k = \text{tg } \alpha = \frac{\Delta y}{\Delta x}$.

Аналітичний метод щодо визначення моменту сили тертя та моменту інерції за допомогою маятника Обербека полягає у визначенні найкращих параметрів b та k та проведенні найкращої прямої $y = b + k \cdot x$.

Далі варто перевірити визначене рівняння найкращої прямої графічним та аналітичним методами за допомогою програми Excel.

Провести варіативне визначення похибки вимірювання моменту сили тертя та моменту інерції графічним та аналітичним методами.

V етап. Практичний компонент освітньої діяльності.

Наведемо приклад одного із фрагментів самостійної роботи майбутніх інженерів щодо застосування закономірностей обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі у фаховій ситуації.

Метою цієї самостійної роботи майбутніх інженерів є формування готовності та здатності щодо застосування фундаментальних ЗУН у фаховій діяльності, відпрацювання способів навчальної діяльності шляхом творчого перенесення знань до ситуації професійного спрямування на прикладі поворотного механізму з фрикційним кінематичним зв'язком (рис. 1) (Горський, 1978: 522).

Спочатку майбутні інженери надають деякі пояснення щодо будови та процесу роботи поворотного механізму з фрикційним кінематичним зв'язком.

Основні частини приводу повороту каруселі автомату такі: 1 – електродвигун та черв'ячний редуктор, 2 – фрикційний ролик, 3 – карусель, 4 – пневмоциліндр.

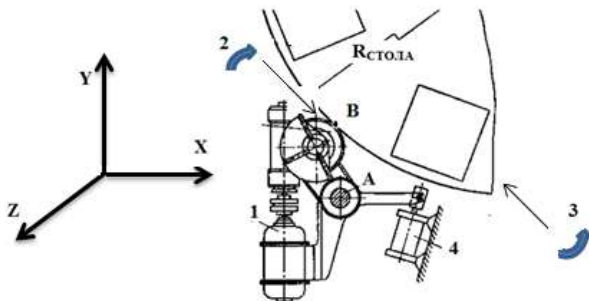


Рис. 1. Механізм з фрикційним кінематичним зв'язком

Фрикційний ролик насаджено на вихідному валу черв'ячного редуктора. Під час повороту каруселі фрикційний ролик притискається до її ободу пневмоциліндром. У процесі розгону відбувається його пробуксовка відносно ободу стола. На рис. 1 розглянуто випадок, коли фрикційний ролик повертається за годинниковою стрілкою.

Далі майбутні інженери дають відповіді на компетентнісно орієнтовані запитання (Gulyaeva, 2016), творчо переносять фундаментальні теоретичні знання (Зачек, 2002) до фахової ситуації, а результати щодо напрямків векторів відносно осі OX, OY, OZ заносять до таблиці 1.

1. Вказати напрямок кутової швидкості фрикційного ролика відносно осі OX, OY, OZ.

2. Вказати напрямок кутової швидкості каруселі (столу) відносно осі OX, OY, OZ.
3. Вказати напрямок лінійної швидкості каруселі та фрикційного ролика в точці В.
4. Порівняти значення лінійних швидкостей каруселі та фрикційного ролика.
5. Порівняти значення кутових швидкостей каруселі та фрикційного ролика.
6. Порівняти значення тангенціальних прискорень каруселі та фрикційного ролика.
7. Порівняти значення кутів повороту каруселі та фрикційного ролика.
8. Вказати напрямок кутового прискорення каруселі.
9. Вказати напрямок кутового прискорення фрикційного ролика.
10. Вказати напрямок обертального моменту у фрикційному ролику.
11. Вказати напрямок обертального моменту каруселі.

Таблиця 1

Напрямки векторів відносно осі OX, OY, OZ

№ п/п	Напрямок вектора	Фрикційний ролик			Карусель		
		OX	OY	OZ	OX	OY	OZ
1	кута повороту $d\vec{\varphi}$						
2	зміни кутової швидкості $d\vec{\omega}$						
3	кутового прискорення $\vec{\beta}$						
4	обертального моменту \vec{M}						

Наступним кроком самостійної роботи щодо формування готовності майбутніми інженерами застосовувати фундаментальні ЗУН у фаховій діяльності є розв'язання компетентнісно орієнтованих задач.

Задача 1. Процес розгону поворотного механізму із фрикційним кінематичним зв'язком супроводжується пробуксовкою фрикційного ролика. Фрикційний ролик під час обертання каруселі притискається до її ободу пневмоциліндром з силою 100 Н. Коефіцієнт тертя у фрикційній передачі дорівнює 0,4. Визначити обертальний момент, який передається механізму, що розганяється. Діаметр каруселі дорівнює 1 м.

Задача 2. Визначити момент інерції каруселі. Вважайте карусель суцільним диском товщиною 20 мм, радіусом 1 м, густина металу 7800 кг / м^3 .

Задача 3. Визначити кутове прискорення поворотного механізму із фрикційним кінематичним зв'язком. Необхідні дані можна взяти із задач 1. 2.

Задача 4. Визначити кутову швидкість поворотного механізму із фрикційним кінематичним зв'язком через 1 с.

Задача 5. На який кут повертається карусель поворотного механізму із фрикційним кінематичним зв'язком при досягненні швидкості $0,16 \text{ рад./с}^2$?

Задача 6. За який час поворотний механізм із фрикційним кінематичним зв'язком досягне робочої частоти 1,55 Гц?

Висновки з дослідження. Формування фундаментальних системних теоретичних знань та практичних умінь та навичок майбутніх інженерів як бази для усвідомлення, засвоєння технічних та спеціальних дисциплін інженерної спеціальності, а також формування готовності та здатності щодо застосування фундаментальних ЗУН у фаховій діяльності, відпрацювання способів навчальної діяльності шляхом творчого перенесення знань до ситуації професійного спрямування – складний та багатогранний процес. Вектор дидактичного забезпечення освітнього процесу спрямований на оновлення процесуальної та змістовної складових щодо організації та здійснення самостійної роботи майбутніх інженерів

Перспективами подальших досліджень з окресленої проблеми вбачаємо в розробці навчально-методичного комплексу з фізики фахового спрямування для майбутніх інженерів зі спеціальності 136 – Металургія.

Література

1. Агибова И.М., Куликова Т.Л. Самостоятельная работа студентов в вузе: виды, формы, классификация – [Електроний ресурс] – Режим доступу. – <https://cyberleninka.ru/article/v/samos-toyatel'naya-rabota-studentov-v-vuze-vidy-formy-klassifikatsii>

2. Андреев А. М. Подготовка майбутнього вчителя фізики до організації інноваційної діяльності учнів у навчальному процесі: монографія. Запоріжжя : СТАТУС, 2018. 380 с.

3. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-професійна програма підготовки бакалавра / Міністерство освіти та науки України, молоді та спорту Київ 2012.

4. Горский А.И. Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства. М.: Машиностроение, 1978. – 551с.

5. Gulyaeva L.V. Competence-oriented training physical problems for senior pupils // *4th the International Conference on the Transformation of Education, 24-30 April 2016, London.* – London: SCIEURO. – 2016. – P. 64-76.

6. Закон України «Про вищу освіту». – [Електроний ресурс] – Режим доступу. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-18>

7. Зачек І. Р., Кравчук І. М., Романишин Б. М., Габа В. М., Гончар Ф. М. Курс фізики: Навчальний підручник. Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2002 р.– 376 с.

8. Іваницький О. І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі: монографія. Запоріжжя : Прем'єр, 2001. 266 с.

9. Методичні рекомендації щодо розроблення стандартів вищої освіти – [Електроний ресурс] – Режим доступу. – <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/rekomendatsii-1648.pdf>

10. Стандарт вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня галузі знань 13 – Механічна інженерія, спеціальності 136 – Металургія. Затверджений наказом Міністерства освіти і науки України від 04.10.2018 р. № 1072 – [Електроний ресурс] – Режим доступу. – <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/136-metalurgiya-bakalavr.pdf>.

11. Сергієнко В. П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя : монографія. Київ : НПУ імені М. Я. Драгоманова, 2004. 382 с.

12. Соколов Є.П., О.А. Лозовенко Реалізація ідеї поетапного формування розумовий дій в університетському лабораторному практикумі з фізики // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. Вип. 24: STEM-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. С. 80-84.

13. Шарко В. Д. Теоретичні засади методичної підготовки вчителя фізики в умовах неперервної освіти : автореф. дис. на здобуття наук, ступеня д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2007.44 с.

14. Шут М. І., Лень А. Є. Гуманізація та інноваційна культура як основа націєтворення у підготовці фахівців з фізики. Проблеми гуманізації навчання та виховання у вищому закладі освіти : матеріали II Ірпінських міжнар. наук.-пед. читань. Ірпінь : Нац. академія ДПС України, 2004. С. 542-548.

References

1. Agy'bova Y`M, Kuly`kova T.L. *Samostoyatel'naya robota studentov v vuze: vy`dy, formy, klassy`fy`kacy`ya* [Independent work of students in the university: types, forms, classification], [Electronic resource], Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/v/samos-toyatel'naya-robota-studentov-v-vuze-vidy-formy-klassifikatsii> [in Russian].

2. Andryeyev A. M. (2018). *Pidgotovka majbutn`ogo vchy`telya fizy`ky` do organizaciyi innovacijnoyi diyal`nosti uchniv u navchal`nomu procesi* [Preparation of the future physics teacher for the organization of innovative activity of students in the educational process], monografiya, Zaporizhzhya: STATUS [in Ukrainian].

3. *Galuzevy`j standart vy`shhoyi osvity` Ukrainy`. Osvitn`o-profesijna programa pidgotovky` bakalavra* (2012). [Industry standard of higher education of Ukraine. Educational and professional bachelor's training program] [in Ukrainian].

4. Gorsky`j A.Y`. (1978). *Raschet mashy`n y` mexany`zmov avtomaty`chesky`x ly`ny`j ly`tejnogo proy`zvodstva* [Calculation of machines and mechanisms of automatic foundry production lines], Moskva: Mashy`nostroeny`e [in Russian].

5. Gulyaeva L.V., Gulyaeva T.V. (2016) *Competence-oriented training physical problems for senior pupils, 4th the International Conference on the Transformation of Education, 24-30 April 2016, London, SCIEURO*, 64-76 [in English].

6. *Zakon Ukrainy` «Pro vy`shhu osvitu»* [Law of Ukraine "On Higher Education"], [Electronic resource], Access mode: [https:// zakon.rada.gov.ua/go/1556-18](https://zakon.rada.gov.ua/go/1556-18) [in Ukrainian]

7. Zachek I. R, Kravchuk I. M., Romany`shy`n B. M., Gaba V. M., Gonchar F. M. (2002). *Kurs fizy`ky` : Navchal`ny`j pidruchny`k* [Course of Physics: Textbook], L`viv: Vy`davny`cztvo "Besky`d Bit" [in Ukrainian].

8. Ivany`cz`ky`j O. I. (2001). *Suchasni texnologiyi navchannya fizy`ky` v serednij shkoli* [Modern technologies of teaching physics in high school], monografiya, Zaporizhzhya: Prem`yer [in Ukrainian].

9. *Metody`chni rekomendaciyi shhodo rozroblennya standartiv vy`shhoyi osvity`* [Guidelines for the development of higher education standards], [Electronic resource], Access mode: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/rekomendatsii-1648.pdf> [in Ukrainian].

10. *Standart vy`shhoyi osvity` Ukrainy` dlya pershogo (bakalavr`s`kogo) rivnya galuzi znan` 13 – Mexanichna inzheneriya, special`nosti 136 – Metalurhiya. Zatverdzeny`j nakazom Ministerstva osvity` i nauky` Ukrainy` vid 04.10.2018 r. # 1072*. [Higher education standard of Ukraine for the first (bachelor) level of knowledge 13 – Mechanical engineering, specialties 136 – Metallurgy. Approved by the order of the

Ministry of Education and Science of Ukraine dated 10.10.2018 № 1072], [Electronic resource], Access mode: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/12/21/136-metalurgiya-bakalavr.pdf>. [in Ukrainian].

11. Sergiyenko V. P. (2004). *Integraciya fundamental'nosti ta profesijnoyi spryamovanosti kursu zagal'noyi fizy'ky` u pidgotovci suchasnogo vchy'telya* [Integration of fundamental and professional orientation of general physics course in preparation of modern teacher], monografiya, Ky' yiv : NPU imeni M. JI. Dragomanova [in Ukrainian].

12. Sokolov Ye.P., Lozovenko O.A. (2018). *Realizaciya ideyi poetapnogo formuvannya rozumov'y` dij v univerty'tets`komu laboratornomu prakty`kumi z fizy'ky`* [Implementation of the idea of gradual formation of mental actions in the university laboratory workshop on physics], Zbirny`k naukovy`x prac` Kam'yanecz`-Podil's`kogo nacional'nogo univerty'tetu imeni Ivana Ogiyenka. Seriya pedagogichna, 24: STEM-integraciya yak vazhly`va peredumova upravlinnya rezul'taty`vnisty`u ta yakisty`u fizy`chnoyi osvity`, 80-84 [in Ukrainian].

13. Sharko V. D. (2007). *Teorety`chni zasady` metody`chnoyi pidgotovky` vchy'telya fizy'ky` v umovax neperervnoyi osvity`* [Theoretical bases of methodical preparation of the teacher of physics in the conditions of continuous education], avtoref. dy` s. na zdobuttya nauk, stupenya d-ra ped. nauk: 13. 00. 02. Ky' yiv [in Ukrainian].

14. Shut M. I., Len` A. Ye. (2004). *Gumanizaciya ta innovacijna kul'tura yak osnova naciyetvorennya u pidgotovci faxivciv z fizy'ky`* [Humanization and innovation culture as the basis of national formation in training of specialists in physics], Problemy` gumanizaciyi navchannya ta vy`xovannya u vy`shhomu zakladi osvity` : materialy` II Irlpins'ky`x mizhnar. nauk.-ped. chy`tan`. Irlpin` : Nacz. akademiya DPS Ukrayiny`, 542-548 [in Ukrainian].

АНОТАЦІЯ

У статті звертається увага на те, що організація освітнього процесу з фізики для майбутніх інженерів – складний та багатогранний процес. Він спрямований на формування фундаментальних системних теоретичних знань та практичних умінь, навичок майбутніх інженерів як бази для усвідомлення, засвоєння технічних та спеціальних дисциплін інженерної спеціальності, а також готовності та здатності застосування фундаментальних ЗУН у фаховій діяльності. Вектор дидактичного забезпечення освітнього процесу спрямований на оновлення процесуальної та змістовної складових щодо організації та здійснення самостійної роботи майбутніх інженерів згідно стандарту вищої освіти України для першого (бакалаврського) рівня. В статті окреслені деякі шляхи організації самостійної роботи майбутніх фахівців з фізики в галузі знань 13 – Механічна інженерія, спеціальності 136 – “Металургія”. Акцентується увага на тому, що усвідомлена підготовки майбутніх інженерів до лабораторних робіт підпорядковується досягненню результату освітньої діяльності студента – очікуваних програмних результатів навчання майбутніх інженерів. На прикладі механізму з фрикційним кінематичним зв'язком під час теоретичної підготовки до експериментального дослідження основного закону динаміки обертового руху показані певні кроки щодо досягнення очікуваних програмних результатів навчання майбутніх інженерів, наприклад, ПР01 “концептуальні знання і розуміння фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації металургії, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми”.

Ключові слова: фундаментальні та фахові знання, самостійна робота, очікувані програмні результати навчання, механізм з фрикційним кінематичним зв'язком.