

ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА СТУДЕНТІВ З ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН

В роботі аналізуються методи організації дослідницької роботи з фізики студентів, які навчаються у вищих навчальних закладах природничого профілю. Описуються форми і методи реалізації науково-дослідницької з фізики в медичних університетах. Наводяться результати дослідження ролі дослідницької роботи у формуванні функціональної грамотності майбутнього фахівця.

Ключові слова: дослідницька робота, методика навчання фізики, професійна освіта, медична та біологічна фізика, радіологія, променева діагностика; фахова компетентність.

Актуальність дослідження. Вивчення фізико-математичних дисципліни має непересічне значення для формування як професійно значущих компетентностей фахівця природничого профілю: лікаря, біолога, інженера, його наукового світогляду, розвитку творчих здібностей, компетентності у відборі засобів і методів наукового пізнання так і для всебічного гармонійного розвитку особистості. Теоретичні й експериментальні методи, які використовуються у процесі навчання фізико-математичних дисциплін, відображають практично всі способи пізнання, критичного і технологічного мислення: індукції та дедукції, абстракції й узагальнення, аналізу та синтезу.

Побудова цілісної методичної системи вивчення дисциплін фізико-математичного циклу на природничих факультетах неможлива поза контекстом інтеграційних процесів, які відбуваються у сучасній освіті та науці. Це в свою чергу передбачає реалізацію такого важливого виду позааудиторної роботи як індивідуальна дослідницька діяльність.

В останні роки дидактика професійної освіти збагатилась результатами досліджень з проблем організації дослідницько орієнтованого навчання (М. Анцибор, В. Журавльов, В. Загвязинський, І. Лясков, Я. Колибабюк, Л. Круглий, М. Львов, В. Ніколаєва, О. Цокур та ін.). Питаннями організації науково-дослідницької роботи студентів в університетах присвячені роботи Т. Калашникової, Т. Ковалевої, Ю. Кулюткіна, Б. Сорокіна, І. Сумбаєва та ін. Однак методика організації науково-дослідницької діяльності з фізико-математичних дисциплін на непрофільних спеціальностях на сьогодні практично не досліджувалася.

Мета статті полягає у розкритті можливостей науково-дослідницької діяльності з фізико-математичних дисциплін на непрофільних спеціальностях та її ролі у формуванні фахово значущих компетентностей

Виклад основного матеріалу. Наразі в науковій літературі розрізняють навчально-дослідницьку і науково-дослідницьку роботу студентів як дві основні складові науково-дослідницької діяльності студентів, яка у ВНЗ здійснюється за такими напрямками: 1) навчально-дослідницька, що є невід'ємним елементом навчального процесу; 2) науково-дослідницька робота, що здійснюється поза навчальним процесом у межах студентського науково-творчого товариства" [5]. Таким чином, дослідницька робота має в своїй сутності два взаємопов'язаних елементи: навчання студентів основ дослідницької діяльності, організації та методики наукового пошуку та власне проведення наукових досліджень, що є складовою професійної компетентності майбутнього фахівця. У процесі виконання наукової роботи формується функціональна грамотність майбутнього фахівця, здійснюється перехід від набуття готових знань до оволодіння методами їх здобування, формуються навички аналітичного та критичного мислення, вміння нестандартно, творчо вирішувати фахові завдання.

Особливою є ситуація з організацією дослідницької роботи у випадку, коли фізика не є профільною дисципліною, оскільки в такому випадку дослідницька робота з фізики не може виконуватися у формі курсової чи дипломної роботи. Яким чином може бути використаний потужний методологічний потенціал фізики майбутнім лікарем, біологом чи фармацевтом? Як показав наш досвід та підтвердив проведений педагогічний експеримент, оптимальною формою для реалізації індивідуальних дослідницьких робіт у такому випадку є метод проектів. Проектна навчальна діяльність має глибоке коріння, однак дотепер не отримала належного теоретичного обґрунтування експериментального дослідження у вітчизняній практиці: немає єдиного загальноприйнятого погляду на навчальний проект, відкритим є питання про організацію проектної діяльності в умовах потоково-

групової форми навчання, немає класифікації та не розроблені підходи до оцінювання проектних завдань.

Проектна діяльність студентів нами спрямовувалась на систематизацію знань, отриманих при вивченні медичної та біологічної фізики, на об'єктивне відображення фахово зорієнтованих проблем засобами фізики, сприяючи тим самим формуванню цілісної особистості та на формування умінь використовувати теоретичні знання у практичній діяльності. "Все із життя, все заради життя", "навчання в дії" – такими є вихідні положення засновників системи проектного навчання Д. Дьюї, Е. Колінгса та В. Кілпатрика. Формування проектної діяльності студента посилює мотивацію навчальної діяльності завдяки встановленню зв'язків між теоретичним матеріалом та майбутньою професійною діяльністю і повною мірою відповідає принципу інтеграції фундаментальної та фахової підготовки у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін. Характерною особливістю проектної діяльності є те, що її продукт характеризується об'єктивною чи суб'єктивною новизною та значимістю. Впродовж виконання навчального проекту студенти узагальнюють уже здобуті знання, набувають власного досвіду у їх практичному використанні. Наукові дослідження в галузі дидактики переконливо свідчать, що творча навчальна діяльність є ефективною в умовах нежорсткого опосередкованого управління.

Аналіз змісту провідних документів, які регламентують навчальний процес у вищих навчальних закладах, дозволяє констатувати, що проектна технологія – продуктивне доповнення до традиційних форм пошуково-творчої діяльності студентів. Вона є ефективним засобом формування компетентностей – універсальних загальноосвітніх умінь високого порядку, що проявляються насамперед у кінцевих результатах освіти й навчання: уміння виконувати пізнавальні й наукові завдання, використовувати набутий досвід, зводити в єдине ціле елементи знань з різних навчальних дисциплін; організовувати процес самостійного навчання, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, здатність розуміти складні явища, цілісно їх сприймати; вміння використовувати різні джерела інформації; протистояти труднощам; викладати власну позицію, аргументовано захищати свої погляди, оволодіння технікою наукових досліджень; планування власної навчальної діяльності, орієнтування на безперервну освіту та самовдосконалення. Аналіз результатів проведеного нами педагогічного експерименту переконує, що впродовж навчального проекту відбувається ефективно оволодіння компетентностями: предметними, професійними та ключовими. Визначальним чинником у формуванні компетентностей, на нашу думку, є те, що при реалізації проектної діяльності навчальний матеріал стає предметом активної дії. Залучаючи студентів до підготовки електронних конспектів лекцій, складання тестових завдань, обробки результатів тестування, ми забезпечуємо ефективне засвоєння знань через суспільно-корисну діяльність і вміння, здобуті при виконанні такої діяльності.

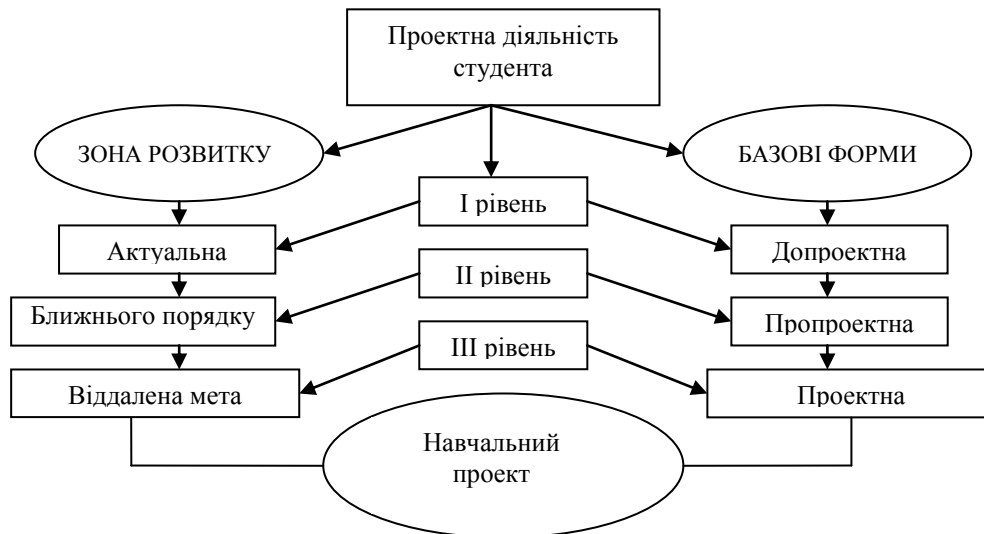
Розрізняючи три типи завдань [1]: навчальне, пізнавальне та наукове, зміст яких зорієнтований відповідно на зону актуального порядку, зону ближнього порядку та на віддалену мету, може бути сформована стратегія проектної діяльності студентів. Такий підхід та використання класифікації, запропонованої у [6], дають можливість виокремити базові форми організації проектної діяльності, рівні освоєння проектних умінь студентами, запропонувати структурну модель проектної діяльності в процесі вивчення фізико-математичних дисциплін.

Допроєктна діяльність передбачає опрацювання теоретичного матеріалу, ліквідацію прогалів у базових знаннях, поглиблене вивчення програмного матеріалу, розв'язання задач та тестових завдань тощо; пропроектна (квазіпроектна) – огляд літературних джерел на задану тематику, написання рефератів, виконання невеличких творчих завдань; проектна – виконання індивідуальних творчих завдань науково-дослідного характеру. На мал. 1 показана схема, що ілюструє організацію проектної діяльності студентів.

З клінічних дисциплін фізика має найбільш тісний зв'язок з радіологією – науковою галуззю, яка використовує різноманітні фізичні випромінювання та поля з метою діагностики (променева діагностика) та лікування (променева терапія). Спочатку радіологія була розділом медицини, в якому розглядалися можливості використання рентгенівського випромінювання для отримання візуальної інформації про біологічні об'єкти. Сьогодні радіологія не обмежується методами, що використовують іонізуюче випромінювання, а долучає весь відомий арсенал методів візуалізації з діагностичною метою: дослідження за допомогою постійних та змінних електричних та магнітних полів, ультразвукових хвиль, радіоактивні ізотопи. В курсі променевої діагностики студенти медичних університетів вивчають позитрон-емісійну томографію (ПЕТ), магнітно-резонансну томографію (МРТ), комп'ютерну томографію (КТ), тепловізійні дослідження, ультразвукову діагностику (УЗД). В основі роботи усіх цих методик лежать фізичні явища, закони та закономірності, що й визначає сутність міждисциплінарних проектних робіт.

Проведені дослідження показали, що у студентів-першокурсників проектна діяльність з фізики привертає увагу насамперед своєю фаховою спрямованістю. Проект має органічно поєднати фундаментальні наукові знання з фізики з професійними інтересами студента. Наприклад, вивчаючи фізичні основи застосування рентгенівського випромінювання в медицині, розглядаємо комп'ютерну

рентгенівську томографію, яка базується на розробленому Г. Хаундсфілдом у 1963 р. математичному методі реконструкції об'ємних зображень з рентгенівських проєкцій. Цей метод був втілений у медичну практику А. Мак-Кормаком у 1978 р. (Нобелівська премія 1979 р.).



Мал. 1. Проектна діяльність студента

Пропонуємо студентам наукові проекти що передбачають збір, узагальнення та презентацію результатів дослідницької роботи про сучасні концепції комп'ютерної рентгенівської томографії, наприклад, томографії з спіральним скануванням, яке базується на варіації швидкості обертання відносно осі колімації. Вибір оптимального пітча залежить від розміру ділянки, яку потрібно сканувати, і обмежується безпечною для пацієнта дозою опромінення, яка прямо пропорційна до тривалості сканування. Намагання досягти кращої якості зображення зменшенням пітча призводить до збільшення дози опромінення. Це дає змогу сформулювати ряд професійно спрямованих задач на знання основ дозиметрії і поєднати фахово орієнтовані та базові предметні (фізичні) складові професійної компетентності.

Особливо актуальним є візуальне подання навчального матеріалу при вивченні тих розділів і тем курсу, в яких подаються фундаментальні фізичні знання, що складають основу сучасних діагностичних та лікувальних методик. Так, дослідження теплового випромінювання лежить в основі термографії, вивчення магнетизму та квантової механіки має забезпечити основу для опанування методик електронного-парамагнітного та ядерного магнітного резонансу, ультразвуку – сучасних методик ультразвукової діагностики. Жодна з кафедр медичної та біологічної фізики не має обладнання, яке б дало можливість лабораторного знайомства з такими приладами через їх високу вартість, і тому в навчальному процесі мають бути ширше задіяні можливості інформаційно-комунікаційних технологій.

Важливо показати розширення можливостей УЗД при використанні ефекту Доплера. Якщо джерело УЗ-хвиль (або перешкода, від якої вони відбиваються) рухається відносно приймача, то змінюватиметься частота УЗ коливань. За зміною частоти можна визначити швидкість руху джерела УЗ або перешкоди, від якої ультразвук відбивається. Для знаходження швидкості крові в судинах використовують формулу

$$g = \frac{c \Delta \nu}{2\nu \cos \theta}.$$

Ультразвуковий зонд містить датчик, який створює сигнал (завдяки п'єзоелектричному ефекту) і приймає УЗ імпульси. Традиційно ця формула наводиться без доведення, однак в міні-проектних роботах студенти засвоюють доведення і вчаться робити розрахунки для різних типів медичних ситуацій. В проектних роботах студенти також мають змогу ознайомитися з двома найпоширенішими методами УЗ-сканування: *A*-сканування (відбиті сигнали відображаються у вигляді піків на екрані осцилографа; за відстанню між піками встановлюють глибину проникнення променів) та *M*-сканування (відображені імпульси мають вигляд плям, інтенсивність яких є мірою їх амплітуди). Можливості комп'ютерного моделювання можуть доволі широко використовуватися у навчальних проєктах. Оскільки комп'ютерне моделювання набуває дедалі більшого значення в наукових дослідженнях, поступово має

підвищуватися його роль і в навчальному процесі, адже навчальний процес має відповідати сучасному рівню науки й техніки та реально відображати ситуацію, що має місце у відповідній науковій галузі.

Під час планування дослідницьких робіт враховувався майбутній фах студента. Так, студенти стоматологічного факультету з великим зацікавленням виконували роботи з моделювання та дослідження механічних властивостей зубних протезів. Головною загальною вимогою моделювання є дотримання принципу подібності, адже результати дослідження можуть бути використані для реальних об'єктів лише в тому випадку, якщо вони подібні. Сучасна теорія подібності базується на трьох теоремах, що визначають умови геометричної, кінематичної та динамічної подібності фізичних явищ.

Зубні протези складають досить широкий набір конструкцій, одна з головних характеристик яких – конструкційна міцність. Критерієм міцності є розподіл напружень, що виникають під час експлуатації. Нерівномірність розподілу напружень призводить до руйнування конструкції, яке починається в місцях з високою концентрацією напружень.

Безумовно, викладач повинен сформувати доволі широкий банк завдань та мати достатній арсенал можливостей для реалізації фізичних завдань дослідницького характеру, розрахованих на студентів-медиків з різними індивідуально-типологічними особливостями. Так, у міждисциплінарному проєкті з променевої діагностики брали участь чимало студентів. Проте завершеного вигляду ці дослідження набули лише у декількох і були опубліковані у вітчизняних та зарубіжних наукових виданнях [2, 3, 9]. Сумісно з Інститутом фізики АН України проводилися також творчі наукові роботи з дослідження люмінесценції плазми крові, електричних властивостей біологічних тканин, однак такі дослідження вимагають значних затрат зусиль та часу для їх виконання, вони є надто складними, для студентів-медиків.

Чималий потенціал для формування функціональної грамотності мають поректи історико-біографічного характеру. Як стверджує А. Маслоу, "якщо ми хочемо з'ясувати, чому одні досягають цієї мети (самоактуалізації – *авт.*), а інші – ні, ми повинні зайнятися дослідженням і вивченням життєписів людей, що самореалізувалися, щоб зрозуміти, як їм це вдалося" [218, с. 202]. Шукаючи відповіді на питання: "Чому так склалося, що X-промені, відкриті І. Пулюєм, ми називаємо рентгенівськими?", студенти отримують неоціненний життєвий досвід, розуміння низки важливих наукових, правознавчих проблем. Історико-біографічний матеріал дозволяє зрозуміти, що і як варто робити, щоб досягти успіху. Систематичне виконання індивідуальних творчих чи реферативних робіт такого характеру має пізнавальну цінність, сприяє формуванню професіоналізму, самовираження та самоактуалізації, стимулює пошук свого призначення в житті, прагнення розвивати свої нахили і здібності, набувати досвіду професійної діяльності в майбутньому, забезпечує наступність, сприяє реалізації міжпредметних зв'язків. Досягнення фізики нерозривно пов'язані з моральними якостями людей, що відкривали фізичні закони, явища і знаходили способи використання цих досягнень у медичній практиці. Використання виховного потенціалу фізики вимагає підбору відповідного матеріалу, систематичної емоційної дії на студентів у процесі навчання. Варто спиратися, насамперед, на досвід українських учених та вчених-українців, які працюють в інших країнах і відомі як в Україні, так і у світі, пропагувати їх здобутки.

Отже, можна виокремити декілька типів творчих дослідницьких робіт, доцільність та ефективність яких при організації самостійної роботи студентів медичних університетів у процесі вивчення медичної та біологічної фізики доведена у педагогічному експерименті:

– дослідження фізичних властивостей біологічних об'єктів та впливу фізичних чинників на життєдіяльність живих організмів (під керівництвом автора виконувалися кристалооптичні дослідження, дослідження люмінесценції біологічних рідин при різних захворюваннях, дослідження електричних властивостей біологічних тканин тощо);

– комп'ютерне моделювання;

– дослідження історичного аспекту важливих у біологічній та медичній фізиці відкриттів.

При організації науково-дослідницької роботи з фізики студентів непрофільних (нефізичних) спеціальностей варто дотримуватись таких принципів: дослідницька діяльність студентів має інтегративний міждисциплінарний характер, є наближеною до їхнього майбутнього фаху і у більшості випадків матиме продовження в подальшій діяльності; наукове дослідження тривалий процес, який повинен мати часові рамки, що співвідносяться з тривалістю вивчення початкової дисципліни; науково-дослідницька діяльність потребує нежорсткого керівництва з урахуванням індивідуальних якостей студента, кола його наукових інтересів, та можливостей самоосвітньої діяльності.

Висновки. Міра індивідуальності при виконанні студентами творчих робіт розкриває, розвиває та вдосконалює їх пізнавальний стиль. Творчі наукові та пізнавальні завдання варто конструювати як відкриті та різномірні, що дало змогу залучити до творчої роботи широке коло студентів.

Використані джерела

1. Атаманчук П.С. Теорія і методика управління пізнавальною діяльністю старшокласників у навчанні фізики: Дис. ... д-ра. пед. наук. 13.00.02. – Кам'янець-Подільський, 2000. – 470 с.

2. Курик М.В., Боксер С.П., Стучинська Н.В. Вплив музики на фрактальну структуру ротової рідини // Письма в ЖТФ. – 2008. – №4, с.72 – 74.
3. Мазіхін А.В., Стучинська Н.В. Предметні знання з фізики: їх роль у професійному формуванні майбутнього лікаря // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти у вищій та середній школі. – зб. Матеріалів Всеукраїнської конференції, 2014 р., м. Херсон: ПП Вишемирський. – 2014. – С. 180-186.
4. Маслоу А. Психология бытия. – М.: Рефлер-Бук, К.: Ваклер, 1997. – 202 с.
5. Пехота О.М. Основи педагогічних досліджень: від студента до наукової школи: навчально-методичний посібник / О.М. Пехота, І.П. Єрмакова. – Миколаїв: Іліон, 2012. – 340 с.
6. Поліхун Н.І. Розвиток творчої діяльності старшокласників у процесі навчання фізики з використанням проектно-технології: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 2007. – 21 с.
7. Стучинська Н.В. Використання асоціативних технологій навчання у курсі медичної та біологічної фізики / Н.В. Стучинська, Н.В.Остапович // Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Випуск 34 : збірник наукових праць / за ред. проф. В. Д. Сиротюка. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – С.157-164.
8. Стучинська Н.В. Інтерактивні методи навчання медичної та біологічної фізики / Н.В. Стучинська, Н.В.Остапович // Acta Universitatis Pontica Euxinus. Матеріали VIII міжнародної конференції "Стратегія якості в промисловості і освіті". – Т.2. – Варна, 2012. – С. 324-326.
9. Радзивило І.О., Стучинська Н.В. Методи візуалізації у сучасній медицині, їх місце у курсі медичної та біологічної фізики. Комп'ютерна томографія // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти у вищій та середній школі. – зб. Матеріалів Всеукраїнської конференції , 24-24 квітня 2014 року, м. Херсон: ПП Вишемирський. – 2014. – С. 187-195.
10. Шейко В.М., Кушнарєнко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності : Підручник. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Знання-Прес, 2002.

Stuchynska N., Shmorgun A., Belous I.

ORGANIZATION OF STUDENT RESEARCH ON PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

The paper analyzed the methods of research in physics students studying in higher education institutions natural profile. Especially the situation with the organization of research when physics is not the major subjects, as in this case, the research work in physics can't be carried out in the form of course or thesis. Substantiated principles of scientific research in physics students of medical specialties are given. It is shown that the best form for the realization of individual research in this case is the method of projects.

Project activities targeted at students to systematized knowledge gained in the study of medical and biological physics, formation of skills to use theoretical knowledge in practice.

With clinical disciplines physics has the closest relationship with Radiology - science, which uses a variety of physical and radiation fields to diagnose (radiation diagnosis) and treatment (radiation therapy). In the course of radiation diagnosis, students of medical universities studied positron emission tomography (PET), magneto resonance imaging (MRI), computed tomography (CT), Human research of thermal radiation, diagnostic ultrasound (US) and many other techniques. At the basis of all of these techniques are physical phenomena, laws and patterns that determines the nature interdisciplinary project work. This makes it possible to create many projects aimed at forming functional literacy, which is a component of professional competence.

Describe the forms and methods of implementation research in physics in universities. Analyzed the role of research in shaping the future of functional literacy specialist. Proved that making student research in the process of study of disciplines in physics and mathematics is an effective method for perfection of the natural-scientific part of the medical education system as well it as gives a great impact to study professional educational disciplines at the high-quality best level, purposefully prepares students to future professional activity.

Keywords: *research, methods of teaching physics, vocational education, medical and biological physics, radiology, radiation diagnostics; professional competence.*

Стаття надійшла до редакції 24.05.2016