

А.М. Сільвейстр,

кандидат педагогічних наук, доцент

(Національний педагогічний

університет імені М.П. Драгоманова)

Лабораторні заняття з фізики як форми розвитку експериментальних умінь та навичок майбутніх учителів хімії і біології

Постановка проблеми. Значно розширюється кругозір студентів і прививає інтерес до вивчення фізики й техніки виконання лабораторних робіт, які є могутнім стимулом для закріплення знань з фізики. Лабораторні роботи, які виконують студенти, дозволяють вивчати навчальний матеріал не тільки зі слів викладача, але й за допомогою експерименту, який виконують власноруч. Саме експериментальна складова навчання фізики реалізується через систему виконання лабораторних робіт, які найефективніше реалізують діяльнісний підхід до навчання фізики. Тому виконання лабораторних робіт, як органічна складова методичної системи навчання фізики, забезпечує формування у студентів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистого досвіду експериментальної діяльності [5]. Проведення лабораторних робіт з дисципліни «Фізика» спрямовано на засвоєння студентами фізичних методів дослідження та набуття навичок елементарної роботи в фізичних лабораторіях. Лабораторні заняття з курсу фізики мають на меті сприяти глибшому засвоєнню знань, що їх одержують студенти при вивченні теоретичного матеріалу, дати необхідні практичні навички в проведенні основних фізичних вимірювань і досліджень. Як говорив засновник квантової механіки Макс Планк, «знання без вміння не має значення» [4].

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз методичної літератури показує, що розвиток експериментальних умінь та навичок відбувається під час виконання студентами лабораторних робіт. Питання щодо розвитку

експериментальних умінь під час проведення лабораторних занять розглядалися рядом науковців та методистів: П.С. Атаманчуком, С.П. Величком, В.П. Волкотрубом, В.П. Дущенком, Є.В. Коршаком, О.І. Ляшенком, В.В. Мендерецьким, В.Г. Нижником, М.І. Шутом та ін.; у студентів нефізичних спеціальностей - у роботах І.Т. Богданова, С.Г. Гільміярової, Н.В. Стучинської, Б.А. Суся та ін.

Мета статті: проаналізувати та конкретизувати підходи щодо розвитку експериментальних умінь та навичок під час проведення лабораторних занять з фізики у майбутніх учителів хімії і біології; навести приклади лабораторних робіт з фізики та показати їх роль у вивченні дисциплін хімічного і біологічного циклу.

Виклад основного матеріалу. Проблема розвитку у студентів хімічних і біологічних спеціальностей експериментальних умінь та навичок під час навчання фізики є актуальною. Дивлячись на те, що дисципліна «Фізика» у майбутніх учителів хімії і біології не є профільною дисципліною, вона необхідна для подальшої професійної діяльності майбутнього спеціаліста педагогічного спрямування. Відомо, що кількість годин на лабораторні заняття з окремої дисципліни визначено навчальним планом, перелік тем лабораторних занять – робочою навчальною програмою дисципліни.

Лабораторні заняття підвищують рівень теоретичної і практичної підготовки студентів даних спеціальностей. За навчальними планами на виконання лабораторних робіт визначено 44 години для студентів за напрямком підготовки 6.040101 «Хімія»* та 18 годин для студентів за напрямком підготовки 6.040102 «Біологія»*. Під час вибору лабораторних робіт ми враховували специфіку даних спеціальностей. Це дало можливість озброїти студентів деякими теоретичними знаннями з фізики, осмислити основні методи наукового дослідження (експерименту) та здобути навички математичної обробки результатів вимірювання. Як зазначав Д.І. Менделєєв: «Наука починається ... з того часу, коли починають вимірювати».

Розширення основ знань, а також набуття елементарних навичок у

вимірюванні і дослідженні різноманітних величин, а саме: температура, об'єм, вологість тощо, уміння користуватися точними приладами - все це студенти повинні отримати на лабораторних заняттях. Заняття такого типу для даних спеціальностей вимагають спеціальної тематики лабораторних робіт, деякої зміни видів, характеру і методики їх проведення.

На лабораторних заняттях студенти повинні навчитися орієнтуватись у нескладних технічних рисунках і електричних схемах. Виконуючи лабораторні роботи з електрики і магнетизму, студенти повинні вміти складати електричне коло за зображеною схемою, і навпаки, детально ознайомившись з роботою будь-якої електроустановки, самі накреслити електричну схему даної установки.

Виконання лабораторних робіт студентами спеціальностей «Хімія» і «Біологія» дає можливість їм набути не тільки певних знань та умінь, а й встановлювати взаємозв'язки фізики із суміжними дисциплінами, а особливо з хімією і біологією. На зв'язок фізики з іншими галузями природознавства вказує існування таких наук як фізична та колоїдна хімія, біофізика, молекулярна біологія та ін.

Необхідно практикувати лабораторні роботи, які мають близький характер для вибраних спеціальностей і мають значення для хімічних та біологічних процесів. Деякі теми лабораторних робіт такого типу ми наводимо нижче:

1. Визначення процентного вмісту крохмалю в картоплі за її густиною.
2. Визначення коефіцієнту в'язкості рідини методом Стокса.
3. Вимірювання атмосферного тиску та вологості повітря.
4. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу методом витікання крапель і методом компенсації додаткового лапласівського тиску.
5. Визначення електрорушійної сили джерела.
6. Вимірювання температурної залежності опору металів та електролітів.
7. Визначення концентрації речовини (цукру) за допомогою сахариметра СУ - 4.

8. Вивчення атомних спектрів випромінювання за допомогою монохроматора УМ-2.

9. Радіаційні дослідження за допомогою радіометрів «Прип'ять», «Бела», «Мастер 1».

10. Виявлення радіоактивного забруднення поверхні сигналізатором СЗБ2-2ЕМ та вимірювання доз γ -випромінювання.

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань з фізики і набуття студентами навичок експериментальної роботи. На сьогоднішній день не можна назвати жодного розділу фізики, який не був би тісно пов'язаний з розвитком хімічних і біологічних процесів. Оскільки фізика є й дослідною наукою, при відборі лабораторних робіт для майбутніх учителів хімії і біології ми намагалися показати взаємозв'язок теоретичних і практичних аспектів фізики, хімії і біології. Такий взаємозв'язок між явищами природи, ми можемо встановити користуючись теоретичними узагальненнями, спостереженнями та експериментом, що становлять дослідження.

Експеримент має вирішальне значення для пізнання навколишньої природи [6, с. 5], по-перше, як первинне джерело пізнання, по-друге, як критерій істинності наших уявлень. Якщо на останньому етапі узагальнюючий експеримент підтверджує гіпотезу, то остання перетворюється в теорію, а встановленні нею співвідношення стають законами.

Враховуючи зростаючу роль в навчальному процесі наукових досліджень, ми використовуємо лабораторні роботи, які виконуються на базі обладнання кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Лабораторні роботи виконуються як навчального так і науково-дослідного характеру та охоплюють усі розділи курсу фізики. Вище наведений блок лабораторних робіт спрямований на вивчення фізичних методів дослідження властивостей і характеристик хімічних й біологічних об'єктів та подальше використання отриманих результатів студентами у своїй навчальній та фаховій діяльності.

Проведення зазначених лабораторних робіт відбувається у відповідних лабораторіях: «Механіки», «Молекулярної фізики і термодинаміки», «Електрики і магнетизму», «Оптики» і «Атомної фізики». Студенти спеціальності «Біологія» відповідно до навчального плану виконують 10 лабораторних робіт, а студенти спеціальності «Хімія» - 20 лабораторних робіт. До виконання лабораторних робіт студенти готуються самостійно, ще до їх проведення в лабораторії.

Ми дотримуємося класифікації, яку запропонували автори посібника [6, с. 4]. Усі лабораторні роботи у вище перерахованих лабораторіях умовно можна розбити на три групи:

- лабораторні роботи, що пов'язані з технікою вимірювання фізичних величини;

- лабораторні роботи по визначенню сталих і дослідженню простіших законів;

- лабораторні роботи, в яких досліджуються закономірності і визначаються певні фізичні величини з використанням складної апаратури і застосуванням складних методів дослідження. Студенти спеціальностей «Хімія» і «Біологія» лабораторні роботи останньої групи не виконують так як вони вимагають чотиригодинних безперервних занять. Кожна лабораторна робота містить: нумерацію, тему, мету, прилади і матеріали, теоретичні відомості, порядок виконання роботи, методи обробки результатів, контрольні питання.

Формування таких узагальнених експериментальних знань і вмінь – процес довготривалий, який вимагає планомірної роботи викладача й студентів упродовж вивчення фізики майбутніми учителями хімії і біології. Для того, щоб проведення лабораторних занять викликало у студентів зацікавленість, необхідно структурувати матеріал і включити в його зміст питання мотиваційного, міждисциплінарного та фахового характеру. Такий підхід до підбору матеріалу сприяє активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів. Як приклади розглянемо декілька лабораторних робіт.

Під час виконання лабораторної роботи «Визначення коефіцієнту в'язкості рідини методом Стокса» студенти мають змогу ознайомитися з одним із поширених методів визначення коефіцієнта в'язкості рідин, що ґрунтується на вимірюванні швидкості рівномірного падіння кульки в досліджуваній рідині. Стокс встановив, що у в'язкому середовищі на кульку діє сила опору, пропорційна коефіцієнту в'язкості η , радіусу кульки r і швидкості її руху v :
$$F = 6\pi\eta r v.$$

Студенти знайомляться з відповідними робочими формулами для випадку: коли тверда кулька рухається рівномірно при відсутності турбулентності в обтічному потоці рідини; коли рідина гідродинамічно нестислива, гомогенна і має необмежену протяжність в усіх напрямках (радіус кульки не перевищує 1/10 радіуса R циліндричної посудини з досліджуваною рідиною), то має місце формула: $\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{\rho - \rho_1}{v} g r^2$.

Якщо вказана умова не виконується, то, вносяться поправки на вплив стінок і формула для коефіцієнта в'язкості набуває вигляду:

$$\eta = \frac{2}{9} \cdot \frac{\rho - \rho_1}{v \left(1 + 2,4 \frac{r}{R} \right)} g r^2, \text{ де } \rho - \text{густина кульки; } \rho_1 - \text{густина рідини.}$$

Для студентів хіміків звертається увага на те, що ця величина важлива для характеристики рідини. Так, за величиною в'язкості оцінюють нафтопродукти і мастильні матеріали. На основі в'язкості розраховують швидкості подачі рідкого палива в двигунах внутрішнього згорання, у реактивних двигунах, у топках парових котлів, визначають кількість палива, що згоряє за одиницю часу. Мастильні матеріали мають бути досить в'язкими, щоб не стікати з поверхні твердого тіла, але й досить текучими, щоб доходити до змащувальної поверхні наприклад у системі подачі мастила. В'язкість вимірюють на ряді виробництв для фізико-хімічного контролю за технологічним процесом. Величина в'язкості дає можливість визначати готовність того чи іншого продукту. В'язкість рідин безпосередньо пов'язана з

швидкістю дифузії в рідинах, тому вона часто визначає швидкість хімічних процесів, насамперед гетерогенних [2, с 19].

Студенти біологи усвідомлюють, що в'язкість біологічних рідин істотно впливає на швидкість фізико-хімічних процесів, які відбуваються в клітинах живих організмів. Під час виконання лабораторної роботи студенти біологи з'ясовують питання про те, що кров як біофізична особливість має в'язкість. Але кров є неньютонівською рідиною, тобто залежність сили в'язкості від градієнта швидкості для протікання крові по судинам не підлягає формулі Ньютона $F = \eta \left(\frac{dv}{dz} \right) S$. Прикладом неньютонівських рідин є суспензії. Кров – це суспензія еритроцитів в фізіологічному розчині [1, с. 183]. Встановлено, що в'язкість суспензій буде більшою і залежить від форми і концентрації частинок. Для випадку малих концентрацій частинок має місце формула: $\eta' = \eta(1 + kC)$, де η - коефіцієнт в'язкості рідини; C - концентрація частинок; k - геометричний фактор – коефіцієнт, що залежить від геометрії частинок (їх форми, розмірів). Для сферичних частинок k - знаходиться за формулою: $k = 2,5 \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right)$, де r - радіус кульки.

Надалі студенти з'ясовують, що збільшення в'язкості всієї системи пов'язано з тим, що робота зовнішньої сили при протіканні суспензій затрачається не тільки на подолання істинної (неньютонівської) в'язкості, яка зумовлена міжмолекулярними взаємодіями в рідині, а й на подолання взаємодії між нею і структурними елементами.

В лабораторній роботі «Визначення процентного вмісту крохмалю в картоплі за її густиною» студенти знайомляться з: застосуванням гідростатичного методу визначення густини твердого тіла, при якому визначення об'єму замінено зважуванням; експериментальним знаходженням процентного вмісту крохмалю в картоплі; законом, на якому ґрунтується застосування гідростатичного методу; силами, які діють на тіло, занурене у воду; залежністю результатів досліду від величини атмосферного тиску тощо.

Важливість цієї лабораторної роботи для даних спеціальностей полягає в тому, що студенти спеціальності «Хімія» при розгляді деяких тем у курсах хімічних наук часто зустрічаються з поняттям процентного вмісту. Як приклад, у питаннях «Швидкість хімічних реакцій та хімічна рівновага. Каталіз», «Розчини. Способи вираження концентрації розчинів. Приготування розчину заданої масової частки» студенти знаходять: вплив концентрації реагуючих речовин на зміщення рівноваги; залежність швидкості реакції від концентрації реагуючих речовин; приготування розчинів із заданою масовою часткою; приготування розчину із заданою масовою часткою змішуванням двох розчинів; приготування розчину розведенням більш концентрованого розчину тощо.

В лабораторії «Оптика» студенти виконують ряд лабораторних робіт пов'язаних з різним родом методів та способів, які застосовуються для дослідження хімічних та біологічних середовищ. Як приклад, розглянемо лабораторну роботу «Вивчення атомних спектрів випромінювання за допомогою монохроматора УМ-2». При виконанні даної роботи студенти більш детально знайомляться з деякими теоретичними питаннями, які розглядалися під час лекційного заняття, а саме: з спектром випромінювання як основною характеристикою газоподібного стану речовини; з його видами (суцільний, лінійчастий і смугастий); виникненням (зумовлений хімічною будовою речовини) тощо.

В інструкції до лабораторної роботи для вивчення лінійчастих спектрів випромінювання описується універсальний монохроматор УМ-2 і приводиться його оптична схема. Більш детально з повним описом монохроматора студент може ознайомитися користуючись технічним паспортом приладу, який додається до інструкції. Перед початком роботи з монохроматором студенти ознайомлюються з його будовою і проводять градування приладу (знаходження відповідності між поділками барабану і довжиною світлової хвилі). При цьому студенти звертають увагу на те, що кожна лінія спектру випромінювання відповідає певному переходу атома з одного енергетичного

стану до іншого. Всі елементи періодичної системи Менделєєва мають свій спектр випромінювання, і ця особливість використовується для спектрального аналізу речовини. Спектральним аналізом називається метод дослідження хімічного складу різних речовин за їх спектрами поглинання і випускання. За існуванням в спектрі певних спектральних ліній можна встановити наявність якого-небудь елемента в суміші, що досліджується, тобто робити якісний аналіз хімічного складу речовини. Д.І. Менделєєв, керуючись періодичним законом, передбачив існування цілого ряду елементів, зокрема елемента Галію (Менделєєв називав його екаалюмінієм), який був відкритий за допомогою спектрального аналізу. За інтенсивністю спектральних ліній можна встановити і кількість хімічного елемента в даній сполуці. Проте цей зв'язок між інтенсивністю спектральної лінії і кількістю даного елемента досить складний.

Під час виконання лабораторної роботи «Визначення спектральних характеристик твердих і рідких тіл при допомозі спектрофотометра» студенти знайомляться з будовою та принципом дії спектрофотометра, знаходять коефіцієнт поглинання та будують графік залежності коефіцієнта поглинання від довжини хвилі. Виконуючи дану роботу, студенти знайомляться з тим, що властивість атомів і молекул поглинати світло з певною довжиною хвилі характерної для даної речовини, широко використовується в хімії, біології, медицині, фармації для якісних і кількісних досліджень. Вимірювання спектрів поглинання дозволяє робити висновки про хімічний склад речовини і його стан в біологічних структурах. Для біологічно важливих молекул характерні широкі полоси поглинання, зумовлені електронними, коливальними і обертальними рівнями. За приклад, наведемо дані із посібника [3, с. 255-256]: нуклеїнові кислоти поглинають тільки в ультрафіолетовій області (180–220 нм і 240–280 нм); білки мають три типи хромофорних групи (молекулярні групи, які поглинають світло). Білки пептидної і бокової групи амінокислотних залишків поглинають в ультрафіолетовій області і не поглинають у видимій. Пептидні групи $-\text{CO}-\text{NH}-$ поглинають в межах 190 нм. Бокові групи трьох ароматичних кислот – триптофана, тирозина і фенілаланіна – також поглинають

на цих довжинах хвиль, причому значно сильніше, ніж пептидні групи. Крім того вони мають полосу пропускання в діапазоні 260-280 нм.

Під час виконання лабораторних робіт студенти зустрічаються з деякими труднощами. Насамперед – це те, що виконання лабораторних робіт відбувається не за фронтальним підходом, а за бригадним. Кожна бригада виконує за встановленим графіком певну лабораторну роботу. Тому студентам приходится виконувати деякі лабораторні роботи, не прослухавши курсу лекцій, і теоретичний матеріал необхідно опрацювати самостійно. Щоб теоретичний матеріал не заганяв студентів у тупий кут, то до кожної лабораторної роботи в інструкції даються коротко теоретичні відомості. Наступна трудність – це відсутність самостійності та практики роботи з приладами й установками, але вона розв'язується під час самопідготовки студентів до лабораторного заняття.

Як зазначалося вище, що саме лабораторні заняття, як форми навчання, мають широкі можливості для реалізації діяльнісного підходу: індивідуальний або бригадний підхід до виконання роботи (2 особи); самостійність, тобто проявлення власної діяльності, де найбільш ефективно відбувається засвоєння знань; середовище для навчання, яке сприяє викладачеві здійснювати індивідуальний підхід до кожного студента.

Висновки. Лабораторні роботи як і розв'язування задач підвищують ступінь самостійності студентів. Крім того у студентів проявляються передумови до вдосконалення процесу формування експериментальних умінь та навичок. Майбутні учителі хімії і біології мають можливість глибше зрозуміти основні фізичні закони і явища, які необхідні їм для розуміння та вивчення спеціальних дисциплін.

Лабораторні заняття за своєю специфікою забезпечують: закріплення основних положень теорії (особливо для студентів спеціальності «Біологія», так як у них відсутні практичні заняття на відміну від спеціальності «Хімія»); опанування майбутніми учителями хімії і біології сучасними методами дослідження; надання можливості відчувати атмосферу роботи в фізичних

лабораторіях та ознайомлення з роботою приладів і установок. Крім того підібрані лабораторні роботи є близькі за напрямком для даних спеціальностей і відображають практичне використання досліджуваних явищ та процесів.

Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження. Подальші наші дослідження будуть спрямовані на розроблення і впровадження віртуальних лабораторних робіт, які будуть активізувати навчально-виховний процес, розвивати експериментальні уміння та навички у майбутніх учителів хімії і біології.

Література:

1. Биофизика: Учеб. [для студ. высш. учеб. заведений] /В.Ф. Антонов, А.М. Черныш, В.И. Пасечник, С.А. Вознесенский, Е.К. Козлова. Под ред. проф. В.Ф. Антонова. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. – 288 с.

2. Каданер Л.И. Физическая и коллоидная химия /Л.И. Каданер. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1983. – 287 с.

3. Практикум по биофизике: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений /В.Ф. Антонов, А.М. Черныш, В.И. Пасечник и др. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 352 с.

4. Сільвейстр А.М. Дидактичні основи організації навчання фізики майбутніх учителів хімії і біології в педагогічному університеті /А.М. Сільвейстр. //Молодь і ринок, 2014. - №6 (113), червень. - С. 72-78.

5. Сільвейстр А.М. Сучасний стан та завдання навчання фізики майбутніх учителів хімії і біології у педагогічних університетах /А.М. Сільвейстр. //Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна /[редкол.: П.С. Атамнчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2013. – Вип. 19: Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технічного профілю. - С. 185-188.

6. Фізичний практикум /В.П. Дущенко, В.М. Носолюк, Г.Ф. Бушок та ін.;

За заг. ред. В.П. Дущенко. - К.: Радянська школа, 1965.- 388 с.

Сільвейстр Анатолій Миколайович. Лабораторні заняття з фізики як форми розвитку експериментальних умінь та навичок у майбутніх учителів хімії і біології.

В статті розглядаються питання пов'язані з розвитком експериментальних умінь та навичок у студентів хімічного і біологічного напрямків підготовки на заняттях під час виконання лабораторних робіт міжпредметного та прикладного спрямування.

Ключові слова: експериментальні уміння та навички, лабораторні заняття, лабораторні роботи, творча та пізнавальна активність.

Сильвейстр Анатолий Николаевич. Лабораторные занятия по физике как формы развития экспериментальных умений и навыков у будущих учителей химии и биологии.

В статье рассматриваются вопросы, связанные с развитием экспериментальных умений и навыков у студентов химического и биологического направлений подготовки на занятиях при выполнении лабораторных работ межпредметного и прикладного направлений.

Ключевые слова: экспериментальные умения и навыки, лабораторные занятия, лабораторные работы, творческая и познавательная активность.

Anatoly Silveustr. Laboratory classes in Physics as a form of experimental skills and abilities development for future teachers of Chemistry and Biology.

This article discusses issues related to the development of experimental skills in students of Chemical and Biological areas of training in the classroom when performing laboratory works interdisciplinary and applied fields.

Key words: experimental skills, laboratory exercises, laboratory work, creative and cognitive activity.

Anatoly Silveustr

Laboratory classes in Physics as a form of experimental skills and abilities development for future teachers of Chemistry and Biology.

Fulfilling laboratory works significantly expands the students' horizons and imparts the interest for studying Physics and Technology, and so they are a powerful incentive to strengthen the knowledge in Physics. Laboratory works performed by students allow to learn the course material not only from the words of a teacher, but also by means of an experiment students perform themselves. It is namely an experimental part of studying Physics which is realized through a complex of laboratory works that effectively implement the activity approach of teaching Physics. Therefore, laboratory works, as an integral part of the methodical system of teaching Physics, provide the formation of the necessary practical skills, research skills and personal experience of experimental work in students. Laboratory works for the subject "Physics" are aimed to master the physical methods of a research and to obtain the skills for basic work in physics laboratories. Laboratory classes in Physics are designed to facilitate a deeper understanding of the information got by students while studying the theory, to give the necessary practical skills in conducting basic physical measurements and researches.

The proposed laboratory works for students of specialties "Chemistry" and "Biology" are performed as an educational and research feature and cover all the sections of Physics study. They are focused on the study of the physical methods of a research for qualities and characteristics of chemical and biological objects and the subsequent use of the results received by students in their academic and professional activities.

Laboratory works as well as doing sums increase the degree of students' independence. In addition the students start to show the prerequisites for improving the process of the experimental skills formation. Future teachers of Chemistry and Biology have the opportunity for better realizing the fundamental physical laws and phenomena they need to understand and study special subjects.

Laboratory classes due to its peculiarity provide: learning the main principles of the theory (especially for students of the specialty "Biology", since they don't have practical classes as opposed to the specialty "Chemistry"); mastering the modern research methods by future teachers of Chemistry and Biology; providing opportunities to experience the atmosphere of physics laboratories and getting acquainted with the equipments and installations. Also selected laboratory works are similar in direction for these specialties and reflect the practical use of studied phenomena and processes.