

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>



Шамшин О.П. Фізика 21 сторіччя в технічному ЗВО. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 119-126.

Shamshin O. Physics of the 21st century in technical universities. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 119-126.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-018
УДК 378.1

О.П. Шамшин
Національна академія Національної гвардії України, Україна
apshamshin@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7167-6476

ФІЗИКА 21 СТОРІЧЧЯ В ТЕХНІЧНОМУ ЗВО

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Перехід до постіндустріального інформаційного суспільства означає переважання нематеріального виробництва, зростання значення інформації та знання, поширення творчої праці. Одними з характерних особливостей постіндустріального суспільства є впровадження в сфері виробництва новітніх технологій і процесів, створення нових матеріалів та продуктів, прискорений розвиток науки та освіти, який базується на зростанні міждисциплінарного взаємопроникнення різних розділів науки. Якісна сучасна освіта є базисом успішного наукового процесу, створення нових знань, що в, в свою чергу, є фактором та джерелом розвитку економіки. Сучасність освіти предметної області має на увазі освоєння знань, технологій, процесів, властивих сьгоднішньому стану науки, формуванню сучасної (в нашому випадку фізичної) картини світу.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети роботи використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація – під час огляду наукових статей, навчально-методичних посібників, силабусів, у яких представлені ті чи інші дослідження, розробки, описи питань, що стосуються розділів сучасної фізики (СФ) та методів її вивчення; синтез, порівняння, систематизація, узагальнення – під час отримання та обговорення результатів і формулювання висновків роботи.

Результати. Необхідність формування природничої грамотності, уявлень про сучасну фізичну картину світу (ФКС) та інтересу до науки потребує пошуку відповідей на узагальнююче завдання методики фізики «Для чого, що і як вчити?», які стосовно сучасної фізики 21 сторіччя потребують вивчення, що й було зроблено в роботі. Проаналізовані причини скорочення як кількості тих, хто вивчає фізику в ЗВО, так і навчальних програм. Доведено які розділи СФ доцільно вивчати, підкреслюючи зв'язок цих розділів з майбутнім фахом студентів.

Запропоновано метод включення розгляду СФ в навчальний процес та теми технічного використання СФ, які можуть бути розглянуті по деяких розділах, що вивчаються.

Висновки. Існує проблема зв'язку питань СФ та трохи застарілого, в більшості своїм класичного курсу загальної фізики ЗВО. Необхідно прискорювати роботу по переробці навчальних програм, бо потреби дня диктують вимоги відповідності того, що вивчають, тому, де воно буде застосовуватися.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: сучасна фізика, технічний ЗВО, методика навчання, проблеми вивчення сучасної фізики, постіндустріальне суспільство.

ВСТУП

Постановка проблеми. Теорія постіндустріального суспільства вважає, що знання стають матеріальною силою, зростає цінність кваліфікованих працівників, здатних постійно вчитися, підвищувати особистісні й професійні компетентності, використовуючи інформаційні технології, орієнтуватися в інформації й фільтрувати її (Белл, 2004). Ключовим для нашого подальшого розгляду є вміння вибрати необхідну наукову інформацію, пов'язати її з відповідним розділом навчальної програми, встановити зв'язок між нею та сучасними технологіями.

В 2012 р. на Youtube з'явився відкритий «лист» президентові США (Minutephysics, 2011), про проблеми вивчення фізики в американських ЗВО, що має на сьогоднішній день 1,9 млн. переглядів. Автор звернення, Г. Рейч (Henry Reich), указує на те, що фізика, що викладається студентам американських ЗВО, не розглядає відкриття й закони, зроблені після 1865 г., коли Дж. Максвелл записав рівняння для електромагнітного поля. Навчальні плани сфокусовані практично повністю на класичній фізиці й виключають із розгляду такі розділи СФ як квантова механіка. Г. Рейч затверджує, що США

можуть втратити свої позиції нації, що лідирує в інноваціях, якщо основні принципи СФ, такі як фотон, будова атома, існування антиматерії, GPS, лазери, транзистори, діоди й світлодіоди, кварки, теорія хаосу, електронний мікроскоп, магнітно-резонансний томограф, теорія великого вибуху, чорні діри, утворення зірок, скривлення світла гравітацією, розширення всесвіту, бозон Хіггса, слабка й сильна взаємодія, і інші відкриття астрофізики й квантової фізики, не будуть включені в навчальні програми. Він також затверджує, що студенти упускають важливі зв'язки між сучасною технікою й сучасною фізикою, що робить вивчення фізики захоплюючим і актуальним.

Наведені вище міркування відносяться до багатьох країн, включаючи й Україну. Навчальні програми з фізики на півсторіччя застигли в своєму змісті. З 2015 р. зміни почалися вбік суттєвого зменшення навчального навантаження, коли його аудиторна частина впала в 2-3 рази. З урахуванням слабких шкільних знань розраховувати на самостійну роботу студентів не уявляється можливим.

Завданням фізичної освіти є формування природничої грамотності та інтересу до науки в основній масі тих, які навчаються, та в подальшому будуть зайняті в різноманітних сферах діяльності. Наукова грамотна людина здатна до критичного аналізу інформації, самостійності суджень, розуміння ролі науки і технологічних інновацій у розвитку суспільства. Як відомо (Садовий, 2013), однією з проблем загальної методики навчання фізики є пошук ефективніших технологій та методів навчання й контролю та незалежного оцінювання навчальних досягнень, а завданням навчання фізики – це забезпечення системи знань з урахуванням сучасного розвитку фізики через певні форми і методи. Якщо узагальнююче завдання методики фізики звучить як питання: «Для чого, що і як вчити?» і стосовно класичної та нової фізики відповіді на нього вже добрі відомі, то відносно сучасної фізики 21 сторіччя воно залишається відкритим.

Аналіз актуальних досліджень. Тлумачення слова «сучасний» має три значення (Словник, 1970): 1) який стосується одного часу, однієї епохи з ким-, чим-небудь; 2) який існує, відбувається, живе і т. ін. тепер, нині; який стосується теперішнього часу, нинішньої епохи; нинішній, теперішній; 3) який стоїть на рівні свого віку, відповідає вимогам свого часу, викликаний його потребами. Поняття «сучасна фізика» у підручниках для вищої й середньої школи включає розгляд експериментальних й теоретичних робіт з вузького кола питань у період з 1895 до 1960 р., тематично відповідаючи (Савельєв, 1987, 1982), розділи 13-18 (Чолпан, 2003), окремі розділи й параграфи (Бар'яхтар, 2019, 2018). «Сучасна фізика», висвітлена в підручниках, була такою для більшості авторів цих підручників і відповідає скоріше першому значенню змісту слова «сучасний». Аналогічна картина спостерігається і в англомовних підручниках: *Modern Physics for Engineers* (Singh, 2008), *Modern Physics for Scientists and Engineers* (Morrison, 2009), де коло питань, що освітлюються, збігається з (Савельєв, 1987), хоча і розглядаються вони більш детально.

Далі говорячи про сучасну фізику ми будемо мати на увазі наукові досягнення за останні шістьдесят років.

В роботі (Завражна, 2018) вказано на протиріччя, що існують в педагогічній та загальній вищій освіті при вивченні СФ. По-перше, це переважно академічний підхід, при якому втрачається зв'язок між теоретичною базою та практичним, прикладним застосуванням. Зауважимо, що академічність взагалі властива традиційному курсу фізики, коли однаковий матеріал викладається майбутнім радіофізиком, інженерам з інформаційно-вимірювальною технікою, управлінцям залізничного транспорту та військовим автомобілістам. По-друге, відставання освітніх програм ЗВО від сучасного стану науки. Тут також відзначимо, що таке відставання для загального курсу фізики історично притаманно. Так склалося, що останні наукові досягнення студенти опановують на старших курсах при вивченні спецкурсів. По-третє, відсутність або низький рівень методичних розробок, науково-методичних джерел популяризації та опанування сучасного стану фізичних досягнень. Автори визначають ключовим методичним питанням відбір матеріалу, що підлягає вивченню в залежності від спеціальності тих кого навчають. Пропонується включати окремі питання СФ в відповідні розділи та створювати спеціальні курси. Говориться про формування сучасного наукового світогляду завдяки вивченню СФ.

І. Сальник (Сальник, 2011) розглядає питання вивчення СФ в педагогічних ЗВО. Також підкреслюється відставання методичних напрацювань до постійно зростаючого обсягу інформації останніх наукових досягнень, які можливо вивчати на спецкурсах та спецпрактикумах. Пропонуються теми спецкурсів та розглядаються особливості спецпрактикумів. Деякі розділи та питання СФ стають змістом лабораторних робіт спецпрактикуму, причому такі роботи будуть комп'ютерними або модельними. Ми би їх назвали віртуальними. Авторка звертає увагу на необхідність ретельного відбору матеріалу, що підлягає вивченню, та виділяє двадцять проблем, відповідних до трьох напрямків СФ: мікро-, макро- та мегафізика. Відмітимо, що ці 20 проблем є частиною списку з 30 фізичних та астрофізичних проблем, які академік В.Л. Гінзбург запропонував наприкінці 20 сторіччя (Гінзбург, 1999).

Навчальна література, в якій розглядається СФ і яка може використовуватися як основа для підготовки методичного матеріалу для аудиторних та самостійних занять, на сьогоднішній день існує, але не в великій кількості і частіше не в тому вигляді, щоб задовольнити потреби викладача та «студента-технаря». Фундаментальний чотирьохтомник В.К. Воронова, А.В. Подоплелова та Р.З. Сагдеева (2012) охоплює найновіші напрямки та актуальні проблеми СФ. Автори анонують видання, як підручник та як огляд усіх останніх досягнень у фізиці. Значний обсяг книг, а в сумі це 1640 сторінок, передбачає, що найвірогідніше, їх будуть вивчати студенти та аспіранти фізики. Фундаментальна праця потребує досить великого об'єму годин спецкурсу. Автори виділяють дві основні особливості сучасного природознавства: прискорене зростання обсягів інформації та швидко зростаюча інтеграція різних напрямків наукового природознавства, які приводять до методологічних проблем викладання навчального матеріалу з переносом акценту дидактики з методики навчання на об'єм і структуру змісту навчального курсу, вивчення матеріалу якого пропонується робити в рамках спецкурсу з аудиторним навантаженням до 104 годин.

Окремі питання, зокрема макрофізики, СФ та їх технічне застосування розглядають В.А. Ільїн і В.В. Кудрявцев (Ільїн, 2018). І хоча виклад матеріалу дається в більш доступній формі, без зайвих теоретичних міркувань і розрахунків, у науково-популярному стилі, але майже третину книги займає надпровідність, а деякі питання фізики конденсованого стану, нанотехніки та інші не розглядаються. Зауважимо, що цей авторський колектив розглядає питання пов'язані з викладанням СФ у середній школі в багатьох своїх роботах, наприклад (Кудрявцев, 2017, 2011).

Окремі розділи СФ розглядаються в підручниках, монографіях, навчально-методичних розробках з предмету «Сучасна фізична картина світу». Наприклад, (Опанасюк, 2005) приділяє увагу теоретичному опису таких розділів, як симетрія, нелінійна динаміка, теорія катастроф та інші. Зазначимо, що для всіх цих теорій характерна часова залежність по кривій хайпу.

Мета статті. Аналіз теоретико-методологічних основ вивчення фізики 21 сторіччя студентами технічних ЗВО, практико-орієнтованого компонентного наповнення елементами СФ загального курсу фізики, визначення можливостей і видів втілення окремих питань СФ в рамках існуючого педагогічного процесу.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети роботи використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація – під час огляду наукових статей, навчально-методичних посібників, у яких представлені ті чи інші дослідження, розробки, описи питань, що стосуються СФ; узагальнення статистичних даних вступних кампаній до ЗВО, силабусів з фізики технічних вишів; аналіз, синтез, порівняння, систематизація, узагальнення – при розробці пакетів навчальних матеріалів за всіма розділами освітнього процесу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виділимо основні напрямки подальшого розгляду. Спочатку розглянемо питання хто і як зараз ще вивчає фізику та в якому обсязі. Потім запропонуємо методи вивчення розділів СФ.

Говорячи про НТР, перехід до постіндустріального суспільства, постійно підкреслюється (стало загальним місцем) зростання кількості наукових співробітників і, зокрема, вчених-фізиків, зростання тих кому необхідно вивчати фізику. Це зростання дійсно відбувалося в геометричній прогресії з середини 18 сторіччя і до 1970-х років. Потім спостерігається зупинка, а з 1990 років занепад кількості фізичних спеціальностей, студентів-фізиків, потреби в вивченні фізики. В США за останні 20 років кількість науковців подвоїлася, зросла до 5 % (приблизно 7 млн.) їх частка в загальній кількості робочої сили. Але, якщо в науковому сенсі 20 ст. безумовно визначали, як вік фізики, то в 21 ст., принаймні у його першій половині, судячи по статистичних даних середнього приросту кваліфікованих фахівців, переважаючими будуть біологи, айтишники, матеріалознавці та гуманітарії (рис. 1). І хоча можна було очікувати, що безперервний розвиток техніки, технологій, біофізики, матеріалознавства, приладобудування і таке інше буде потребувати вивчення фізики хоча б у тих об'ємах, що був раніше, але фахівці випускаючих інженерних кафедр вимагають включення в навчальні курси питань сучасної фізики за рахунок обмеження, а аноді й відмови від традиційних розділів (Redish, 2000).

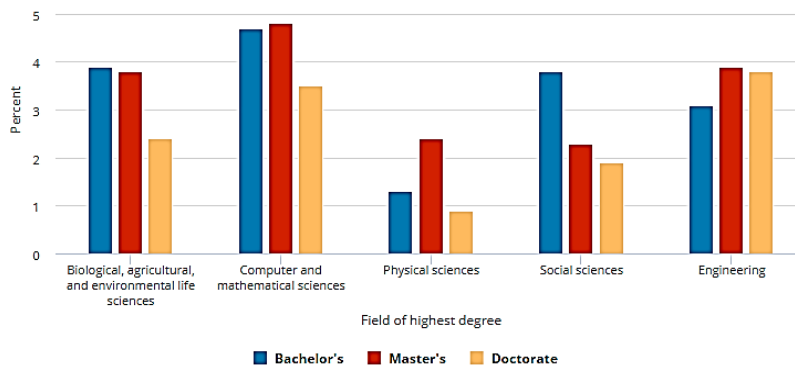


Рис. 1. Складений річний темп приросту загальної кількості зайнятих осіб з найвищим ступенем наукової та інженерної діяльності за сферами та рівнем вищого ступеня: 2003–17 (Since, 2021)

На відміну від США та ЄС протягом 1991—2014 рр. кількість працівників наукових установ в Україні зменшилась у 4,1 рази, а кількість безпосередньо зайнятих науковою діяльністю дослідників – у 4,5 рази. В останні роки тенденції погіршилися, зокрема протягом 2015 року в Україні закрилося 90 наукових установ (Наука, 2021). У загальній кількості зайнятого населення України в 2014 році науковці становили лише 0,49% (1990 року – 1,16%) (Попович, 2017). Зі значним скороченням промислового виробництва зменшується потреба в висококваліфікованих інженерних кадрах. Ось свіжий приклад: від 120 до 150 ІТР ДП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. А.А. Морозова», те що створювало багато танків, в тому числі Т-34, з 14 липня 2021 році повинні перейти на одиноденний графік роботи. При цьому, «скорочення», в першу чергу, стосується інтелектуальної складової колективу, зокрема конструкторів. А ось виробничі працівники (зокрема, зварювальники) навпаки працюватимуть у три зміни – робити корпуси нових БТР.

Постає питання: кого вчити загальній фізиці, не кажучи вже про СФ, в технічному ЗВО, в котрому майже сто років фізика була однією з фундаментальних, базових дисциплін для низки спеціальних та випускаючих кафедр? Кількість тих, що здають ЗНО по фізиці за останні 9 років скоротилася більш ніж в 3 рази, і минулого року становила 6% (20521 абітурієнт) від загального числа тих, хто здавав ЗНО (Рис. 2). З тих, що здали ЗНО з фізики 63,71 % одержали трійку (Результати, 2020). Результати тесту ЗНО з фізики, як і в минулому році, не будуть обов'язковими для жодної спеціальності при вступі до вишів у 2021 році. Останній раз ЗНО з фізики було обов'язковим для вступу в 2018 році на спеціальності «Середня освіта (Фізика)», «Фізика і астрономія», а також «Прикладна фізика і наноматеріали». Починаючи з 2019 року, для вступу на ці спеціальності обов'язковою є математика, а фізика пропонується як один з предметів серед інших на вибір абітурієнта. Рейтинги спеціальностей за кількістю поданих заяв показують, що природничі та технічні спеціальності в 8 – 20 разів поступаються «Управлінню та адмініструванню», хоча більш коректно було б порівнювати по зарахованих студентах, але

все одно цифри вражають. Не дивно, що усе частіше студентські групи на технічних спеціальностях складаються з 1-3 чоловік.

Наступне питання: що вчити? Фізика, будучи фундаментальною дисципліною інженерно-технічних спеціальностей ЗВО, здобуває в останні десятиліття риси односеместрового факультативного курсу з мінімальним аудиторним навантаженням, вихолощеним світоглядним підтекстом. Віддана на відкуп самоосвіті фізика, як реальний навчальний предмет, переходить у віртуальний. В українських технічних ЗВО за останні кілька років курс фізики серйозно урізаний. Скорочення навчального навантаження викладачів в 2016 р. до 600 годин, акцент на самостійну роботу студентів і їх розвантаження, робилося шляхом скорочення фундаментальних дисциплін (рис. 2). На ряді спеціальностей фізика замінена курсом «Фізичні основи сучасних технологій» (ФОСТ) або йому подібним, який є безпосереднім продовженням предмета «Фізика» і розвитком розглянутих у ньому проблем на основі сучасних концепцій і технічних додатків – це офіційна точка зору на ФОСТ, а неофіційна – поверхнєве, описове, безформульне або малоформульне викладання окремих навіть не розділів, а тем. Найчастіше забрали з вивчення й фізику й ФОСТ.

Аналіз силабусів по фізиці п'яти харківських ЗВО показує (рис. 3), що є дві тенденції у викладанні курсу фізики: потроху про усе або більш докладно вивчаються три-чотири розділи й при цьому повністю не розглядаються інші. При скороченні програм, як правило, вилучаються розділи, пов'язані із новою фізикою 20 сторіччя. З рис. 3 видно, що, наприклад, квантова механіка та елементи ФТТ розглядаються на двухгодинних лекціях тільки у військових ЗВО та програмистами ХНАДУ. Причому програмисти розглядають усього чотири розділи з одинадцяти за 32 лекційних години, електронщики ХНУРЕ – 5 за 36 годин, управленці процесами перевезень (УПП) УкрДУЗТ – 6 за 15 годин, військові автомобілісти – 9 за 38 годин і механіки – 10 за 28 годин.

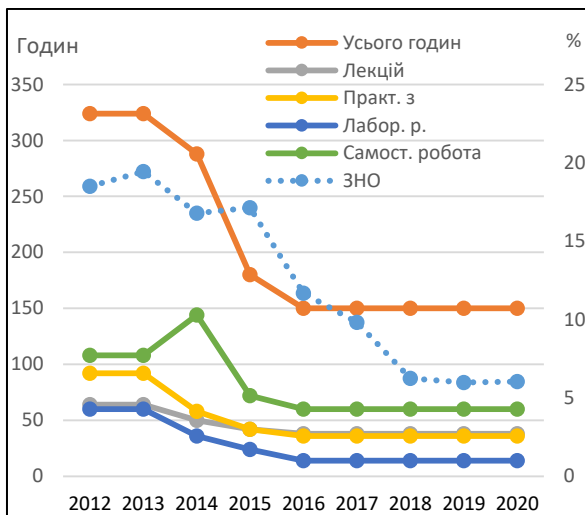


Рис. 2. Зміна навантаження з фізики. Для наочності пунктиром показано також падіння кількості абітурієнтів, що здають ЗНО з фізики у відсотках від загальної кількості абітурієнтів. За даними (Шамшин, 2017) та (Результати, 2020)

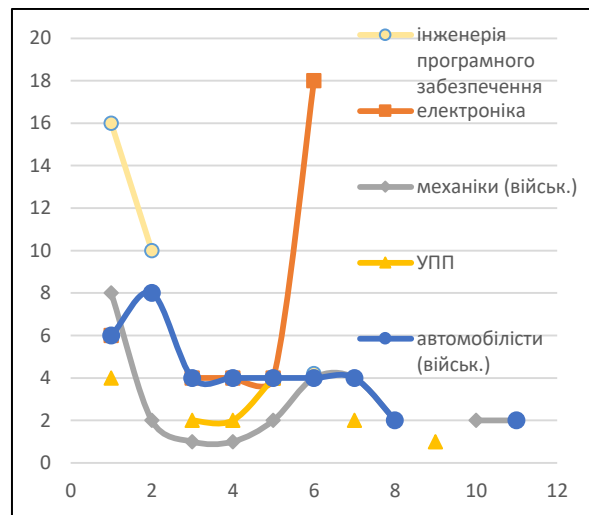


Рис. 3. Розподіл лекційного курсу по розділах фізики у п'яти ЗВО м. Харкова за даними силабусів 2020 – 2021 н.р.

Вздовж осі X: 1 – механіка; 2 – молекулярна фізика та термодинаміка; 3 – електрика; 4 – постійний струм; 5 – електромагнетизм; 6 – колювання та хвилі; 7 – хвильова та квантова оптика; 8 – атомна фізика; 9 – ядерна фізика; 10 – квантова механіка; 11 – елементи фізики твердого тіла

До основних функцій навчання відносять освітню, виховну та розвиваючу. Освітня функція веде до вироблення умінь і навичок використання знань на практиці. Задачою фізичної освіти є формування природничої грамотності, уявлень про фізичну картину світу та інтересу до науки. ФКС – уявлення про природу, що базується на загальних фізичних принципах, поняттях, законах і гіпотезах фізики. ФКС можна порівняти з пазлом, який студенти складають по мірі вивчення фізики. Та, на жаль, в нашому пазлі є тільки декілька фрагментів, а більшість деталей за 30 років загублена. Не важливо, чи будуть зібрані чотири великих фрагмента з 11, чи десять малих з великого пазлу, картину ми не побачимо ні в першому, ні в другому випадку.

Який матеріал з СФ можна було би розглянути на лекціях, практичних, лабораторних заняттях та студентських коференціях і гуртках? Так як ми розглядаємо фізику в технічному ЗВО, то більш случним є практичне втілення СФ в сьогоденне життя. Зброя на нових фізичних принципах, її різновиди – теми для доповідей на конференціях.

Криза теоретичної фізики по створенню теорії всього, експериментальні роботи в багатьох напрямках СФ, що продовжуються вже більше сорока років, алеї досе не дали практичних результатів (мається на увазі ВТНП), мають поки що дослідницький характер і можуть бути кратко згадані.

І наприкінці розглянемо питання «як навчати СФ?»

В постановці проблеми було вказано, посилаючись на (Садовий, 2013), що однією з проблем загальної методики навчання фізики є пошук ефективніших технологій та методів навчання й контролю та незалежного оцінювання навчальних досягнень студентів.

В літературному огляді ми з'ясували, що пропонуються дві схеми навчання СФ: перша, можлива в педагогічних ЗВО, це спецкурси та спецпрактикуми, елективні курси зі значним аудиторним навантаженням більшим 100 годин. Рис. 2 свідчить про те, що на сьогоднішній день ця схема не зможе існувати в технічному ЗВО.

Де знайти додатковий час на сучасну фізику, коли його не вистачає навіть на скорочений курс, традиційно викладається в вишах. Якщо раніше в окремих темах можна було розглянути їхнє сучасне застосування, то в останні п'ять років лекція по фізиці поверхнево охоплює дві - три теми, і у викладача просто бракує часу на розгляд питань, що стосуються стану СФ.

Тому друга схема передбачає переробку аудиторного заняття таким чином, щоб виділити 10–15 хвилин на розповідь про сучасний стан питання, що розглядається на занятті. Наприклад, при засвоєнні руху заряджених часток у магнітному полі, розповісти про прискорювачі, запуск БАК в 2008 р., відкриття бозону Хіггса в 2012 р., при вивченні електропровідності металів можна було б більш докладно розглянути ВТНП і навіть показати ефект Мейснера, розповісти про застосування ВТНП у поїздах на магнітній подушці, магнітній левітації Маглева в Шанхаї, прискорювачах БАК, гарматі Гаусса, рейкотроні, зброї на нових фізичних принципах і т. п. В загалі, можна запропонувати такі теми використання СФ в техніці, що відповідають розділам, які зазвичай вивчають в вишах Таблица 1.

Таблица 1

Можливі технічні використання деяких розділів СФ, які відповідають темам, які вивчаються в загальному курсі фізики технічного ЗВО

№	Розділ, закон, явище чи формула, що вивчається	Приклад застосування, технологія, матеріал і т. ін.
1	Швидкість, прискорення	Гіперзвукові пристрої
2	Енергія	Наномотор, білковий двигун, молекулярні пропелери
3	Енергія обертального руху	Супермаховик
4	Термодинаміка, теплові і холодильні машини	Тепловий насос
5	Діелектрична проникність	Речовини з гігантським значенням $\epsilon > 10^6$
6	Сила Ампера	Рейкотрон
7	Магнітне поле, електромагнітна індукція	гармата Гаусса
8	Тороїд	Токамак - тороїдальна установка для магнітного утримання плазми
9	Рух заряджених часток у магнітному полі, сила Лоренца	Прискорювачі: циклотрон, синхротрон, синхрофазотрон, колайдер, БАК.
10	Електромагнітні хвилі	2G – 5G зв'язок
11	Оптика	Волоконно-оптичні пристрої
12	Інтерференція	голографія
13	Поляризація	Анени телебачення метрового діапазону, H і V – поляризація транспондерів, конвертори супутникового телебачення: Hot Bird 13 E - 10°, Sirius 5E - 15°, Amos 4W - 15°.
14	Теплове випромінювання	Інфрачервоні пульти дистанційного управління, дистанційне вимірювання температури, пирометри, тепловізори; УФО обігрівачі
15	Температурна залежність опору провідника	ВТНП, ефект Мейснера, можливість застосування ВТНП у поїздах на магнітній подушці, магнітна левітація Маглева в Шанхаї, надпровідні соленоїди в БАК
16	Фазовий стан речовини	Рідкі кристали: LED та OLED LCD
17	Квантова фізика	QLED LCD – металевий нанофільтр на основі квантових точок
18	Тунельний ефект	Тунельний мікроскоп
19	Внутрішній фотоефект	Сонячні панелі, зелена енергетика
20	Напівпровідники	Мікро- та наноелектроніка

ОБГОВОРЕННЯ

Ми представили свою точку зору на виклад СФ, точніше двох її частин – мікро- і макрофізики в технічному вузі, виходячи з обмежених за годинами рамок від трьох до п'яти кредитів ECTS. Це ті частини фізики, які будуть затребувані при подальшому навчанні студентів і дають базові знання необхідні в майбутній професії. Ці розділи фізики найбільш бурхливо розвиваються і є рушійною силою четвертої науково-технічної революції. Спроби створення теорії всього об'єднанням опису свержмалого й надвеликого, приводять до криз у науці. Необхідність приймати на віру складні теоретичні розрахунки скоріше математиків, ніж фізиків-теоретиків, ведуть до відторгнення, не сприйняття фізики взагалі. 10-, 26- мірний простір описує мир елементарних часток і космологію. 10⁵⁰⁰ способів редукції 10-мірних суперструнних теорій до 4-мірній ефективній теорії поля породжує теорію ландшафтів. Якщо в «Маленькому принцові» у шістьох героїв були свої планети, то сьогодні кожний може вибрати свій всесвіт з гугл у п'ятому степені можливих. Для того щоб зрозуміти і працювати з СФ необхідно знати алгебраїчну й диференціальну геометрію, топологію.

Пройде ще кілька десятиліть і з'являться нові більш складні теорії, а про сьогоднішніх можуть і не згадати. 60-ті роки минулого століття називають «золотим часом» фізики, коли теорії виникали дуже часто. Просування їх у наукові маси визначалося, як би зараз сказали, хайпом. Розкрутили академіки теорію катастроф, вона досягла свого сплеску в 80-ті роки, а зараз одиничні роботи ветеранів-катастрофістів іноді зустрічаються в літературі. Молодий учений прагне

зрозуміти, описати те, що він вивчає, шукає допомоги в теоретиків. А виявляється, що теорія описує один якийсь факт, властивий явищу, не пояснюючи його появи, зв'язки, залежності. І виходить, наприклад, що феноменологічна теорія фазових переходів Ландау продовжується в теорії катастроф (ТК), із заміною термодинамічних параметрів відповідними змінними параметрами. І ми одержуємо ті ж результати, що й у теорії Ландау, але при цьому вивчили ТК.

І таких прикладів теор. опису фізичних явищ досить багато. Тому, на наш погляд, сьогодні варто більше говорити у фізичній аудиторії про експериментально перевірені області мікро- і макрофізики. Якщо є можливість (час), то можна привести й описати таблицю СФ у вигляді (Не только бозон Хиггса, 2021), щоб сформулювати хоча б початкові прозорі уявлення про СФ. І зрозуміло, що маючи 15 – 38 лекційних годин на весь курс фізики, при всьому бажанні викладача, його досвіді й педагогічній майстерності неможливо сформулювати ФКС.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Бурхливий розвиток фізики в минулому столітті привів до суттєвого технологічного прориву промисловості, появи нових наукових дисциплін, що виникли на стику наук. Розвиток матеріалознавства, електроніки, нанотехнологій, роботехніки, всього, що визначає науково-технічне обличчя 21 ст., поступово витісняє класичну фізику з освітнього процесу, потребуючи включення в навчальні плани розділів СФ, на яких базується неонаука.

Показано, що скорочення тих, хто вивчає фізику є не тільки проблемою України, але має загальносвітові тенденції. Порівняння причин такого скорочення доводить, що в світі це пов'язано з переходом до індустрії 4.0. В Україні це викликано, по-перше, тотальною деіндустріалізацією, а по-друге, реформами вищої школи: якщо раніше фізику вчили лікарі, економісти, інженери і т. д., то зараз вона є третім предметом за вибором на ЗНО навіть на фізичні спеціальності.

Доведено, що з трьох складових СФ доцільно вивчати мікро- та макрофізику, зокрема ті їх розділи, які пов'язані з майбутнім фахом студентів.

З'ясовано, що в рамках обмеженої за часом програми з фізики технічного ЗВО найбільш доцільним є розгляд питань СФ на аудиторних заняттях шляхом висвітлення, обговорення, а можливо, і доповіді студентів протягом 10 – 15 хв. Запропоновані теми технічного використання СФ, які можуть бути розглянуті по деяких розділах, що вивчаються.

У подальшій роботі планується не обмежуватися двадцятьма пунктами застосування сучасної фізики в перспективних технологіях, а більш широко розглянути ці питання, обговорити можливу робочу програму навчальної дисципліни, в яку будуть внесені зв'язки з НТР.

Список використаних джерел

1. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я. Кірюхіна О.О. Фізика: Підруч. для 11 кл./ за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого. Харків.: Ранок, 2019. 272 с.
2. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О. Фізика: Підруч. для 10 кл./ за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого. Харків: Ранок, 2018. 275 с.
3. Белл Д. *Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования*. М.: Academia, 2004. 944 с.
4. Воронов В.К., Подоплелов А.В., Сагдеев Р.З. *Физика на переломе тысячелетий*: в 4 т.: учебн. пособ. М.: Изд-во ЛКИ, 2012. Т.1. 510 с., Т.2. 336 с., Т.3. 432 с., Т.4. 368 с.
5. Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (тридцать лет спустя, причем уже на пороге XXI века)? *УФН*, 1999. Выпуск 169. С. 419-441.
6. Завражна О.М., Одиодворець Л.П., Пасько О.О., Салтикова А.І. Методика формування у студентів знань про стан сучасної фізики та нанотехнологій. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2018. №1(75). С. 196-208.
7. Ильин В.А., Кудрявцев В.В., *Магистральные направления физики XXI века: Физика технологий будущего для будущих физиков и инженеров: Современная макрофизика: Низкие температуры. Сверхпроводимость. Сверхтекучесть. Лазеры. Фуллерены, нанотрубки, графен. Информационные технологии*. М.: URSS, 2018. 448 с.
8. Кудрявцев В.В., Ильин В.А. Об изучении вопросов современной физике в школе. *Вестник МГОУ. Сер.: Педагогика*, 2017. №2. С. 117-124, DOI: 10.18384/2310-7219-2017-2-117-124.
9. Кудрявцев В.В., Ильин Г. Ф. В. А., Михайлишина Г.Ф. Изучение современной физики в профильной школе: методологический аспект. *Педагогическое образование и наука*, 2011. № 9. С. 40-47.
10. Minutephysics. Open Letter to the President: Physics Education. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BGL22PTIOAM> (Дата звернення 25.05.2021).
11. Morrison J. *Modern Physics for Scientists and Engineers*. Academic Press, 2009. 488 p.
12. Наука в Україні. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Наука_в_Україні (Дата звернення 25.05.2021).
13. Не только бозон Хиггса: что еще нашли в Большом адронном коллайдере. URL: https://hightech.fm/2021/03/03/tally-hadrons?is_ajax=1 (Дата звернення 25.05.2021).
14. Опанасюк, А.С. *Сучасна фізична картина світу*: навч. посіб. Мікро-, макро- та мегафізика. Суми: СумДУ, 2005. 328 с.
15. Попович О. На яке майбутнє може сподіватися українська наука. *Українська правда*, 17.03.2017. URL: <https://life.pravda.com.ua/columns/2017/03/17/223188/> (Дата звернення 25.05.2020).
16. Redish E. F. Who needs to learn physics in the 21st century — and why? Plenary lecture, GIREP Conference Physics Teacher Education beyond 2000, Barcelona Spain, August 2000.
17. Результати ЗНО. URL: https://ru.osvita.ua/test/rez_zno/ (Дата звернення 25.05.2021).
18. Савельев И. В. *Курс общей физики*: Учеб. пособ.: в 3 т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. 320 с.,
19. Савельев И. В. *Курс общей физики*: Учеб. пособ.: в 3 т. Т. 1. Механика, молекулярная физика. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1982. С. 217-245.
20. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. *Вибрані питання загальної методики навчання фізики*: навч. посіб. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. С. 12.

21. Science & Engineering Indicators 2020, Science and Engineering Labor Force. URL: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20198/u-s-s-e-workforce-definition-size-and-growth> (Дата звернення 25.05.2020).
22. Сальник І. Метод моделювання як невід'ємна компонента практикumu з фізики у педагогічному ВНЗ *Наукові записки КДПУ імені В. Винниченка*. Сер.: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 2011. Вип. 1. С. 90-95.
23. Singh J., *Modern Physics for Engineers*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008. 400 p.
24. *Словник української мови*: в 11 т. /за ред.: І.К.Білодіда; АН УРСР. Ін-т мовознавства. К.:Наукова думка, 1970–1980. Т.9. С. 872.
25. Чолпан П.П. *Фізика*: Підр.. К.: Вища школа, 2003. 567 с.
26. Шамшин А.П. Современная физика в современном курсе физики вуза. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі» (XXIV Каришинські читання)», (Полтава, 18 - 19 травня 2017 року). С. 315-317.

References

1. Bariakhtar V. H., Dovhyi S. O., Bozhynova F. Ya. Kiriukhina O.O. (2019). *Fizyka* [Physics]: Pidruch. dlia 11 kl. Kharkiv.: Ranok [in Ukraine].
2. Bariakhtar V. H., Dovhyi S. O., Bozhynova F. Ya. Kiriukhina O.O. (2018). *Fizyka* [Physics]: Pidruch. dlia 10 kl./ Kharkiv.: Ranok [in Ukraine].
3. Bell, D. (2004). *Gryadushchee postindustrial'noe obshchestvo. Opyt social'nogo prognozirovaniya* [The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting]. M.: Academia, 944 [in Russian].
4. Voronov V.K., Podoplelov A.V., Sahdeev R.Z. (2012). *Fyzyka na perelome tysiacheletei* [Physics at the turn of the millennium]: v 4 t.: tutorial. M.: Yzd-vo LKY [in Russian].
5. Hynzburch V L. (1999). *Kakye problemy fyzyky y astrofyzyky predstavliaiutsia seichas osobenno vazhnyymi y ynteresnyymi (trydtsat let spustia, prychem uzhe na porohe KhKhI veka)?* [What problems of physics and astrophysics seem to be especially important and interesting now (thirty years later, and already on the threshold of the 21st century)?]. *UFN - Physics-Uspekhi* (Advances in Physical Sciences), 169, 419-441 [in Russian].
6. Zavrazhna O.M., Odnodvoret L.P., Pasko O.O., Saltykova A.I. (2018). *Metodyka formuvannia u studentiv znan pro stan suchasnoi fyzyky ta nanotekhnolohii*[Methods of forming students' knowledge about the state of modern physics and nanotechnology]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii – Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 1(75), 196-208 [in Ukraine].
7. Ylyn V.A., Kudriavtsev V.V. (2018). *Mahystralnye napravleniya fyzyky XXI veka: Fyzyka tekhnolohyi budushcheho dlia budushchykh fyzykov y ynzhenеров: Sovremennaia makrofyzyka: Nyknye temperatury. Sverkhprovodymost. Sverkhtekuchest. Lazery. Fullereny, nanotrubky, hrafen. Ynformatsionnye tekhnolohyy* [The main directions of physics of the XXI century: Physics of technologies of the future for future physicists and engineers: Modern macrophysics: Low temperatures. Superconductivity. Superfluidity. Lasers. Fullerenes, nanotubes, graphene. Information technologies], URSS [in Russian].
8. Kudriavtsev V.V., Ylyn V.A. (2017). *Ob yzuchenyy voprosov sovremennoi fyzyke v shkole*[About studying questions of modern physics at school], *Vestnyk MHOU. Ser.: Pedahohyka – Bulletin of the MSUR. Ser. : Pedagogy*, 2, 117-124, DOI: 10.18384/2310-7219-2017-2-117-124 [in Russian].
9. Kudriavtsev V.V., Ylyn H. F. V. A., Mykhailyshyna H.F. (2011). *Yzuchenye sovremennoi fyzyky v profylnoi shkole: metodolohycheskyi aspect* [Study of modern physics in a specialized school: methodological aspect]. *Pedahohycheskoe obrazovanye y nauka – Pedagogical education and science*. 9, 40-47 [in Russian].
10. *minutephysics. Open Letter to the President: Physics Education*. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=BGL22PTIOAM>.
11. Morrison J. (2009). *Modern Physics for Scientists and Engineers*. Academic Press.
12. *Nauka v Ukraini* [Science in Ukraine]. (n.d.). [uk.wikipedia.org](https://uk.wikipedia.org/wiki/Nauka_v_Ukraini). Retrieved from https://uk.wikipedia.org/wiki/Nauka_v_Ukraini [in Ukraine].
13. *Ne tolko bozon Higgsa: chto esche nashli v Bolshom adronnom kollaydere*. (n.d.). hightech.fm. Retrieved from https://hightech.fm/2021/03/03/tally-hadrons?is_ajax=1 [in Russian].
14. Opanasiuk, A.S. (2005). *Suchasna fizychna kartyna svitu: navch. posib. Mikro-, makro- ta megafizyka* [Modern physical picture of the world: textbook. Micro-, macro- and megaphysics]. Sumy: SumDU [in Ukraine].
15. Popovych O. (2017) *Na yake maibutnie mozhe spodivatysia ukrainska nauka* [What future can Ukrainian science hope for?]. *Ukrainska Pravda - Ukrainian Pravda*, 17.03.2017. Retrieved from <https://life.pravda.com.ua/columns/2017/03/17/223188/> [in Ukraine].
16. Redish E. F. (2000). *Who needs to learn physics in the 21st century — and why?* Plenary lecture, GIREP Conference Physics Teacher Education beyond 2000, Barcelona Spain.
17. *Rezultaty ZNO [ZNO results] (2020)*. (n.d.). ru.osvita.ua. Retrieved from https://ru.osvita.ua/test/rez_zno/ [in Russian].
18. Savelev Y. V. (1987). *Kurs obshchei fyzyky: Ucheb. posob.: v 3 t. T. 3. Kvantovaia optyka. Atomnaia fyzyka. Fyzyka tverdogo tela. Fyzyka atomnoho yadra y elementarnykh chastyt* [General Physics Course: Textbook. manual: in 3 volumes. V. 3. Quantum optics. Atomic physics. Solid state physics. Physics of the atomic nucleus and elementary particles.]. M.: Nauka [in Russian].
19. Savelev Y. V.(1982). *Kurs obshchei fyzyky: Ucheb. posob.: v 3 t. T. 1. Mekhanyka, molekuliarnaia fyzyka* [General Physics Course: Textbook. manual: in 3 volumes. V. 1. Mechanics, molecular physics]. M.: Nauka [in Russian].
20. Sadovyy M.I., Vovkotrub V.P., Tryfonova O.M. (2013). *Vybrani pytannia zahalnoi metodyky navchannia fyzyky: navch. Posib* [Selected issues of general methods of teaching physics: textbook]. Kirovohrad: PP «Tsentr operatyvnoi polihrafii «Avanhard» - Kirovograd: PE "Center of operative polygraphy" Avangard " [in Ukraine].

21. Science & Engineering Indicators 2020, Science and Engineering Labor Force. (n.d.). ncses.nsf.gov. Retrieved from <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20198/u-s-s-e-workforce-definition-size-and-growth>.
22. Salnyk I. (2011). Metod modeliuвання yak nevidiemna komponenta praktykumu z fizyky u pedahohichnomu VNZ [Modeling method as an integral component of a workshop on physics in a pedagogical university], Naukovi zapysky KDPU imeni V. Vynnychenka. Ser.: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity - Scientific notes of V. Vynnychenko Kirovograd State Pedagogical University. Ser.: Problems of methods of physical-mathematical and technological education, 1. 90-95 [in Ukraine].
23. Singh J. (2008). Modern Physics for Engineers. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
24. Slovnyk ukrainskoi movy (1970): v 11 t. [Dictionary of the Ukrainian language: in 11 volumes] /za red.: I.K.Bilodida; AN URSR. In-t movoznavstva. K.:Naukova dumka [in Ukraine].
25. Cholpan P.P. (2003). Fizyka: Pidr [Physics: Textbook]. K.: Vyscha shkola [in Ukraine].
26. Shamshin A.P. (2017). Sovremennaia fizyka v sovremennom kurse fizyky vuza [Modern physics in the modern physics course of the university]. Proceedings from Materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii «Metodyka navchannia pryrodnychkh dystsyplin u serednii ta vyshchii shkoli» (XXIV Karyshynski chytannia)» - Materials of the International Scientific and Practical Conference "Methods of nurturing natural disciplines at middle and high schools" (XXIV Karishynsky reading). (pp. 315 – 317) , Poltava [in Russian].

PHYSICS OF THE 21ST CENTURY IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Olexandr Shamshin

National Academy of the National Guard of Ukraine, Ukraine

Abstract.

Problem formulation. *The transition to a post-industrial information society means the predominance of intangible production, the growing importance of information and knowledge, the spread of creative work. One of the characteristic features of post-industrial society is the introduction of the latest technologies and processes, the creation of new materials and products, the accelerated development of science and education, which is based on the growth of interdisciplinary interpenetration of different branches of science. Quality modern education is the basis of a successful scientific process, the creation of new knowledge, which, in turn, is a factor and source of economic development. Modern education of the subject area implies the development of knowledge, technologies, processes inherent in the current state of science, the formation of a modern (in our case, physical) picture of the world.*

Materials and methods. *To achieve this goal the following methods were used: analysis and systematization - during the review of scientific articles, textbooks, syllabuses, which present certain studies, developments, descriptions of issues related to the sections of modern physics (MP) and methods of its study ;, synthesis, comparison, systematization, generalization - during the receipt and discussion of results and formulation of conclusions..*

Results. *The need for the formation of natural literacy, ideas about the modern physical picture of the world and interest in science requires finding answers to the generalizing problem of physics "Why, what and how to teach?", Which in relation to modern 21st century physics done at work. The reasons for the reduction of both the number of those who study physics in the universities and educational programs are analyzed. It is proved which sections of the MP should be studied, the connection of these sections with the future specialty of students is emphasized.*

Conclusions. *There is a problem between MP and the somewhat outdated, mostly classical course in general physics. It is necessary to accelerate the work on the processing of curricula, because the needs of the day dictate the requirements of compliance with what is being studied, so where it will be applied.*

Keywords: *modern physics, technical universities, teaching methods, problems of studying modern physics, post-industrial society.*

