

О. А. Коновал<sup>1</sup>, Т. І. Туркот<sup>2</sup><sup>1</sup>Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ «Криворізький національний університет»<sup>2</sup>Херсонська академія неперервної освіти

e-mail: konovaloa@gmail.com

## ДИДАКТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЄЮ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ УМІНЬ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

У публікації обґрунтовані необхідність та актуальність розробки нової дидактичної системи управління індивідуалізацією дослідницької діяльності учнів старших класів загальноосвітніх навчальних закладів, результатом упровадження якої має стати підвищення ефективності формування, розвитку та удосконалення дослідницьких умінь суб'єктів навчання. Схарактеризовано сутність та логіку реалізації одного з варіантів розробленої авторами системи, запропоновано механізм дидактичної диференціації учнів за рівнем сформованості дослідницьких умінь, здійснена психолого-педагогічна характеристика особливостей типологічних груп, окреслені дидактичні завдання щодо формування дослідницьких умінь типологічних груп учнів з низьким, достатнім, високим та творчим рівнем підготовки до дослідницької діяльності, приведені варіанти диференційованих завдань, які урахують індивідуально-типологічні особливості учнів та типологічних груп. Передбачається, що запропоновані дидактичні заходи сприятимуть підвищенню якості дослідницької діяльності учнів, формуванню у них позитивної мотивації до неї та до вивчення фізики загалом.

**Ключові слова:** дослідницька діяльність, дослідницькі уміння, індивідуалізація, диференціація, дидактична диференціація, диференційовані завдання, індивідуально-типологічні особливості учнів, типологічні групи.

**Постановка проблеми.** Бурхливий розвиток сучасної науки, техніки і економіки актуалізував освітні завдання, орієнтовані на підготовку випускників шкіл, здатних творчо та якісно вирішувати складні завдання, які висуває перед ними реальне життя. Фізика як наука та навчальна дисципліна має унікальні можливості для вирішення цих завдань, адже підґрунтям наукового пізнання особистістю фізичної картини світу є дослідницька діяльність, що безсумнівно має творчий характер. Саме тому в освітніх документах зазначається, що учні загальноосвітніх навчальних закладів мають опанувати процедури дослідження фізичних явищ і обробки результатів експерименту; навчитися збирати установки для експериментального дослідження фізичних явищ; будувати фізичні моделі явищ, що вивчаються, з указівкою меж їх застосування; застосовувати сучасні інформаційні технології для пошуку, переробки, відтворення навчальної та науково-популярної інформації [1; 5]. Вочевидь, йдеться про актуальність проблеми «навчання через відкриття», основою якою є дослідницька діяльність як творча активність особистості.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження багатьох учених (Г.М. Голін, Є.В. Коршак, С.У. Гончаренко та ін.) доводять, що процес наукового пізнання природи (рис. 1) передбачає володіння особистістю системою дослідницьких умінь, сутність і зміст яких визначаються через дослідницьку діяльність [7, с.219].

Важливість дослідницької, творчої пошукової діяльності у розвитку особистості дитини окреслює Н.С. Лейтес: «Дитяча допитливість, якщо її вдається зберегти, стимулює розвиток здібностей» [2, с.252]. На переконання В.С. Роттенберга та С.М. Бондаренко «постійна відсутність пошукової активності призводить до того, що індивід стає безпорадним під час зіткнення з ускладненнями та навіть з такими ситуаціями, які в інших умовах як ускладнення не сприймаються» [8, с.25]. Однак ці конкретні рекомендації щодо необхідності організації навчальної дослідницької навчальної діяльності учнів не в повній мірі знаходять практичне втілення в сучасній шкільній практиці, що має наслідком досить проблемний рівень розвитку дослідницьких умінь випускників загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ). Як засвідчують результати опитування слухачів курсів підвищення кваліфікації вчителів фізики Комунального вищого навчального закладу «Херсонська академія неперервної освіти», причинами цього явища можна вважати:

- низький рівень матеріально-технічного оснащення як шкільних фізичних кабінетів, так і фізичних лабораторій педагогічних університетів;

- зниження інтересу молоді до вивчення природничо-математичних дисциплін, що констатується як тенденція загальнодержавного масштабу;
- переважання колективних форм навчання фізики, тоді як дослідницька діяльність зазвичай має індивідуальний характер.

І якщо перша та друга причини об'єктивовані в більшій мірі соціально-економічними чинниками, то третя – потребує дидактико-методичного вирішення, адже наразі, як засвідчує наш досвід, спостерігається різке зниження рівня дослідницьких умінь студентів фізичних та фізико-математичних факультетів університетів і навіть найбільш успішних учнів-учасників фізичних олімпіад районного та обласного рівнів. У зв'язку з цим ми вважаємо розвиток дослідницьких умінь учнів загальноосвітніх навчальних закладів однією з актуальних проблем дидактики фізики, а висвітлення окремих напрямів управління індивідуалізацією процесу формування дослідницьких умінь учнів старших класів ЗНЗ метою запропонованої статті.

Насамперед зазначимо, що навчальне дослідження відбувається за всіма етапами, характерними для наукових досліджень (рис. 1). У науково-методичній літературі [4; 6; 9] пропонують таку узагальнену схему навчального дослідження: усвідомлення проблеми, визначення мети дослідження, висування гіпотези, розробка методики експерименту, збирання експериментальної установки, проведення дослідів, фіксація, обробка та інтерпретація результатів, формулювання висновків.

**Методи та методики.** У процесі дослідно-експериментальної роботи нами був розроблений та апробований при проходженні педагогічної практики студентами фізико-математичного факультету Криворізького педагогічного інституту ДВНЗ «Криворізький національний університет» один із варіантів управління індивідуалізацією процесу формування дослідницьких умінь учнів старших класів ЗНЗ. Пропонована система управління передбачає поетапну реалізацію.

1. На першому етапі має забезпечуватися діагностування рівнів дослідницьких умінь учнів ЗНЗ;
2. На другому етапі необхідним є дидактичне диференціювання учнів за рівнем володіння цими уміннями (поділ класу на мобільні типологічні групи з метою розвитку дослідницьких умінь).
3. Третій етап індивідуалізації передбачає проведення навчальних досліджень, зокрема лабораторних робіт та виконання диференційованих завдань дослідницького характеру, з урахуванням психолого-педагогічних особливостей кожної типологічної групи.

**Виклад основного матеріалу.** Схарактеризуємо особливості типологічних груп та

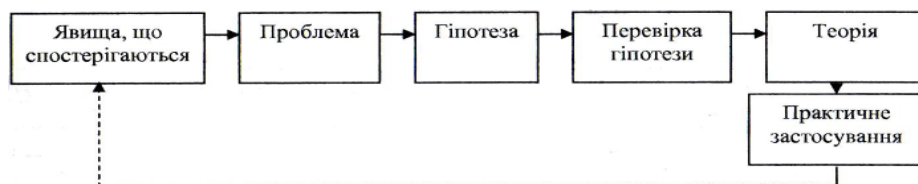


Рис. 1. Процес наукового пізнання природи

визначимо основні дидактичні задачі щодо формування дослідницьких умінь для кожної з них (табл. 1).

Таблиця 1.

**Диференціація дидактичних задач щодо формування дослідницьких умінь у відповідності з рівнями підготовки учнів**

Типологічні групи учнів з різним рівнем підготовки до дослідницької діяльності	Дидактичні завдання щодо формування дослідницьких умінь
I. Низький рівень	Усунення прогалин у знаннях щодо структури дослідницької діяльності; розвиток умінь самостійної навчальної діяльності, забезпечення засвоєння логіки проведення фізичного експерименту; формування вмінь, які складають підґрунтя дослідницької діяльності (визначення мети, гіпотези експерименту, засвоєння методики проведення дослідів, обробки, аналізу та інтерпретації результатів, їх узагальнення). Реалізація дидактичних заходів щодо формування позитивної мотивації до дослідницької діяльності.
II. Достатній рівень	Корекція знань щодо структури дослідницької діяльності, поглиблення знань щодо логіки та методики проведення фізичного експерименту; розвиток умінь визначення мети, окреслення гіпотези експерименту, конкретизації логіки проведення дослідів, узагальнення умінь обробки та інтерпретації результатів, формулювання висновків. Стимулювання мотиваційно-ціннісних орієнтацій учнів в напрямі оволодіння дослідницькими вміннями.
III. Високий рівень	Узагальнення та систематизація знань про структуру та методику дослідницької діяльності. Удосконалення вмінь визначення мети та гіпотези експерименту, узагальнення його результатів та висновків з перспективою використання в подальших дослідженнях.
IV. Творчий рівень	Поглиблення і розширення знань про сутність дослідницької діяльності, схожість і відмінність наукових та навчальних досліджень, створення умов для використання умінь дослідницької діяльності, отриманих при вивченні фізики, в процесі вивчення інших природничо-наукових дисциплін. Залучення школярів до проектної діяльності.

Учні першої типологічної групи (з низьким рівнем підготовки до дослідницької діяльності) характеризуються слабо сформованими вміннями самостійної роботи з навчальною літературою. При підготовці до уроків практично ніколи не використовують додаткову літературу, не вміють самостійно визначати проблему і мету навчального дослідження, висунути гіпотезу. Потребують дидактичної підтримки при розробці методики експерименту (надають перевагу виконанню лабораторних робіт за чіткою інструкцією або проведенню дослідів та експерименту за алгоритмом). Висуваючи гіпотезу, відчувають значні труднощі. При проведенні дослідів, фіксації, обробці результатів припускаються суттєвих помилок. Інтерпретація результатів та висновки після виконання дослідження поверхневі, нелогічні. Мотивація до дослідницької діяльності не сформована.

Психолого-педагогічні особливості учнів другої типологічної групи (достатній рівень підготовки) можна схарактеризувати таким чином: вміння самостійної роботи з навчальною літературою сформовані на достатньому рівні, при підготовці до занять епізодично використовується додаткова література. Проблема, мету дослідження, окреслення його гіпотези, розробку методики експерименту здійснюють за підтримки вчителя чи краще підготовлених однокласників. Можуть самостійно збирати експериментальні установки, проводити дослідів, фіксувати, опрацьовувати результати. При презентації результатів та формулюванні висновків припускаються помилок, які потребують корекції. Мотивація до дослідницької діяльності поверхнева, інтерес до неї виявляється епізодично.

Для учнів третьої типологічної групи (високий рівень підготовки) характерними є гарна вмотивованість до експериментування, добре розвинені вміння теоретичного аналізу навчальної інформації, передбаченої програмою, та додаткової літератури. Вони самостійно визначають проблему, мету дослідження, формулюють його гіпотезу (в окремих випадках за допомоги вчителя та однокласників), розробляють методику експерименту та збирають експериментальні установки. При проведенні дослідів, фіксації та обробці результатів не відчувають труднощів. При узагальненні результатів, їх інтерпретації та формулюванні висновків у деяких випадках потребують консультації вчителя.

Учні, які об'єднані в четверту типологічну групу (творчий рівень підготовки до експериментальної діяльності), високо вмотивовані до такого виду діяльності, володіють високо розвиненими вміннями роботи з навчальною, додатковою та довідковою інформацією (і, зокрема, з використанням інформаційних технологій). Самостійно визначають проблему, мету, гіпотезу експерименту, творчо підходять до розробки його методики, проведення дослідів. Уміють чітко фіксувати результати, обробляти та інтерпретувати їх, узагальнюючи конкретні, логічні висновки. Дослідницькі вміння, отримані при вивченні фізики, можуть використовувати в нових умовах та при вивченні інших природничих дисциплін, а також у процесі групової дослідницької діяльності.

На конкретних прикладах схарактеризуємо технологію управління процесом формування дослідницьких умінь учнів з різним рівнем підготовки.

Так, наприклад, на заключному етапі вивчення електростатики учням першої типологічної групи пропонуємо підготувати доповідь про дослідів Ш. Кулона. При виконанні завдання їм рекомендується скористатись планом розповіді про фундаментальний фізичний експеримент:

1. Історичний етап у розвитку фізики при проведенні Ш. Кулоном експериментальних досліджень.
2. Мета і основні завдання експерименту.
3. Розробка автором методики експерименту:
  - а) формулювання гіпотези;
  - б) добір або створення експериментального обладнання;
  - г) підготовка умов для проведення експерименту.
4. Хід експерименту, фіксація і способи аналізу даних експерименту.
5. Наукові та практичні результати експерименту, їх значення для розвитку фізичної науки і практичної діяльності людини.

Завдання такого типу поряд з корекцією та поглибленням знань про сутність експериментальної діяльності сприяють закріпленню уявлень учнів про структуру наукового і відповідно навчального дослідження, стимулюють до самостійної роботи з додатковими джерелами інформації.

Спираючись на основні дидактичні завдання щодо формування дослідницьких умінь, з учнями першої та другої типологічної груп бажано скласти, обговорити та використувати у навчанні структурно-логічну схему «Діяльність фізика-експериментатора» (рис. 2).

Ця схема може бути плідно використана учнями цих груп у процесі лабораторного практикуму, а також для узагальнення уявлень про логіку наукової на навчально-дослідницької діяльності.

Учні з високим рівнем сформованості дослідницьких умінь потребують, в основному, удосконалення вмінь чітко виокремлювати мету і гіпотезу дослідження, конкретно і лаконічно узагальнювати результати дослідницької діяльності. З цією метою при повторенні та узагальненні знань з механіки їм, наприклад, можна запропонувати завдання такого змісту:

а) Закінчивши в 1676 році свої знамениті дослідів, Р. Гук зашифрував їх результати у вигляді анаграми: «с e i i n o s s t t u v». У чому логіка та сутність дослідів ученого? Яка закономірність прихована в анаграмі?

б) Підготуйте доповідь про наукові інтереси вченого. Яке значення для дослідницької діяльності має послідовність та ретельність експериментування? Аргументуйте свої думки на прикладі аналізу наукової біографії Р. Гука.

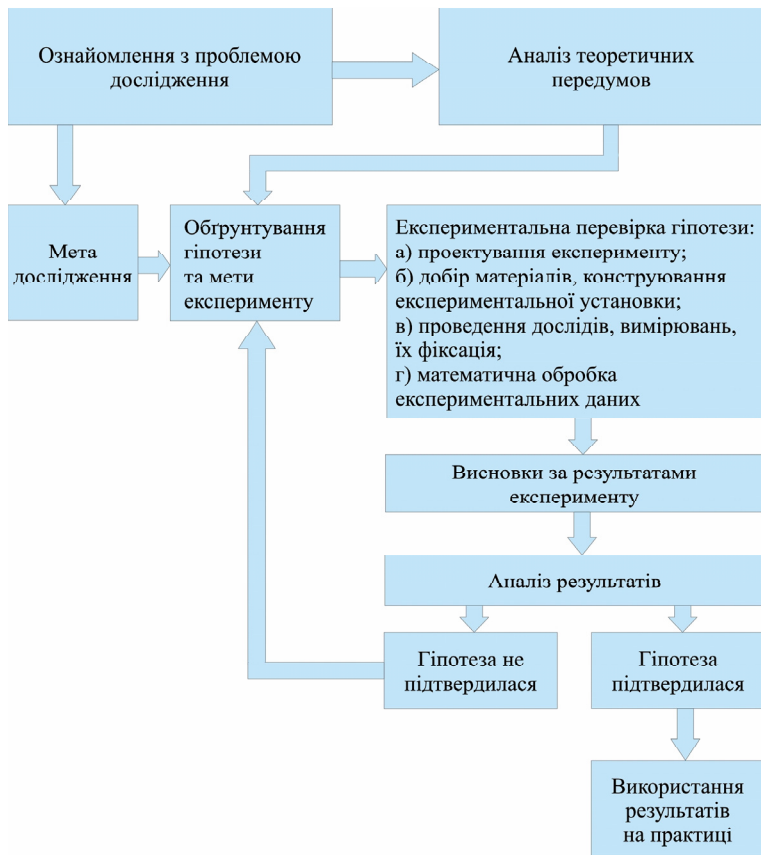


Рис. 2. Структурно-логічна схема «Діяльність фізика-експериментатора»

Учнів четвертої типологічної групи бажано залучати до самостійної дослідницької діяльності, прикладами якої можуть бути, наприклад, такі завдання:

- теоретичний аналіз інформації про фундаментальні фізичні експерименти, які вивчаються в курсі фізики середньої школи та поза його межами;
- відтворення в умовах фізичного кабінету класичних дослідів і їх демонстрація однокласникам з поясненням мети, гіпотези та використаних методів;
- надання пропозицій щодо удосконалення класичних дослідів;
- підготовка структурно-логічних схем, які відтворюють основні етапи класичних фундаментальних експериментів;
- проведення досліджень у віртуальних та реальних фізичних лабораторіях, презентація їх узагальнених результатів;
- залучення до виконання навчальних проектів;
- дослідження «чорних ящиків» [3].

Особливої уваги вчителя фізики потребують учні, які не виявляють інтересу до експериментальної діяльності, мають психологічні труднощі при її здійсненні, низький або середній рівні володіння дослідницькими вміннями. Наш досвід засвідчує доцільність надання цим учням індивідуальних практико-орієнтованих завдань такого, наприклад, змісту:

- запропонуйте метод визначення сили струму в настільній електричній лампі. За допомогою яких приладів можна здійснити необхідні виміри? Складіть план дослідницької роботи, чітко сформулюйте її мету;
- як визначити потужність електричної праски? Чи змінюється потужність, якщо спіраль укоротити? Чи вплине це на вартість платні за електроенергію? Як перевірити правильність висловленої Вами гіпотези? Запропонуйте план її перевірки. Якою може бути похибка вимірювання?

**Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок з цього напрямку.** При виконанні диференційованих завдань в учнів не тільки формуються дослідницькі вміння, але й з'являється переконання щодо їх наукової значущості та життєвої необхідності, що сприяє підвищенню мотивації до експериментування і в цілому до вивчення фізики.

Межі статті лише в найбільш загальних рисах дозволяють окреслити один із варіантів індивідуалізації процесу формування дослідницьких умінь учнів ЗНЗ при вивченні фізики. Детальне висвітлення цієї проблеми потребує більш розлогих наукових розвідок, що є перспективою подальших дидактичних пошуків як викладачів фізики, так і інших природничо-наукових дисциплін.

#### Список використаних джерел:

1. Державні стандарти базової і повної середньої освіти [текст] // Директор школи. – 2003. – № 6-7 (246-247). – С. 3-7.
2. Лейтес Н.С. Умственные способности и возраст [текст] / Н.С. Лейтес. – М. : Педагогика, 1971. – 279 с.
3. Песин А.И. «Черные ящики» для постановки экспериментальных задач по основам электродинамики / А.И. Песин // Решение задач по физике / ред. Е.В. Коршак. – К. : Рад. школа, 1989. – С. 112-199.
4. Пличин А.А. Исследовательская деятельность школьников в модели личностно-ориентированного образования [текст] / А.А. Пличин // Исследовательская деятельность школьников. – 2005. – № 4. – С. 47-55.
5. Програма «Фізика. Астрономія»: 7-11 класи. – К. : Ірпінськ; Перун, 2005. – 116 с.
6. Пустыльник И.Г. Теоретические основы формирования научных понятий учащихся [текст] / И.Г. Пустыльник. – Екатеринбург : Урал. гос. пед. ун-т, 1997. – 103 с.
7. Раевська І.М. Спецкурс «Учитель-дослідник» як програма підвищення рівнів розвитку дослідницьких умінь учителів початкової школи / І.М. Раевська // Педагогічний альманах : зб. наук. праць / ред. кол. В.В. Кузьменко та ін. – Херсон : КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти». – 2012. – Вип. 14. – С. 219-222.
8. Роттенберг В.С. Мозг, обучение и здоровье : кн. для учителя [текст] / В.С. Роттенберг, С.М. Бондаренко. – М. : Просвещение, 1989. – 239 с.
9. Савенков А.И. Исследовательское обучение и проектирование в современном образовании [текст] / А.И. Савенков // Исследовательская деятельность школьников. – 2004. – № 1. – С. 22-31.

А. А. Коновал<sup>1</sup>, Т. И. Туркот<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Криворожский педагогический институт ГВУЗ

«Криворожский национальный университет»

<sup>2</sup>Херсонская академия непрерывного образования

#### ДИДАКТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЕЙ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УМЕНИЙ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

В публикации обоснованы необходимость и актуальность разработки новой дидактической системы управления индивидуализацией исследовательской деятельности учащихся старших классов общеобразовательных учебных заведений, результатом внедрения которой должно стать повышение эффективности формирования, развития и совершенствования исследовательских умений субъектов обучения. Дана характеристика сущности и логики реализации одного из вариантов разработанной авторами системы, предложен механизм дидактической дифференциации учащихся по уровню сформированности исследовательских умений, осуществлена психолого-педагогическая характеристика особенностей типологических групп, очерчены дидактические задачи по формированию исследовательских умений типологических групп учащихся с низким, достаточным, высоким и творческим уровнем подготовки к исследовательской деятельности, представлены варианты дифференцированных заданий, которые учитывают индивидуально-типологические особенности учащихся и типологических групп. Предполагается, что предложенные дидактические меры будут способствовать повышению качества исследовательской деятельности учащихся, формированию положительной мотивации к ней и к изучению физики в целом.



**Ключевые слова:** исследовательская деятельность, исследовательские умения, индивидуализация, дифференциация, дидактическая дифференциация, дифференцированные задания, индивидуально-типологические особенности учащихся, типологические группы.

A. A. Konoval<sup>1</sup>, T. I. Turkot<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kryvyi Rih Pedagogical Institute of SIHE  
"Kryvyi Rih National University"

<sup>2</sup>Kherson Academy of continuous education

#### DIDACTIC SYSTEM CONTROL INDIVIDUALIZATION THE PROCESS OF FORMING RESEARCH SKILLS OF STUDENTS IN THE STUDY OF PHYSICS

The article justified the need and urgency of developing new didactic management individualization of research activity of pupils of the senior classes of secondary schools, the result of the implementation of which should be to improve the efficiency of

the formation, development and improvement of research skills training subjects. The characteristic of the spirit and logic of the implementation of one of the options developed by the authors of the system, the mechanism of didactic differentiation of pupils in terms of formation of research abilities, performed psychological and pedagogical characteristic features of typological groups outlined didactic task of formation of research abilities of typological groups of students with low, sufficient high and creative level of preparation for the research, presented the options of differentiated tasks that take into account individual-typological features of students and typological groups. It is expected that the proposed didactic measures will help improve the quality of the research activities of students, formation of positive motivation to her and to the study of physics in general.

**Key words:** research, research skills, individualization, differentiation, didactic differentiation, differentiated tasks, individually-typological features of pupils, typological groups.

Отримано: 22.03.2015

УДК 373.5.16:53

I. В. Корсун

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка  
e-mail: kozak78@mail.ru

### СПЕЦКУРС «ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИКИ ТВЕРДОГО ТІЛА» У ФОРМУВАННІ КОМПЕТЕНТІСНИХ ЯКОСТЕЙ МАЙБУТНЬОГО ВИКЛАДАЧА ФІЗИКИ

У статті обґрунтовано доцільність вивчення спецкурсу «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» майбутніми викладачами фізики. Метою навчального курсу є дослідження досягнень та перспектив розвитку фізики твердого тіла. Завданнями курсу є висвітлення історії розвитку, сучасного стану та перспектив розвитку фізики твердого тіла, аналіз внеску українських вчених у розвиток фізики твердого тіла, формування умінь та навичок розв'язування задач та виконання лабораторних робіт з тих питань фізики твердого тіла, які вивчаються у курсі фізики профільної школи. Навчальний курс містить три змістові модулі: «Дослідження будови твердих тіл», «Дослідження властивостей твердих тіл», «Створення матеріалів із наперед заданими фізичними властивостями».

**Ключові слова:** фізика, фізика твердого тіла, навчальний курс, досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла, будова твердих тіл, властивості твердих тіл, створення матеріалів, викладач фізики.

**Постановка проблеми.** Фізика твердого тіла – наука про будову та властивості твердих тіл. На сьогодні близько половини щорічних світових публікацій з фізики присвячено проблемам розвитку фізики твердого тіла. Різні питання, пов'язані із властивостями твердих тіл, учні вивчають протягом усього курсу фізики. А тому вивчення курсу «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» майбутніми викладачами фізики є досить важливим та актуальним.

**Аналіз останніх досліджень.** Питання фізики твердого тіла висвітлені у працях А. Холдена [1], В. Даниленка [2], О. Кабардіна [3], М. Курика [4], Ю. Серговського [5] та багатьох інших вчених.

**Мета статті** полягає у обґрунтуванні доцільності вивчення спецкурсу «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» майбутніми викладачами фізики.

**Виклад основного матеріалу.** Спецкурс «Досягнення і перспективи розвитку фізики твердого тіла» вивчається на фізико-математичному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка у першому семестрі курсу магістратури. Навчальний курс містить лекції (34 год.), практичні заняття (16 год.) та лабораторні заняття (14 год.).

#### Навчальна програма

##### ЗМ<sub>1</sub>. Дослідження будови твердих тіл

###### 1. Розвиток фізики твердого тіла як науки (2 год.).

Фізика твердого тіла (ФТТ) як наука. Макроскопічний та мікроскопічний підходи до дослідження властивостей твердих тіл. Зв'язок ФТТ з курсом фізики середньої школи.

Історія розвитку ФТТ. Присудження Нобелівських премій за роботи у області ФТТ.

Внесок українських вчених у розвиток ФТТ.

Сучасні дослідження в області ФТТ.

###### 2. Методи дослідження структури твердих тіл (2 год.).

Основи рентгеноструктурного аналізу. Метод Лауе. Метод обергання. Метод Дебая-Шеррера. Будова та принцип роботи іонного мікропроєктора.

Основи електроннографії. Будова та принцип роботи електроннографа та електронного мікроскопа.

Основи нейтронографії.

###### 3. Твердокристалічний стан речовини та його характеристики (2 год.).

Монокристали і полікристали. Поліморфізм та ізоморфізм. Щільна упаковка частинок у кристалах. Просторові ґратки. Елементарна комірка. Геометрія кристалічної ґратки. Типи зв'язку. Дефекти у кристалах. Дослідження Г. Вороного.

*Симетрія кристалів. Анізотропія кристалів.<sup>1</sup>*

###### 4. Застосування та методи вирощування кристалів (2 год.).

Утворення кристалів у природі та способи отримання їх у техніці. Кристалізація з пари, розчинів та розплавів. Роботи Л. Шубнікова, О. Смакули, О. Стасіва.

*Рідкі кристали: будова, властивості, застосування.*

##### ЗМ<sub>2</sub>. Дослідження властивостей твердих тіл

###### 1. Механічні властивості твердих тіл (2 год.).

*Діаграма стану.* Пружність, пластичність та крихкість. Твердість. Визначення твердості тіл методом Мооса. Міцність. Теоретична і реальна міцність твердих тіл. Шляхи підвищення міцності твердих тіл. Способи керування механічними властивостями твердих тіл.

###### 2. Теплові властивості твердих тіл (2 год.).

Теплопровідність. Теплоємність. Метод Дюлонга-Пті вимірювання теплоємності. Теплове розширення твердих тіл. Створення інварних та елінварних сплавів.

###### 3. Електричні властивості твердих тіл (2 год.).

Провідники в електричному полі. Електростатичний захист. Діелектрики в електричному полі. Електрети, сегне-

<sup>1</sup> Курсивом зазначено теми, які виносяться на самостійну роботу студентів.