

УДК 371.134:378.147:530.1

**О. В. Школа,**  
доктор педагогічних наук, доцент  
(Бердянський державний педагогічний університет)  
aleksandrshkola99@gmail.com

## **НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ З КУРСУ ТЕОРЕТИЧНОЇ ФІЗИКИ**

### **Анотація**

У статті висвітлено теоретико-методичні підходи до конструювання структури й змісту програми навчальної дисципліни "Теоретична фізика", орієнтованої на формування фундаментальних знань і фахової компетентності майбутніх учителів фізики. На основі структурування елементів знань визначено й конкретизовано зміст науково-теоретичної та практично-діяльничої складових їх фахової компетентності для кожного змістового модуля дисципліни, чим забезпечується цілісність і дієвість знань на довготривалу перспективу, формування вмінь швидко оволодівати новою інформацією.

**Ключові слова:** навчальна програма, теоретична фізика, фахова компетентність учителя фізики, науковий світогляд.

### **Summary**

The article deals with theoretical and methodical approaches to designing the structure and content of the program of the discipline "Theoretical Physics", focused on the formation of fundamental knowledge and professional competence of future teachers of physics. On the basis of structuring the elements of knowledge, the author determines and specifies the content of the scientific-theoretical and practical-component components of student's professional competence for each module of the discipline. This way ensures the integrity and validity of knowledge for the long-term perspective and formation of skills to get new information quickly.

**Key words:** curriculum, theoretical physics, professional competence of the teacher of physics, scientific outlook.

**Постановка проблеми.** Теоретичну фізику вивчають студенти багатьох спеціальностей у класичних, технічних та педагогічних університетах. У кожному з них у викладанні навчальної дисципліни існують певні особливості, які залежать не стільки від кількості годин (хоча вони і є різними), скільки від проектування та реалізації тих теоретико-методичних засад, які повинні впливати на фундаментальну підготовку фахівця. Для майбутнього вчителя фізики усвідомлення специфіки теоретичного методу пізнання природи є обов'язковим; мало того, він повинен донести його в певному розумінні до своїх учнів. З урахуванням сучасних освітніх реформ майбутній учитель фізики незалежно від профілю навчання школярів повинен мати системні знання з основ фундаментальних фізичних теорій, найповніші та цілісні уявлення про сучасну фізичну картину світу, методологію наукового пізнання, що разом формують його науковий світогляд – основу фахової компетентності. Отже, викладання теоретичної фізики в педагогічному університеті має передбачати не лише теоретичну, але й методологічну та світоглядну

підготовку майбутніх учителів фізики, що забезпечуватиме їх ефективну професійну діяльність у майбутньому.

Розв'язання цього завдання в сучасних освітніх умовах має певні особливості, пов'язані передусім із зниженням рівня пізнавального інтересу студентів до вивчення фізики взагалі і курсу теоретичної фізики зокрема, що пояснюється низкою чинників як об'єктивного, так і суб'єктивного характеру. Як наслідок, реалізація основних завдань фізичного компоненту освітньої галузі "Природознавство" Державного стандарту базової та повної загальної середньої освіти викликає в певній частині випускників педагогічних університетів труднощі, особливо за сучасних умов рівневої та профільної диференціації, варіативності шкільних програм і підручників з фізики, розвитку ІКТ навчання.

Завдання формування наукового світогляду і стилю мислення студентів можна вирішити за умови, якщо методика викладання дисципліни відповідатиме формам теоретичних узагальнень, а саме усвідомленню не лише змісту, але й структури й характеру взаємозв'язків між елементами знань фундаментальних фізичних теорій з наступним узагальненням на рівні сучасної фізичної картини світу. Нерозуміння цих зв'язків часто перешкоджає усвідомленню ними теоретичного методу пізнання, ускладнює перебудову "множинності" знань у "систему", що неминуче призводить до перевантаження пам'яті. Тому головне завдання навчальної дисципліни "Теоретична фізика" полягає в засвоєнні студентами фундаментальної фізичної теорії як цілісного об'єкта із зв'язками, структурно адекватними науковій теорії, що сприятиме свідомості й системності знань, а отже, поліпшенню рівня та якості їх фундаментальної підготовки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми вдосконалення змісту фізичної освіти у вищій педагогічній школі України та різні аспекти фундаментальної підготовки майбутніх учителів фізики є об'єктом досліджень таких учених, як П. Атаманчук, Л. Благодаренко, О. Ляшенко, А. Павленко, В. Сергієнко, М. Шут та ін. (проблеми фундаменталізації, стандартизації та якості фізичної освіти; компетентнісний та особистісно зорієнтований підхід у становленні майбутнього вчителя фізики, теорія та методика управління пізнавальною діяльністю студентів); О. Іваницький, М. Мартинюк, В. Савченко, Н. Сосницька, В. Шарко та ін. (поліаспектність фахової підготовки вчителя фізики, реалізація в навчанні інноваційних технологій); В. Величко, В. Заболотний, О. Мартинюк, В. Мендерецький, І. Сальник, В. Сиротюк та ін. (підвищення якості дидактичного забезпечення освітнього процесу, удосконалення системи навчального фізичного експерименту, у тому числі й засобами ІКТ); І. Богданов, А. Касперський, Г. Шишкін та ін. (реалізація в навчанні фізики міжпредметних зв'язків, питання інтеграції знань майбутніх педагогів); О. Коновал, І. Мороз, М. Садовий, В. Сергієнко, Б. Сусь, І. Тичина та ін. (методичні особливості вивчення конкретних питань курсів загальної та теоретичної фізики).

Широкий спектр, глибина і системність проведених досліджень є відображенням закономірного процесу періодичного оновлення та безперервного вдосконалення змісту і методики навчання фізики в педагогічному університеті. Разом з тим, варто зазначити, що системні дослідження проблеми підвищення рівня та якості фундаментальної

підготовки майбутніх учителів фізики засобами навчальної дисципліни “Теоретична фізика” нині достатньо не представлені. У сучасних умовах модернізації вітчизняної вищої педагогічної освіти взагалі й фізико-математичної зокрема в контексті європейських вимог зростає потреба в переосмисленні, оновленні та вдосконаленні теоретико-методичних засад навчання дисципліни, яка б за належної фахової спрямованості забезпечувала фундаментальну базову складову підготовки майбутніх педагогів відповідно до вимог державного стандарту вищої освіти, цілісність й системність знань, становлення й розвиток професійно спрямованих якостей особистості. У зв’язку з цим метою статті є висвітлення теоретико-методичних підходів до конструювання навчальної програми курсу теоретичної фізики для майбутніх учителів фізики та визначення на основі структурування елементів знань змісту науково-теоретичної й практично-діяльній складових їх фахової компетентності в межах окремих змістових модулів.

**Виклад основного матеріалу.** Актуальність модернізації й оновлення навчальної програми дисципліни в умовах сучасного розвитку фізичної освіти в Україні обумовлюється тим, що на відміну від курсу загальної фізики цей процес у вітчизняній дидактиці фізики вищої педагогічної школи триває вже не один рік. Наразі, як ніколи, відчувається невідповідність між зростанням обсягу наукових знань і можливістю їх якісного засвоєння. Це зміщує акценти у формуванні цілей навчання теоретичної фізики: *головною метою стає не набуття студентом певної суми знань, а оволодіння способами їх отримання, методологією наукового пізнання, стилем наукового мислення, “мовою” фізичної науки.* Невипадково провідними вітчизняними методистами-фізиками наголошується на необхідності тісного зв’язку методики вивчення дисципліни з методологією базисної науки, *оскільки сутністю навчання є саме “метод мислення” науки.*

З урахуванням зазначеного процес розробки навчальної програми [3] здійснювався на основі опрацювання науково-методичних джерел з теорії змісту освіти, державних стандартів освіти, освітньо-кваліфікаційних характеристик та освітньо-професійних програм підготовки бакалаврів-фізиків, логічних схем побудови курсу у вітчизняних вишах та був спрямований на розв’язання головного завдання: *засвоєння майбутнім учителем фізики фундаментальних наукових знань повинно сприяти розвитку особистості, має носити діяльній характер та бути органічно включено в процес формування його фахової компетентності.* У результаті: уточнено предмет, мету, основні завдання, роль, місце та міждисциплінарні зв’язки навчальної дисципліни в системі фахової підготовки майбутніх учителів фізики; визначено системоутворювальні елементи, основні принципи та організаційно-педагогічні умови її особистісно зорієнтованого навчання; оновлено змістову й результативну складові з урахуванням принципів науковості, взаємозв’язку й наступності з курсом загальної фізики, модульності як важливого чинника самоосвіти студентів; наведено перелік основної й додаткової літератури (загалом 155 найменувань), у тому числі й Інтернет-ресурсів, форми контролю та засоби діагностики успішності навчання студентів.

Навчальна програма дисципліни “Теоретична фізика” поєднує в собі *систему знань і систему діяльності*, які забезпечують формування фахової компетентності студентів та розвиток професійно спрямованих якостей особистості. Визначення структури й змісту програми відбувалося з урахуванням загальноновизнаної ідеї сучасної освіти, а саме *відповідності процесу навчання логіці розвитку науки, а також тим методам пізнання, які стали в ній вирішальними*. Окрім відомих дидактичних принципів навчання (науковості, систематичності й послідовності, наочності, системності, свідомості й творчої активності, зв'язку теорії з практикою тощо), основу викладання навчальної дисципліни “Теоретична фізика” в педагогічному університеті складають ряд ідей, які можна розглядати як конкретно-методичні (специфічні) принципи його побудови (*цілісності й змістовної компактності, генералізації й циклічності, взаємозв'язку й наступності, варіативності, гуманітаризації*).

Як діяльність наука-фізика реалізується в змісті навчального курсу через систему методологічних знань (знання про процес і методи пізнання); пізнавальну діяльність студентів відповідно з етапами й логікою наукового пошуку; прийоми навчання, що відповідають методам науки (наприклад, використання методу математичного моделювання для отримання нових знань, висунення та обґрунтування гіпотез, мисленевий експеримент). На перший план скрізь повинен висуватися ідейний та евристичний бік фундаментальної фізичної теорії, розкриватися механізм досліджуваного явища, надаватися фізична інтерпретація пропонованих математичних моделей і висновків теорії. Що стосується практичних задач курсу теоретичної фізики, то їх число обмежується самим необхідним. У процесі їх розв'язання необхідно аналізувати не тільки кінцевий результат і шляхи його досягнення, але й особливості розвитку особистості студента, його мислення, фахових якостей.

Під час створення програми було проведено ретельний аналіз фізичного змісту навчального матеріалу, що дозволило на основі структурування елементів знань визначити й конкретизувати зміст науково-теоретичної і практично-діяльній складових фахової компетентності студентів у межах окремих змістових модулів. Таблиця 1 ілюструє фрагмент навчальної програми на прикладі окремої теми курсу “Термодинаміка і статистична фізика”, що містить: теми й навчальний матеріал модуля, знання й уміння, які мають опанувати студенти під керівництвом викладача та за результатами самостійної роботи. Представлені в такому вигляді узагальнення дозволяють відмежувати основний навчальний матеріал, що має фундаментальне, найбільш важливе професійно-педагогічне значення, від допоміжного та представити його як певну систему.

Фрагмент навчальної програми узагальнення знань студентів з курсу теоретичної фізики

Теми модуля	Навчальний матеріал модуля	Знання й уміння, які мають опанувати студенти	
		під керівництвом викладача	за результатами самостійної роботи
<b>МОДУЛЬ 4. ТЕРМОДИНАМІКА І СТАТИСТИЧНА ФІЗИКА</b>			
Основні поняття і принципи статистичної фізики. Розподіли Гіббса. Принцип Больцмана.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>основні об'єкти та моделі:</b> термодинамічна система, макроскопічна система, ідеальний газ, адиабатично ізольована система, система в термостаті, відкрита система;</li> <li>• <b>основні поняття:</b> статистична вага та ймовірність стану макросистеми; густина ймовірності; матриця густини; фазовий простір і траєкторія; час релаксації, статистичний ансамбль Гіббса; статистична рівновага; статистичні сума та інтеграл; великий т/д потенціал;</li> <li>• <b>явища, ефекти, методи, досліді:</b> метод фазових ансамблів Гіббса;</li> <li>• <b>закони, принципи, постулати, теореми:</b> принципи інваріантності ймовірності, рівноймовірності мікростанів макросистеми; теореми додавання та множення ймовірностей, про відносну флуктуацію адитивної величини, Ліувілля,</li> <li>• <b>рівняння, розподіли, фізичні константи:</b> рівняння Гамільтона, Ліувілля; статистичні розподіли Гіббса; формула Больцмана; стала Авогадро, Больцмана, універсальна газова стала.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>пояснити:</b> предмет і метод статистичної фізики; сутність ергодичної гіпотези, теореми Ліувілля та її наслідків, статистичних розподілів Гіббса і т/д зміст їх параметрів; статистичний зміст законів термодинаміки та межі їх застосування;</li> <li>• <b>зображати та аналізувати:</b> фазову траєкторію лінійного гармонічного осцилятора; графіки функції розподілу ймовірностей значень випадкової величини, статистичних розподілів Гіббса,</li> <li>• <b>моделювати:</b> поведінку макросистем різного ступеня ізольованості залежно від зовнішніх умов;</li> <li>• <b>визначати:</b> ймовірність і флуктуацію випадкових подій і величин; статистичний інтеграл ідеального газу, т/д параметри макросистеми за канонічним розподілом.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• функція розподілу ймовірностей значень випадкової величини та умови її нормування; середнє значення, дисперсія та відносна флуктуація випадкової величини; функція статистичного розподілу у фазовому просторі; макроскопічні величини як середні значення за станами;</li> <li>• виведення з умови нормування канонічного розподілу рівняння стану, рівняння Гіббса-Гельмгольца та об'єднаного виразу першого й другого законів термодинаміки.</li> </ul>

Ураховуючи високий рівень формалізації основних понять, законів і теорій курсу теоретичної фізики, особливу увагу при формулюванні узагальнень приділено понятійному апарату (базовому компоненту наукового світогляду майбутніх педагогів), без якого наукове розуміння природи фізичних явищ і процесів неможливе. Зауважимо, що цим провідне освітнє завдання дисципліни не вичерпується, оскільки наведені

елементи знань слід поєднати в систему, структура якої має відповідати вищій формі теоретичного узагальнення – фундаментальній фізичній теорії як складової сучасної фізичної картини світу. Студенти мають не лише усвідомлювати структуру і характер зв'язків між елементами кожної з теорій, але й навчитися застосовувати здобуті знання у вирішенні практичних завдань навчального курсу.

Нижче коротко наведено теоретико-методичні засади реалізації навчальної програми узагальнення знань студентів на прикладі зазначеного розділу курсу теоретичної фізики. Відповідно до його змісту студенти мають навчитися робити *узагальнення світоглядного й методологічного характеру* про: матеріальну єдність і пізнаванність світу, взаємозв'язок і взаємозумовленість явищ, діалектико-матеріалістичний характер, відносність і невичерпність процесу пізнання матерії (тепловий рух як особлива форма руху матерії, перебіг теплових явищ і процесів та їх енергетичні перетворення; експериментальне підтвердження існування атомів і молекул, розподілу Максвелла-Больцмана; встановлення основних газових законів МКТ будови речовини, статистичного змісту законів термодинаміки та меж їх застосування, загальних умов рівноваги і стійкості термодинамічних систем, механізмів агрегатних і фазових перетворень речовини, дослідження природи необоротності теплових явищ, властивостей речовини в критичному стані, відкриття явищ надпровідності й надплинності тощо).

Успішне засвоєння студентами основних положень цього розділу курсу теоретичної фізики значною мірою визначається чітким розумінням сутності термодинамічного і статистичного методів дослідження макроскопічних систем. Враховуючи той факт, що певна частина питань термодинаміки студентам знайома з курсу загальної фізики головне завдання полягає у такому поданні навчального матеріалу, що сприятиме розширенню й поглибленню відповідних знань. Отже, дослідження статистичних закономірностей у системах, що складаються з величезної кількості частинок відбувається за допомогою математичного апарату теорії ймовірностей. Студенти мають усвідомлювати, що саме велика кількість частинок приводить до появи нових закономірностей поведінки таких систем – статистичних законів, які мають імовірнісний характер, принципово не зводяться до динамічних законів і втрачають сенс при переході до систем з малим числом частинок. Основане завдання статистичної теорії при цьому зводиться, по суті, до встановлення зв'язку між властивостями окремих частинок і параметрами стану системи, що забезпечує, таким чином, можливість її експериментальної перевірки.

Хаотичний рух частинок та їх взаємодія між собою і зовнішнім середовищем призводить до того, що як окремі динамічні характеристики, так і макропараметри системи в кожний момент часу мають випадкові значення. Тому для розв'язання основного завдання статистичної теорії вводять функцію розподілу ймовірностей за відповідними станами і в подальшому, на основі фізично обґрунтованих припущень, встановлюють явний вигляд цієї функції для різного класу макроскопічних систем.

У статистичній фізиці рух макросистеми описують канонічними рівняннями Гамільтона та зображують у фазовому просторі сукупністю

відповідних точок. Незважаючи на те, що за означенням такий простір є багатовимірним і доволі абстрактним поняттям, студенти мають усвідомлювати, що він немає нічого спільного з реальним фізичним простором і виступає лише зручною геометричною схемою, яка дозволяє формулювати багато положень статистичної теорії більш образною геометричною мовою, що й було використано одним з її засновників – американським фізиком Дж. Гіббсом. Так, зокрема, ретельний аналіз теореми Ліувілля про збереження фазового об'єму з урахуванням поняття фазового ансамблю та гіпотези Больцмана про рівнорозподіл мікроскопічних станів системи дозволило йому отримати важливий висновок про те, що всі можливі функції розподілу ймовірностей системи за її мікростанами можна замінити єдиним розподілом – за енергією. Саме цей результат і дав можливість Дж. Гіббсу встановити відомі статистичні розподіли, які сьогодні широко використовують під час дослідження багатьох питань класичної і квантової статистики.

З'ясування фізичного змісту одного з найфундаментальніших понять сучасної науки – ентропії – потребує особливої уваги, оскільки за її зміною визначають можливість реалізації того чи іншого процесу. Ретельний аналіз студентами сутності міркувань Клаузіуса і Больцмана сприятиме виявленню її термодинамічного й статистичного змісту. При цьому слід вчасно корегувати можливі хибні уявлення про те, що, оскільки ентропія – єдина відома функція стану системи, яка однозначно збільшується з часом, її можна вважати своєрідним показником напрямку часу від минулого до майбутнього. Студенти мають усвідомлювати, що не час є похідним від окремої фізичної характеристики системи – ентропії, а, навпаки, зростання ентропії є похідним щодо змін матерії в часі. Аналогічну інформацію (методичні рекомендації) навчальна програма містить і для усіх інших тем і розділів курсу теоретичної фізики.

**Висновки та перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження.** Вивчення майбутніми педагогами курсу теоретичної фізики має відбуватися з єдиних позицій, методично поєднаних спільною ідеєю щодо формування найповніших і цілісних уявлень про сучасну фізичну картину світу та її еволюцію; розуміння ролі й значення теоретичних узагальнень у логічній структурі фізичного знання; структури та ідейного змісту фундаментальних фізичних теорій, їх єдності, багатофункціональності та ієрархічності відповідно до певних просторових інтервалів і взаємодій, що загалом сприятиме усвідомленню єдності та взаємозв'язку фундаментальних фізичних знань і курсу теоретичної фізики в цілому. Розроблена в модульному вигляді навчальна програма курсу містить опис не тільки знань і умінь, яких мають набути студенти, але й ціннісні орієнтації світоглядного й методологічного характеру, які сьогодні також є важливими. Перспективи дослідження ми вбачаємо в розробці засобів системної й неперервної діагностики формування складових фахової компетентності майбутніх учителів фізики (предметної, світоглядної, методологічної) за результатами навчання курсу теоретичної фізики як засобу контролю якості їх фундаментальної підготовки згідно державним нормативним освітнім вимогам.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Галузеві стандарти вищої освіти. Фізика / [укл. Г. П. Грищенко, В. М. Андронов, М. І. Шут та ін.]. – К. : НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2003. – 74 с.
2. Загальна фізика. Програма навчальної дисципліни підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” напрямку 6.040203 Фізика\* / автори-укладачі : М. І. Шут, Л. Ю. Благодаренко, Т. Г. Січкач. – К., 2013. – 40 с.
3. Теоретична фізика. Програма навчальної дисципліни підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” напрямку 6.040203 Фізика\* для студентів вищих педагогічних закладів освіти : навч. видання / [уклад. М. І. Шут, О. В. Школа]. – Бердянськ : БДПУ, 2014. – 70 с.
4. Школа О. В. Теоретико-методичні засади навчання теоретичної фізики майбутніх учителів фізики : монографія / О. В. Школа. – Бердянськ : Видавець О. В. Ткачук, 2015. – 381 с.

**Стаття надійшла до редакції 01.08.2017**