

УДК 373.5.016:53:004

DOI 10.31494/2412-9208-2023-1-2-433-441

## MONITORING AND DIAGNOSTICS OF EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS OF FUTURE PHYSICS TEACHERS IN THEORETICAL PHYSICS

### МОНІТОРИНГ І ДІАГНОСТИКА НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ З ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ

**Oleksandr SHKOLA,**

Doctor of Pedagogy, Associate  
Professor

[aleksandrshkola99@gmail.com](mailto:aleksandrshkola99@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-9946-446X>

Berdiansk State Pedagogical  
University,

✉ 4, Schmidta St., Berdiansk,  
Zaporizhzhia oblast, 71100, Ukraine

**Олександр ШКОЛА,**

доктор педагогічних наук, доцент

Бердянський державний  
педагогічний університет,

✉ вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ,  
Запорізька обл., 71100, Україна

Original manuscript received: August 08, 2023

Revised manuscript accepted: August 30, 2023

#### ABSTRACT

*The article examines the theoretical and methodological aspects of the implementation of system monitoring and diagnostics of the level of educational achievements of future physics teachers in theoretical physics. It was noted that the quality of educational results of students in the discipline and their compliance with state regulatory requirements depends primarily on the proper systematic organization of the educational process and the introduction as an informational model of a complete educational and methodological complex, created on a single methodological basis and oriented to the formation of the most complete and holistic ideas about the modern physical picture of the world and its evolution. The structure and content of the author's educational and methodological complex in theoretical physics (using the example of the course «Thermodynamics and statistical physics»), which is implemented in a number of domestic pedagogical institutions of higher education, is highlighted. In the curriculum for the generalization of students' knowledge in theoretical physics, as an element of this complex, the components of their educational achievements are given, namely, based on the structuring of knowledge elements, the content of the scientific-theoretical and practical-activity components of professional competence for each separate content module is determined and specified. Forms of control, objects of evaluation in the process of their implementation and indicators of the level of educational achievements of students in theoretical physics according to the ECTS scale have been determined. The methodical features of conducting complex control works as a means of final diagnosis of the success of students' studies and the achievement of projected educational, educational and developmental goals of the educational discipline «Theoretical Physics» are characterized. It is noted that the monitoring and diagnosis of educational achievements of future physics teachers in theoretical physics can serve as a factor in their personal and professional growth, as well as a source of information about the state of teaching physics in a higher pedagogical educational institution.*

**Keywords:** theoretical physics, monitoring and diagnosis of educational achievements of future physics teachers.

**Вступ.** Курс теоретичної фізики традиційно завершує фундаментальну підготовку майбутніх учителів фізики в закладі вищої освіти, відіграючи особливу роль у їх особистісному і професійному становленні. Він не тільки розвиває пізнавальний інтерес, інтелектуальні і творчі здібності, поглиблює і розширює знання про зміст фундаментальних фізичних теорій і відповідної картини світу, але й сприяє формуванню найважливішого компоненту їх фахової компетентності – наукового світогляду і стилю мислення. Очевидно, що викладання навчальної дисципліни у педагогічному університеті має свою специфіку, що пов'язано з реалізацією провідних дидактичних принципів педагогіки вищої школи – фундаментальності та професійної спрямованості підготовки майбутніх фахівців. Важливим є не тільки розуміння та осмислення студентами навчального матеріалу на першому етапі опанування дисципліни, а передусім ефективне застосування набутих предметних, світоглядних і методологічних знань у процесі подальшого пізнання і практичної професійно зорієнтованої діяльності. Саме ці принципи диктують цілі, завдання, структуру, зміст і технології навчання курсу теоретичної фізики в педагогічному університеті.

Розв'язання актуальних освітніх завдань навчального курсу за сучасних умов військового стану в державі і дистанційного формату навчання має певні особливості, пов'язані передусім із зниженням рівня базової фізико-математичної підготовки та пізнавального інтересу здобувачів з фізики. Несистемний характер організації освітнього процесу через відсутність електрики та Інтернету, послаблення комунікації і зворотного зв'язку між його учасниками, зниження якості практичної і самоосвітньої діяльності здобувачів створює суттєві перешкоди у досягненні прогнотованих освітніх цілей навчального курсу. Як наслідок, збільшується відсоток здобувачів, рівень предметної, світоглядної і методологічної підготовки яких змінюється з достатнього до середнього показників. Отримані результати свідчать про актуальність і необхідність реалізації у навчанні теоретичної фізики діяльнісного і компетентнісного підходів, не інформаційно-репродуктивних, а особистісно орієнтованих технологій активного навчання, що сприятимуть підвищенню якості фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики відповідно до державних нормативних вимог, забезпечуватимуть їх повноцінний особистісний і фаховий розвиток.

Варто зазначити, що, незважаючи на значний науково-методичний доробок з проблеми вдосконалення змісту та якості фізичної освіти у вищій педагогічній школі України (П. Атаманчук, Л. Благодаренко, І. Богданов, В. Заболотний, О. Іваницький, О. Ляшенко, М. Мартинюк, І. Сальник, В. Сергієнко, М. Шут та ін.), проблема реалізації у навчанні теоретичної фізики цілісного методичного підходу, що забезпечуватиме належну фундаментальну підготовку здобувачів з обов'язковою системною і неперервною діагностикою її результатів за сучасних освітніх умов залишається актуальною. У зв'язку з цим *метою статті* є

висвітлення теоретико-методичних аспектів реалізації системного моніторингу і діагностики навчальних досягнень майбутніх учителів фізики з теоретичної фізики.

**Методи та методики дослідження.** Для досягнення мети використано комплекс загальнонаукових методів: аналіз і синтез – для опрацювання державних нормативних освітніх документів, навчально-методичних праць, робочих програм курсу теоретичної фізики педагогічних університетів; спостереження, бесіди зі студентами і викладачами – для з'ясування ставлення і шляхів розв'язання актуальних питань досліджуваної проблеми; систематизація та узагальнення – для опрацювання результатів дослідження, формулювання висновків і визначення напрямів подальших наукових пошуків.

**Результати та дискусії.** Якість освітніх результатів майбутніх учителів фізики з курсу теоретичної фізики та їх відповідність державним нормативним вимогам залежить передусім від належної системної організації освітнього процесу та запровадження в якості інформаційної моделі цілісного навчально-методичного комплексу, створеного на єдиній методологічній основі і зорієнтованого на формування у здобувачів найповніших уявлень про структуру і зміст сучасної фізичної картини світу як провідного компоненту наукового світогляду і фахової компетентності [2]. Протягом останніх років нами розроблено і впроваджено в ряді педагогічних закладів вищої освіти такий навчально-методичний комплекс (на прикладі курсу «Термодинаміка і статистична фізика»). До його складу входить: модульна навчальна програма курсу, навчально-методичні посібники до лекційних, практичних і семінарських занять (з грифом МОН України), збірник якісних питань і тестових завдань, посібник з узагальнення знань студентів (переможець Всеукраїнського конкурсу у номінації «кращий навчальний посібник» 2022 року від Національної Академії наук вищої освіти України) [3]. Так, зокрема в останній відповідно до структури і змісту навчальної дисципліни «Теоретична фізика» на основі структурування елементів знань представлено зміст складових навчальних досягнень (фахової компетентності) студентів для кожного окремого змістового модулю. Програма містить таблицю, в якій відповідно і послідовно представлено: 1) зміст всіх тем (розділів) навчальної дисципліни; 2) перелік фізичних понять, величин, явищ, ефектів, методів, дослідів, моделей, законів, принципів, постулатів, теорем, рівнянь, які підлягають засвоєнню; 3) набір якісних теоретичних і практичних завдань, які студенти мають опанувати під керівництвом викладача і самостійно (у формі: пояснити, зобразити і проаналізувати, моделювати, вивести і визначити, розв'язати, зробити висновки філософського та методологічного характеру). Такий варіант компонування навчального матеріалу дозволяє відмежувати його основну частину, що має найбільш важливе професійно-педагогічне значення, від допоміжного та представити його як певну систему елементів знань – складових фахової компетентності майбутніх учителів фізики. Побудова програми за

модульною схемою спрямована на максимальну індивідуалізацію процесу навчання, продуктивну пізнавальну аудиторну роботу студентів, їх системну самоосвіту і самоконтроль.

Згідно робочої програми дисципліни «Теоретична фізика» формами контролю успішності навчання здобувачів є: *поточний контроль* на основі усного опитування, тестування, самостійних/контрольних робіт, колоквіумів у ході аудиторних занять та *підсумковий модульний контроль* (екзамен). Основна мета поточного контролю – перевірка рівня та якості засвоєння студентами програмного матеріалу, умінь практичного застосування набутих знань, забезпечення неперервного і системного зворотного зв'язку, управління мотивацією та корекція їх навчально-пізнавальної діяльності. Форма проведення підсумкового модульного контролю (ПМК), зміст і структура екзаменаційних білетів, критерії оцінювання відповідей студентів зазначаються у робочій програмі навчальної дисципліни та доводяться до їх відома на першому занятті. Студент умовно допускається до ПМК за умови відвідування більшої частини лекційних, практичних і семінарських занять та успішного виконання усіх передбачених програмою самостійних навчально-пізнавальних завдань. Основним завданням ПМК є перевірка глибини й системності засвоєння студентами програмного матеріалу курсу, рівень володіння понятійним і математичним апаратом, здатності творчого використання накопичених знань при розв'язанні теоретичних і практичних завдань професійного спрямування. *Об'єктами оцінювання під час проведення ПМК* є знання та вміння студентів, а також рівень самостійності мислення та світоглядної культури, зокрема:

- розуміння структури, змісту і меж застосування фундаментальних фізичних теорій (наукові факти, поняття і величини, гіпотези, моделі, постулати, закони), а також пояснення на їх основі властивостей і закономірностей природних явищ і процесів із застосуванням відповідного математичного апарату;

- усвідомлення змісту фундаментальних фізичних принципів і взаємодій як основи єдності законів природи та одночасно з'єднувальної ланки між провідними теоріями, що складають основу сучасної фізичної картини світу;

- сформованість матеріалістичних уявлень і переконань про найважливіші аспекти сучасної фізичної картини світу (матеріальну єдність світу, невичерпність, закономірний зв'язок і взаємозумовленість природних явищ, об'єктивний характер і відносність пізнання, важливість фізичної науки у суспільному розвитку і духовній культурі людей); володіння діалектико-матеріалістичним підходом до тлумачення фізичних явищ і процесів з використанням загальнонаукових методів пізнання та прийомів логічного мислення;

- використання загальних методів та алгоритмів розв'язування типових практичних задач курсу, вирішення проблемних та евристичних завдань;

- усвідомлення проблемних питань сучасної фізики та підходів до їх вирішення; екологічних та енергетичних проблем людства, зумовлених наслідками науково-технічного прогресу, та можливостей їх усунення або попередження;

- обізнаність з історією основоположних відкриттів фізики, етапами становлення й розвитку фізичних теорій, внеском видатних вітчизняних і зарубіжних учених у певну галузь науки і техніки; сформованість ціннісного відношення до наукової спадщини як елементу загальнолюдської культури.

За результатами освітньої діяльності протягом семестру і накопичених балів під час ПМК студент може отримати за шкалою ECTS від 0 до 100 балів:

- «відмінно» (рівень *A*, 90 – 100 балів): студент на високому рівні опанував навчальний матеріал курсу, пояснюючи зміст основних фізичних явищ, дослідних фактів, понять, принципів, законів і теорій; володіє діалектико-матеріалістичним підходом до тлумачення фізичних явищ і процесів з використанням загальнонаукових методів пізнання та прийомів логічного мислення; демонструє вміння і навички ефективного застосування знань у розв'язанні практичних задач та якісних завдань із застосуванням відповідних математичних методів; наводить приклади застосування наукових знань у техніці і сучасних технологіях; послідовно й логічно аргументує власні міркування і відповіді, свідомо обирає науково обґрунтовану відповідь; демонструє самостійність і критичність мислення, незалежність у прийнятті рішень, ціннісне ставлення до наукової спадщини, процесів наукового і навчального пізнання;

- «добре» (рівень *B*, 78 – 89 балів): студент дає відповідь, що задовольняє вимоги на оцінку «відмінно», але допускає та самостійно виправляє окремі неточності й помилки; достатньою мірою обґрунтовує відповідь і власні міркування;

- «добре» (рівень *C*, 65 – 77 балів): студент дає відповідь, що задовольняє вимоги на оцінку «відмінно», але допускає неточності й помилки (серед яких є суттєві), які виправляє за допомогою викладача; у процесі розв'язання якісних питань і практичних задач правильно обирає орієнтовну основу дій, обґрунтовує власні міркування і відповіді;

- «задовільно» (рівень *D*, 58 – 64 бали): студент відтворює зміст більшої частини навчального матеріалу; допускає логічні і фактичні помилки у висвітленні сутності основних наукових фактів, фізичних явищ, понять, принципів, законів і теорій; у процесі розв'язування типових практичних задач та якісних завдань допускає значну кількість суттєвих помилок, які виправляє зі сторонньою допомогою; відповіді на запитання неповні та недостатньо обґрунтовані, не здатний самостійно зробити висновки та узагальнення;

- «задовільно» (рівень *E*, 50 – 57 бали): студент демонструє рівень набутих знань, що не перевищує 50%; значну частину навчального матеріалу відтворює на репродуктивному рівні; допускає суттєві помилки

під час вирішення якісних і практичних завдань, здійснює найпростіші математичні дії; відповіді на запитання однослівні, неповні та недостатньо обґрунтовані; не здатний самостійно зробити висновки та пояснити власні міркування;

- «незадовільно» (рівень *F<sub>X</sub>*, 35 – 49 балів): студент демонструє рівень набутих знань, що не перевищує 30%; значну частину матеріалу відтворює на репродуктивному рівні; допускає значну кількість суттєвих помилок; не розв'язує типові задачі, не відповідає на запитання; при розв'язуванні якісних завдань не здатний задіяти абстрактне і логічне мислення, самостійно зробити висновки та узагальнення, пояснити власні міркування;

- «незадовільно» (рівень *F*, 1 – 34 бали): студент виявляє повне незрозуміння програмного матеріалу, на рівні елементарного розпізнавання і відтворення основних фактів і положень припускається значної кількості суттєвих помилок; не розв'язує типові задачі, не відповідає на запитання; не здатний самостійно зробити висновки та не пояснює власні міркування.

Для запобігання репродуктивного характеру перевірки навчальних досягнень студентів з теоретичної фізики та реалізації диференційованого підходу під час поточного і підсумкового модульного контролю передбачається використання якісних теоретичних питань, розв'язання практичних задач різного типу і рівня складності, проведення фізичних диктантів, тестування, самостійне розв'язання задач, підготовка рефератів і презентацій за результатами опрацювання літературних джерел з обов'язковим виступом та колективним обговоренням на семінарах, виконання індивідуальних завдань, розрахунково-графічних робіт тощо. Діагностику знань і вмінь студентів доцільно також здійснювати під час роботи наукового гуртка, проблемних груп, участі в студентських наукових конференціях, творчих конкурсах.

Засобами підсумкової діагностики успішності вивчення студентами дисципліни «Теоретична фізика» традиційно виступають комплексні контрольні роботи (ККР), що складаються з різнопланових завдань рівнозначної складності відповідно до робочої програми навчального курсу. Вирішення завдань ККР протягом двох академічних годин потребує від студентів виявлення не тільки рівня теоретичних знань, але й творчої розумової діяльності у розв'язанні різноманітних якісних і практичних завдань курсу. Окрім діагностики рівня фундаментальної підготовки студентів ККР надають викладачеві важливу інформацію про рівень логічності і критичності їх мислення, рефлексії власних пізнавальних дій, світоглядні уявлення і переконання, особистісні якості та у підсумку результати власної педагогічної діяльності. Систематизація та узагальнення підсумкових результатів виконання студентами ККР з теоретичної фізики дозволяє виявити рівень досягнення у процесі навчання:

1) *освітніх цілей* – засвоєння студентами основних положень фундаментальних фізичних теорій та меж їх застосування; оволодіння науковою термінологією та математичним апаратом; сформованість цілісних уявлень про структуру і зміст сучасної фізичної картини світу, методологію наукового пізнання, ключові теоретичні і методологічні проблеми сучасної фізики та наукові підходи до їх розв'язання; політехнічна освіченість;

2) *виховних цілей* – сформованість у студентів діалектико-матеріалістичного світогляду; працелюбності, відповідальності, наполегливості у подоланні інтелектуальних ускладнень, потреби у постійній самоосвіті та професійному самовдосконаленні; національної самосвідомості, ціннісного відношення до наукової спадщини і навчального пізнання;

3) *розвивальних цілей* – сформованість логічного мислення, умінь розв'язування практичних задач навчального курсу з використанням математичного апарату, графічних засобів, довідникової літератури, комп'ютерної техніки; умінь і навичок самоосвіти, культури мовлення і спілкування.

Отже, моніторинг і діагностика навчальних досягнень студентів з теоретичної фізики як невід'ємний компонент цілісного методичного підходу забезпечує не тільки реалізацію загальновідомих педагогічних функцій освітнього процесу, але й слугує чинником їх особистісного і професійного зростання, виступаючи одночасно джерелом інформації про стан викладання фізики у вищому навчальному закладі.

**Висновки.** Проблема підвищення рівня фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики за сучасних освітніх умов потребує реалізації цілеспрямованого методичного підходу, що забезпечуватиме на основі активних технологій навчання якісне засвоєння навчальної інформації, особистісне і фахове зростання. Останнє передбачає належну системну організацію освітнього процесу з використанням в якості інформаційної моделі цілісного навчально-методичного комплексу, створеного на єдиній методологічній основі та системній і неперервній діагностиці рівня навчальних досягнень студентів. Перспективи дослідження вбачаємо у розробці засобів моніторингу і діагностики не тільки рівня фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики, але й якісних сторін мислення, професійно важливих якостей особистості, що дозволить оцінити їх відповідність суспільним очікуванням та державним нормативним вимогам в контексті реалізації у сучасній фізичній освіті особистісно орієнтованого, діяльнісного і компетентнісного підходів.

### **Література**

1. Благодаренко Л. Ю., Шут М. І. Складові навчальних досягнень студентів з дисципліни «Загальна фізика»: критерії оцінювання та засоби діагностики. *Науковий часопис Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі*. Вип. 16 : зб. наук. праць. Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2015. С. 3–10. URL :

[https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15576/Blagodarenko\\_Shute.pdf?sequence=1](https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15576/Blagodarenko_Shute.pdf?sequence=1). (01.08.2022)

2. Школа О. В. Системно-діяльнісний підхід у навчанні теоретичної фізики в педагогічному університеті. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки* : зб. наук. праць. Вип. 2. Бердянськ : БДПУ, 2021. С. 341–349. URL : <https://pedagogy.bdpu.org.ua/wp-content/uploads/2021/11/38.pdf>. (01.07.2023)

3. Школа О. В. Навчальна програма узагальнення знань студентів з теоретичної фізики : навчальний посібник. Вінниця : ПП «ТД Едельвейс і К», 2022. 94 с.

### References

1. Blahodarenko, L. Yu., Shut, M. I. (2015). *Skladovi navchalnykh dosiahnen studentiv z dystsyplyny «Zahalna fizyka»: kryterii otsiniuvannya ta zasoby diahnostryky* [Components of educational achievements of students in the discipline «General Physics»: evaluation criteria and diagnostic tools]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriya 3. Fizyka i matematika u vyshchii i serednii shkoli. Vyp. 16* : zb. nauk. prats – The scientific journal of the M.P. Dragomanov NPU. Series 3. Physics and mathematics in higher and secondary school. Issue 16: coll. of science works. Kyiv : Vyd-vo NPU im. M. P. Drahomanova, 3-10. Retrieved from : [https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15576/Blagodarenko\\_Shute.pdf?sequence=1](https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/15576/Blagodarenko_Shute.pdf?sequence=1). [in Ukrainian].

2. Shkola, O. V. (2021). *Systemno-dialinisnyi pidkhid u navchanni teoretychnoi fizyky v pedahohichnomu universyteti* [Systemno-dialinisnyi pidkhid u navchanni teoretychnoi fizyky v pedahohichnomu universyteti]. *Naukovi zapysky Berdianskoho derzh. ped. un-tu. Pedahohichni nauky* : zb. nauk. prats. – Naukovi zapysky Berdianskoho derzh. ped. un-tu. Pedahohichni nauky : zb. Science prats. Vyp. 2. Berdiansk : BDPU, 341-349. Retrieved from : <https://pedagogy.bdpu.org.ua/wp-content/uploads/2021/11/38.pdf>. [in Ukrainian].

3. Shkola, O. V. (2022). *Navchalna prohrama uzahalnennia znan studentiv z teoretychnoi fizyky: navchalnyi posibnyk* [Curriculum for the generalization of students' knowledge in theoretical physics: teaching. manual]. Vinnytsia : PP «TD Edelweis i K». [in Ukrainian].

### АНОТАЦІЯ

У статті розглядаються теоретико-методичні аспекти реалізації системного моніторингу і діагностики рівня навчальних досягнень майбутніх учителів фізики з теоретичної фізики. Відзначено, що якість освітніх результатів студентів з дисципліни та їх відповідність державним нормативним вимогам залежить передусім від належної системної організації освітнього процесу з використанням цілісного навчально-методичного комплексу, створеного на єдиній методологічній основі і зорієнтованого на формування у здобувачів найповніших і цілісних уявлень про зміст сучасної фізичної картини світу. Висвітлено структуру і зміст авторського навчально-методичного комплексу з теоретичної фізики (на прикладі курсу «Термодинаміка і статистична фізика»), який впроваджено в ряді вітчизняних педагогічних закладів вищої освіти. У навчальній програмі узагальнення знань студентів з теоретичної фізики, як елементу цього комплексу, на основі структуривання елементів знань представлено зміст складових навчальних досягнень (фахової компетентності) студентів для кожного окремого змістового модулю. Визначено форми контролю, об'єкти оцінювання у процесі їх здійснення та показники рівня навчальних досягнень студентів з теоретичної фізики за шкалою ECTS. Схарактеризовано методичні особливості проведення



*комплексних контрольних робіт як засобів підсумкової діагностики успішності навчання студентів та досягнення прогнозованих освітніх, виховних і розвивальних цілей навчальної дисципліни «Теоретична фізика». Зазначено, що моніторинг і діагностика навчальних досягнень майбутніх учителів фізики з теоретичної фізики може слугувати як чинником їх особистісного і фахового зростання, так і джерелом інформації про стан викладання фізики у вищому педагогічному закладі освіти.*

**Ключові слова:** *теоретична фізика, моніторинг і діагностика навчальних досягнень майбутніх учителів фізики.*