

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М.П. ДРАГОМАНОВА**

На правах рукопису

**ЮРЧЕНКО Андрій Станіславович**

УДК 378.6:63.[016:53](043.3)

**ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК НАВЧАННЯ ФІЗИКИ І ПРОФЕСІЙНО-  
ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ  
ФАХІВЦІВ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА В НАВЧАЛЬНИХ  
ЗАКЛАДАХ І-ІІ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика)

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук

**Науковий керівник:**

**Зорька Олександр Володимирович,**

кандидат педагогічних наук, доцент

Київ – 2015

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....</b>	<b>5</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ І ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА .....</b>	<b>16</b>
1.1. Психолого-педагогічні та дидактичні передумови використання міжпредметних зв'язків у навчальному процесі закладів I-II рівнів акредитації лісогосподарського напрямку.....	16
1.2. Змістові передумови взаємообумовленого навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін.....	30
1.2.1. Аналіз взаємного навчання фізики та біології мисливських звірів і птахів.....	38
1.2.2. Аналіз взаємного навчання фізики і ґрунтознавства.....	42
1.2.3. Аналіз взаємного навчання фізики та деревинознавства і лісового товарознавства.....	45
1.2.4. Аналіз взаємного навчання фізики і лісівництва.....	50
1.2.5. Аналіз взаємного навчання фізики і фізіології рослин.....	56
1.2.6. Аналіз взаємного навчання фізики і екології.....	60
1.3 Міжпредметні зв'язки як засіб компетентнісного підходу до взаємного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у закладах лісового господарства.....	67
1.4. Аналіз теоретичних аспектів формування знань і умінь студентів на основі міжпредметної пізнавальної діяльності.....	75
<b>Висновки до розділу 1.....</b>	<b>81</b>

<b>РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ І ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ І-ІІ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА.....</b>	<b>83</b>
2.1. Науково-теоретичні засади створення методичної системи взаємного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці молодших фахівців лісового господарства.....	83
2.2. Науково-методичні передумови створення посібника «Фізика в живій природі» для лісних навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації...	90
2.3. Методика взаємного вивчення фізики та професійно-орієнтованих дисциплін в лісних навчальних закладах І-ІІ рівнів акредитації.....	98
2.4. Використання інтерактивних методів навчання у процесі професійної підготовки студентів на заняттях фізики.....	109
2.5. Задачі з біофізичним змістом як метод взаємного вивчення фізики з лісгосподарськими дисциплінами у пропонованій методичній системі.....	121
2.6. Лабораторні роботи лісівничих дисциплін з елементами фізики..	128
2.7. Комп'ютерні та інформаційно-комунікаційні технології на заняттях фізики в лісних навчальних закладах І-ІІ рівнів акредитації.....	141
<b>Висновки до розділу 2 .....</b>	<b>150</b>
<b>РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ КУРСІВ ФІЗИКИ ТА ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН.....</b>	<b>154</b>
3.1. Організація та методика дослідно-експериментальної перевірки реалізації міжпредметних зв'язків курсів фізики та професійно-орієнтованих дисциплін при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства.....	154
3.2. Результати педагогічного експерименту .....	162
3.3. Експертна оцінка створеної методичної системи та її складових у	

процесі взаємопов'язаного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації лісового спрямування.....	177
<b>Висновки до розділу 3.....</b>	<b>185</b>
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>188</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>190</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>211</b>
Додаток А. Інтерв'ю зі студентами лісгосподарських навчальних закладів I-II рівнів акредитації.....	211
Додаток Б. Завдання міжпредметного змісту.....	213
Додаток В. Міжпредметний матеріал лісгосподарських дисциплін на заняттях фізики.....	223
Додаток Д. Критерії та рівні готовності майбутніх фахівців лісового господарства до формування міжпредметних знань з фізики та професійно-орієнтованих дисциплін.....	286
Додаток К. Напрямки розвитку проблеми міжпредметних зв'язків в освіті та професійних навчальних закладах.....	288
Додаток Л. Анкета для викладачів дисциплін лісгосподарського циклу.....	289
Додаток М. Результати констатувального експерименту.....	290
Додаток Н. Рівні знань за показниками компонентів.....	296
Додаток П. Розподіл за рівнями готовності за компонентами знань .....	303
Додаток Р. Результати експертної оцінки методичної системи для взаємного навчання фізики і лісівничих спецдисциплін та методики її впровадження у навчально-виховний процес .....	305
Додаток С. Довідки про впровадження.....	326

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

МПЗ – міжпредметні зв'язки

ВНЗ – вищий навчальний заклад

ПОД – професійно-орієнтовані дисципліни

НМК – навчально-методичний кабінет

ФЛГ – фахівці лісового господарства

## ВСТУП

У розв'язанні поставлених перед освітою важливих завдань підготовки і формування високопрофесійних фахівців провідну роль відіграє розвиток творчої особистості, формування цілісного природничо-наукового світогляду. Це можливо за умови інтеграції навчального процесу, інформаційного розвантаження та систематизації пізнання оточуючого світу.

Фізика як наука, посідає одне з провідних місць у розв'язанні комплексних завдань навчання та розвитку підростаючого покоління і має фундаментальне значення в суспільному розвитку. Вона, розкриваючи закони природи, розширює знання людини про природу і, однозначно, є складовою частиною сучасного наукового світорозуміння та науково-технічного прогресу, має надзвичайно багатогранне використання у різних галузях практичної діяльності людини, сприяє формуванню у майбутніх фахівців сучасних наукових уявлень про навколишній світ і наукову картину світу, формує та удосконалює у студентів науковий стиль мислення, розвиває тісний взаємозв'язок науки з життям, суттєво поліпшує практичну спрямованість навчання. При цьому дуже важливо, щоб підростаюче покоління правильно розуміло наукові фізичні досягнення та усвідомило, що від рівня розвитку даної науки залежить подальший прогрес та існування людства.

Сучасний етап розвитку науки характеризується взаємопроникненням наук і особливо проникненням фізики в інші галузі знань.

Інтеграція навчального процесу – один із найважливіших чинників оптимізації і раціоналізації процесу навчання. Необхідність здійснення міжпредметної інтеграції, яка набагато ширша, ніж міжпредметні зв'язки, впливає з педагогічних та філософських передумов вдосконалення процесу навчання основам наук.

Міжпредметні зв'язки являють собою відображення в змісті навчальних дисциплін тих діалектичних взаємозв'язків, які об'єктивно діють у природі і пізнаються сучасними науками [190]. Інтеграція закріплює не лише

взаємозв'язок, але й взаємообумовленість та взаємопроникнення окремих навчальних предметів один в одного.

Ці загальні положення відносяться до використання інтегративних зв'язків при вивченні будь-якого навчального предмета, мають особливо важливе значення для курсу фізики у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства. По-перше, фізика є фундаментом для всіх професійно-орієнтованих дисциплін при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства, прогрес фізики нерозривно пов'язаний з досягненням інших фундаментальних наук про природу. По-друге, значення фізики в навчальних закладах лісового господарства далеко виходить за межі власне цієї навчальної дисципліни і стає досить вагомим для професійно-орієнтованих дисциплін (ПОД).

**Актуальність проблеми** взаємозв'язку навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства (ФЛГ) у вищих навчальних закладах (ВНЗ) I-II рівнів акредитації спрямована на формування у студентів можливості використовувати набуті на заняттях фізики знання при вивченні лісівничих дисциплін, зумовлена постановкою перед сучасними навчальними закладами завдань значного підвищення якості знань студентів, ролі навчання у формуванні стилю мислення і пізнавальних здібностей студентів. Формування у підростаючого покоління наукового світогляду, уявлень про сучасну наукову картину світу, вміння самостійно здобувати та поглиблювати свої знання, а також підготовки їх до пошуково-творчої діяльності в різноманітних сферах сучасного життя.

Необхідною умовою такого навчання є системне впровадження міжпредметних зв'язків. Дидакти та педагоги (І.Д. Зверев, Н.А. Лошкарьова, В.М. Максимова, В.М. Федорова та ін.) [77]; [109]; [112]; [113]; [114]; [115]; [186]; [187] розглядають міжпредметні зв'язки як необхідну умову підвищення ефективності навчання, так як при їх систематичному та цілеспрямованому здійсненні перебудовується та оптимізується весь процес навчання. Науковці

вбачають міжпредметні зв'язки не лише як засіб значної пізнавальної діяльності студентів, покращення якості їх знань (В.М. Федорова) [186]; [187], але й узагальнених способів дій і вмінь (А.В. Усова) [184].

Великого значення набуває використання міжпредметних зв'язків у навчальному процесі як умови формування у студентів глибоких знань, професійної спрямованості, раціоналізації роботи викладача та студента на занятті, усунення дублювання навчального матеріалу, оптимізації процесу навчання в цілому [11]; [166]; [169].

Здійснення міжпредметного навчання фізики учнів загальноосвітньої школи досліджується у працях Л.Ю. Благодаренко, С.У. Гончаренка, І.Д. Зверєва, Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.М. Максимової, М.Т. Мартинюка, М.І. Садового, В.І. Тищука, А.В. Усова, В.М. Федорової, В.Д. Шарко [49]; [50]; [51]; [77]; [117]; [164]; [184]; [187]; [189]; [197]; [199], зокрема засобами навчального фізичного експерименту С.П. Величка, В.П. Вовкотруба, О.П. Войтович, В.В. Мендерецького [25]; [33]; [34]; [124] і ін. Використання комп'ютерної техніки та технічних засобів навчання для встановлення міжпредметних зв'язків при розв'язуванні фізичних задач досліджено у працях А.А. Давиденка, Є.В. Коршака, А.І. Павленка, Л.А. Шаповалової [59]; [140]; [195]; [196] та інших. Роль і місце міждисциплінарної інтеграції у вивченні фізики і природничих дисциплін студентами ВНЗ висвітлено у працях П.С. Атаманчука, О.І. Іваницького, О.В. Сергєєва, Г.О. Шишкіна, М.І. Шута [1]; [169]; [176] та ін.

Аналізуючи змісту та методики проведення занять з дисциплін лісогосподарського циклу у ВНЗ I-II рівнів акредитації при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства встановлено, що міжпредметний матеріал використовується переважно фрагментарно, забезпечуючи передусім потреби змістового компоненту та процесуальної складової навчально-пізнавальної діяльності студентів з фізики до наявного навчально-методичного забезпечення, без достатнього науково-теоретичного обґрунтування щодо його розробки, зокрема не у повній мірі реалізовано комплекс «теоретичні знання – завдання теоретичного характеру – лабораторні та практичні роботи» міжпредметного



змісту.

Проте, між вимогами до організації навчання фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації у межах загальноосвітньої підготовки студентів та можливістю її практичної реалізації на засадах міждисциплінарної інтеграції виникають певні суперечності:

- специфікою змісту навчання фізики на рівні стандарту старшої загальноосвітньої школи у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства та навчальними програмами природничо-математичних і професійно-орієнтованих дисциплін та відсутністю науково-обґрунтованої методичної системи навчання фізики щодо реалізації міжпредметних зв'язків, що враховують специфіку професійних дисциплін майбутніх лісівників;

- існуючими вимогами і потребами реальної виробничої практики та відсутністю у навчально-методичній літературі щодо навчання студентів фізики розробок та рекомендацій для вирішення і розв'язання відповідних професійних проблем інтегрованого та взаємообумовленого характеру;

- сучасними вимогами суспільної практики у формуванні особистості висококваліфікованого фахівця лісового господарства і застарілими методиками організації самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів з фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації, що відстають від сучасних досягнень у галузі психолого-педагогічних досліджень про роль особистості у формуванні майбутнього фахівця.

Зазначені суперечності спонукають до вирішення проблеми розробки способів і засобів реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні фізики студентами ВНЗ I-II рівнів акредитації з контекстною змістово-процесуальною складовою, орієнтованою на вивчення професійно-орієнтованих дисциплін. Специфіка фахової підготовки майбутніх лісівників потребує розробки і запровадження відповідної методичної системи навчання фізики студентів на етапі їх загальноосвітньої підготовки, враховуючи педагогічні та організаційні умови навчання фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісгосподарського профілю. При цьому мають забезпечуватись взаємозв'язки між знаннями,

уміннями і навичками, отриманими студентами на заняттях з фізики з метою їх застосування в нових або видозмінених педагогічних ситуаціях під час вивчення лісогосподарських дисциплін, формуючи у студентів професійні компетенції, властиві саме фахівцям лісового господарства. З огляду на це, зазначена проблема є актуальною для реалізації процесу навчання фізики майбутніх фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації. У зв'язку з цим, **темою** дисертаційної роботи обрано **“Взаємозв'язок навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I-II рівнів акредитації”**.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційне дослідження виконано відповідно до плану науково-дослідної роботи кафедри теорії та методики навчання фізики і астрономії Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова «Зміст, форми, методи і засоби фахової підготовки вчителів фізики і астрономії» (протокол № 5 від 24.12.2002).

Тему дисертаційного дослідження затверджено Вченою радою Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (протокол № 10 від 24.04.2008 р.) та узгоджена в бюро Ради з координації наукових досліджень в галузі педагогіки та психології в Україні Академія педагогічних наук України (протокол № 6 від 17.06.2008 р.).

**Мета дослідження** полягає у теоретичному обґрунтуванні, розробці й реалізації методики використання міжпредметного матеріалу в курсі фізики ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування на етапі загальноосвітньої підготовки майбутніх фахівців лісового господарства і спеціальних дисциплін у відповідній методичній системі навчання фізики та її перевірці в умовах педагогічного експерименту.

Для досягнення поставленої мети були визначені наступні **завдання**:

1. Проаналізувати програми з фізики і професійно-орієнтованих дисциплін підготовки майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I-II рівнів акредитації та встановити відповідні міжпредметні зв'язки у змістово-

процесуальному компоненті методичної системи навчання фізики.

2. Здійснити аналіз теорії і практики використання засобів і способів реалізації міжпредметних зв'язків фізики та лісогосподарських дисциплін й обґрунтувати необхідність і дидактичну сутність відбору матеріалу міжпредметного змісту в процесі навчання фізики майбутніх фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

3. Розробити методику реалізації міжпредметних зв'язків фізики і лісівничих дисциплін у навчально-пізнавальній діяльності з фізики, спрямованої на формування основоположних природничо-наукових понять лісівничих дисциплін на рівні базових професійних компетентностей фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації. Підготувати науково обґрунтовані й апробовані методичні рекомендації, що забезпечують реалізацію пропонованої методики у навчальному процесі з фізики.

4. Розробити методичну систему навчання фізики з контекстно-орієнтованою змістово-процесуальною складовою, реалізованою на засадах міждисциплінарної інтеграції зв'язків із професійно-орієнтованими дисциплінами у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

5. Експериментально перевірити ефективність методичної системи та методики реалізації міжпредметних зв'язків фізики з професійно-орієнтованими лісівничими дисциплінами у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

**Об'єкт дослідження** — навчальний процес з фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства.

**Предмет дослідження** — взаємозв'язок навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін з урахуванням міжпредметних зв'язків, реалізованих на засадах міждисциплінарної інтеграції у загальноосвітній підготовці з фізики майбутніх фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

**Гіпотеза дослідження.** У своєму дослідженні ми виходимо з наступного припущення: якщо процес навчання фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації при

підготовці майбутніх фахівців лісової галузі здійснювати з урахуванням міжпредметних зв'язків та виявлених інтегративних взаємозв'язків з професійно-орієнтованими дисциплінами (теоретичний матеріал, задачі міжпредметного і спрямованого професійного змісту, дослідницькі завдання, позааудиторна робота, інформаційно-комунікаційні технології, інтерактивні методи навчання), то результат навчальної діяльності буде ефективнішим: підвищиться якість навчання фізики та формування і засвоєння студентами лісогосподарських понять, які мають суміжне використання як на заняттях фізики, так і спецдисциплін; зазначене одночасно дозволить мотивувати навчальну, розвивальну і виховну роль фізики та лісівничих спеціальних дисциплін у формуванні особистості та у професійній підготовці майбутніх фахівців лісового господарства.

**Методи дослідження.** З метою розв'язання поставлених завдань під час проведення дослідження були використані такі методи:

- *теоретичні*: аналіз, співставлення й узагальнення даних, одержаних у процесі вивчення навчальних та робочих програм фізики і лісогосподарських дисциплін, посібників та підручників для викладачів та студентів, психологічної та дидактичної літератури ( п.п. 1.1.-1.4.);

- *емпіричні*: педагогічне спостереження за навчальним процесом; вивчення досвіду впровадження матеріалу міжпредметного змісту у навчально-виховний процес з фізики та на заняттях професійно-орієнтованих дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства;

- моделювання процесу навчання фізики і спеціальних дисциплін з метою створення методики взаємообумовленого їх вивчення на основі існуючих та виявлених взаємозв'язків, а також матеріалу міжпредметного змісту, спрямованого на формування у студентів професійних компетенцій та особистих якостей висококваліфікованого фахівця у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісівничого спрямування; перенесення та застосування отриманих знань в інших умовах, моніторинг якості і міцності засвоєння студентами лісогосподарських понять

(п.п. 2.1.-2.7.);

- *статистичні*: організація і проведення педагогічного експерименту, якісний і кількісний аналіз його результатів, обробка яких здійснювалася з використанням математичної статистики (розділ 3).

**Наукова новизна і теоретична значущість дослідження** полягає в тому, що:

- *вперше* розроблено та теоретично обґрунтовано методичну систему навчання фізики та професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства, яка базується на встановлених міжпредметних зв'язках фізики із зазначеними дисциплінами; запропоновано методику формування системи завдань, що розкривають існуючі зв'язки міжпредметного характеру курсу фізики і професійно-орієнтованих дисциплін; обґрунтовано дидактичну сутність процесу навчання фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства і доведено, що міжпредметні зв'язки навчання фізики та професійно-орієнтованих дисциплін забезпечуються інтегративними чинниками: складні об'єкти пізнання, методи дослідження, наукова фізична картина світу;

- *удосконалено* теорію та практику взаємозв'язку вивчення фізики і спеціальних дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства у контексті використання міжпредметних зв'язків для підвищення рівня професійних компетенцій студентів за обраним фахом, дидактичного матеріалу інтегрованого змісту (задачі, лабораторні роботи з фізики, прогресивні освітні технології на заняттях фізики) для реалізації умов, пов'язаних із євроінтеграцією моделі кваліфікованого фахівця лісової галузі;

- *дістала подальшого розвитку* ідея реалізації міжпредметних зв'язків для виявлення взаємозв'язку навчання фізики і професійно-орієнтованих лісівничих дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практична цінність здобутих результатів обумовлена позитивною динамікою реалізації методичної системи взаємообумовленого і взаємопов'язаного вивчення міжпредметних знань

фізики і лісогосподарських спеціальних дисциплін, позитивно-дієвим ставленням студентів до навчання фізики, що розвиває інтерес до вивчення професійних дисциплін і формує позитивні особистісні якості фахівця лісового господарства; розробленою системою задач і завдань міжпредметного та взаємозв'язаного змісту курсу фізики і спеціальних дисциплін; рекомендованим комплексом лабораторних робіт курсу фізики з елементами лісівничих дисциплін, що передбачають використання інтерактивних методів навчання та інформаційно-комунікаційних технологій; систематизованим теоретичним навчальним матеріалом міжпредметного змісту у посібнику для занять з фізики і лісівничих дисциплін.

**Впровадження результатів дослідження.** Результати дослідження впроваджено в навчальний процес чотирьох ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку фахівців лісового господарства: Березнівського лісотехнічного коледжу Національного університету водного господарства та природокористування Міністерства освіти і науки України (довідка № 228 від 13.08.2015), Малинського лісотехнічного коледжу Міністерства освіти і науки України, Житомирська область, Малинський район (довідка № 56/252 від 27.08.2015), Кременецького лісотехнічного коледжу Міністерства освіти і науки України, Тернопільська область, Кременецький район, с. Білокриниця (довідка № 360 від 28.10.2015), ДВНЗ «Шацький лісовий коледж ім. В.В.Сулька» Міністерства освіти і науки України (довідка № 123/01-18 від 05.11. 2015).

Результати дисертаційного дослідження та розроблені дидактичні матеріали використовуються під час навчання фізики на рівні стандарту у процесі загальноосвітньої підготовки майбутніх фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

**Особистий внесок здобувача** у написанні праці, опублікованій із співавторами: у статті [82] автору належить ідея використання інформаційних технологій для взаємозв'язку навчання фізики і лісогосподарських дисциплін та змістове наповнення навчальним матеріалом спеціальних дисциплін.

**Апробація результатів дослідження** здійснювалася на наукових конференціях, серед яких *міжнародній*: «Проблеми та перспективи навчання технологій» (Кіровоград, 2015), *всеукраїнських*: «Природно-ресурсний комплекс Західного Полісся: історія, стан, перспективи розвитку» (Березне, Рівненська область, 2007), «Інформаційні технології в професійній діяльності» (Рівне, 2008), «Наука, освіта, суспільство очима молодих» (Рівне, 2009), а також *на всеукраїнському* семінарі «Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії у середній і вищій школах» Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (Київ, 2006, 2007), науково-методичному семінарі «Сучасні проблеми дидактики фізики» Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (Кіровоград, 2009, 2014, 2015).

**Публікації.** Результати дослідження відображені у 20 публікаціях, з них 19 написані без співавторів. Основні наукові результати дисертації представлені 11 статтями, з них 10 опубліковано в наукових фахових виданнях України, 1 – у періодичному виданні іноземної держави. Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації представлені 1 посібником, 5 методичними рекомендаціями та 3 тезами. Загальний обсяг публікацій становить 13,92 друк. арк., з них 13,8 друк. арк. – частка, що належить здобувачеві.

**Структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до них, загальних висновків, списку використаних джерел (225 найменувань), 11 додатків. Повний обсяг дисертації становить 330 сторінок, з них 189 сторінок основного тексту, який містить 19 таблиць і 25 рисунків.

# РОЗДІЛ І

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ І ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА

### 1.1. Психолого-педагогічні та дидактичні передумови використання міжпредметних зв'язків у навчальному процесі закладів І-ІІ рівнів акредитації лісогосподарського напрямку

Проблемі міжпредметних зв'язків (МПЗ) були присвячені роботи таких видатних педагогів, як Ян Амос Коменський, який виступав за взаємозв'язане вивчення граматики та філософії, філософії та літератури, та Джона Локка про взаємовивчення – історії та географії.

У педагогічній та методичній літературі [7]; [133]; [169]; [178]; [185] МПЗ розглядаються як необхідна умова підвищення ефективності навчання, оскільки при систематичному та ціленапрявленому здійсненні вони перебудовують та оптимізують весь процес навчання.

У педагогічних дослідженнях [36]; [58]; [124]; [196]; [197] ідея МПЗ виникла в ході пошуку шляхів відображень цілісності природи в змісті навчального матеріалу. В навчальному процесі МПЗ є відображенням об'єктивно існуючих зв'язків між явищами та процесами, що вивчаються на заняттях з різних дисциплін, і зв'язків, які встановлені між різними науками.

На думку Н.А. Лошкаревої, В.М. Максимової [109]; [115] МПЗ трактувалися як самостійний дидактичний принцип або як дидактичні [113]; [114]; [115]; [184]; [186]; [187] та педагогічні [172] умови. Існувала думка, що МПЗ – це система роботи викладача та студентів, яка сприяє використанню змісту суміжних дисциплін у навчанні [102]. В.П. Щуман відносить МПЗ до засобів формування в студентів матеріалістичного поняття про взаємозалежність явищ природи [205].

Крім того слід зазначити, що МПЗ – це такі зв'язки між компонентами



навчального процесу, які:

а) обумовлені, по-перше, реальними взаємозв'язками між науковими галузями і, по-друге, необхідністю відображення цих взаємозв'язків у свідомості студентів;

б) полягають у взаємній узгодженості суміжних компонентів змісту навчання та виражаються в програмах і підручниках;

в) сприяють: формуванню наукового світогляду студентів, забезпечуючи найкращі умови для формування у студентів цілісної уяви про навколишню дійсність; оптимізують процес формування багатьох якостей особистості людини, за рахунок реалізації інваріантних виховних завдань окремих предметів.

Аналіз праці В.М. Федорової [186], де досліджувався зміст МПЗ дисциплін природничо-наукового циклу середньої школи, дає можливість віднести до цих дисциплін й дисципліни лісогосподарського циклу. Автор приводить теоретичні обґрунтування та пропонує модель природничо-наукового вчення на основі лінійної структури включення в навчання предметів: фізика-хімія-біологія. В подальших педагогічних працях В.М. Федорової МПЗ вже трактується як педагогічна умова, що сприяє підвищенню науковості та доступності навчання, значному посиленню пізнавальної діяльності студентів, покращенню якості їх знань [186]; [187]. Це дало нам змогу на основі її дослідження за допомогою взаємозв'язків між загальноосвітніми дисциплінами побудувати схему взаємного вивчення фізики і спецдисциплін. Слід зазначити те, що розглянуті нами праці науковців стосуються взаємного вивчення загальноосвітніх дисциплін, відповідно наше дослідження спрямовано на взаємне вивчення фізики і спецдисциплін лісогосподарського напрямку.

Поділяючи думку А.А. Пінського, який розглядає процес встановлення МПЗ та вказує, що їх сутність полягає не тільки і не стільки у взаємному використанні навчальної інформації одних предметів в інших навчальних дисциплінах, скільки у встановленні таких зв'язків між навчальними дисциплінами, ми схильні також до думки, що інтегративні процеси у навчанні забезпечують формування в свідомості студентів загальних синтезованих вмінь

та навичків [148].

З метою з'ясування сутності поняття “міжпредметні зв'язки”, ми виділили всю множину ознак, що характеризують зміст даного поняття, та виділити найбільш спільні і суттєві.

Перш за все, ми пропонуємо з'ясувати в змісті поняття теоретичні ознаки, тобто дати поняттю узагальнену оцінку. В теоретичному значенні МПЗ проявляються не тільки в принципі систематичності, але й в принципах науковості, наочності і т.д. Це говорить про те, що проблема МПЗ, яка обумовлена предметною структурою навчання, повинна розглядатися як комплексна проблема, оскільки взаємне вивчення фізики і лісогосподарських спецдисциплін простежується не тільки при вивченні теоретичного матеріалу, але й в ході практичних та лабораторних робіт як з фізики, так і спецдисциплін.

О.В. Сергєєв розглядав МПЗ із загальнопедагогічної точки зору як один із методів комплексного підходу до навчання та виховання. Він вказує на науково-практичне значення МПЗ з точки зору цілісності процесу навчання [169].

Психологічною передумовою необхідності МПЗ у процесі навчання є праця Ю.А. Самарина [166], де поглиблено розкрито проблему асоціативного мислення. У процесі вивчення фізики у лісових ВНЗ I-II рівнів акредитації ми поділяємо думку Ю.А. Самарина, котрий поділяє асоціації за їх змістом та показниками системності на чотири види: локальні, частково-системні, внутрішньо-системні, міжсистемні, а потім доводить, що проявами високого рівня узагальнення є міжпредметні асоціації [166]. Останні утворюються в процесі співвідношення знань, які отримують студенти при вивченні окремих дисциплін. Міжсистемні асоціації сприяють формуванню загальних понять. Відтак, у процесі навчання загальні поняття засвоюються студентами при вивченні ряду дисциплін, поскільки вони відображають у своєму змісті складні взаємозв'язки та взаємообумовленість явищ природи.

Актуальність досліджуваної проблеми полягає в тому, що здійснення МПЗ у процесі поетапного формування понять має важливе значення для оволодіння системою наукових знань і формування діалектико-

матеріалістичного світогляду студентів [165].

Науковці І.Д. Зверев та В.М. Максимова МПЗ визначають з точки зору різних наук: з філософської позиції – як дидактичну форму всезагального принципу системності; в загальнопедагогічному плані – як умову властивість комплексного підходу до виховання та навчання; в психологічному плані – як фактор обґрунтування знань і способів навчально-пізнавальної діяльності студентів [77].

До того ж В.М. Максимова визначає МПЗ як засіб відображення в змісті кожного навчального предмета та в навчально-пізнавальній діяльності студентів продуктів міжнаукових інтеграцій. Інакше кажучи, вона пропонує вважати, що МПЗ є дидактичним еквівалентом міжнаукових зв'язків [112]; [113]; [114]; [115].

Отже, під МПЗ розуміємо єдність цілей, функцій, змістовних елементів навчальних дисциплін, які реалізуються в навчально-виховному процесі та сприяють обґрунтуванню, систематизації та міцності знань, формуванню обґрунтованих знань та навичків, а в кінцевому рахунку – формуванню цілісного світогляду і якостей всебічно та гармонійно розвинутої особистості.

Відповідно при розгляді змісту МПЗ спостерігаються різні позиції. Одні науковці розглядають змістовну сторону МПЗ, ототожнюючи її з науковими зв'язками. Інші, розв'язуючи питання методики викладання, близьких за змістом навчальних дисциплін на основі МПЗ, обмежують зміст поняття “міжпредметні зв'язки” організаційною стороною, або ототожнюють з поняттям засобу, або проявами їх в принципі систематичності.

Необхідною умовою реалізації дидактичного принципу науковості є здійснення МПЗ при вивченні основ наук.

МПЗ як дидактична категорія є багатомірним системним об'єктом дослідження, що потребує вивчення його складу, структури, функції, його взаємовідношення з іншими системними об'єктами дидактики. Структура навчального предмета – основне джерело міжпредметних зв'язків, багатогранність їх видів у змісті процесу навчання. Міжпредметні зв'язки, в свою чергу, впливають на формування структури навчальних предметів, на

виділення міжсистемних компонентів знань та вмінь, обґрунтованих способів навчально-пізнавальної діяльності [7].

МПЗ є дидактичною умовою і засобом глибокого та всебічного засвоєння основ наук в навчальному закладі. Встановлення МПЗ фізики і спецдисциплін в лісних навчальних закладах I-II рівнів акредитації сприяє більш глибокому засвоєнню знань, формуванню наукових понять та законів, узагальненню навчально-виховного процесу і оптимальної його організації, формуванню наукового світогляду, єдності матеріального світу, взаємозв'язку явищ у природі та суспільстві, підвищенню наукового рівня знань студентів, розвитку логічного мислення та їх творчих здібностей.

Інтенсивне здійснення МПЗ у навчанні сприяє реалізації всіх інших принципів: підвищує науковість навчання і його зв'язок з практикою, підвищує активність студентів та колективний характер їх навчальної праці, допомагає у виборі засобів індивідуального підходу і робить знання більш доступними та міцними, сприяє урізноманітненню наочності [112]; [113]; [114]; [115].

Враховуючи різноманітність дидактичних функцій МПЗ, окремі автори дидактичних досліджень прагнуть навести їх певну класифікацію, наприклад, в своїх дослідженнях притримується класифікації МПЗ за об'єктом, на основі якого встановлюється зв'язок [109]. І.Я. Лернер запропонував інший оригінальний підхід до класифікації МПЗ: він виділив три їх види – фактичні, зрозумілі, теоретичні [108].

У функціональному значенні В.Н. Ретюнський виділяє “змістовну” та “конкретну” сторони. Змістовна сторона обумовлена предметним навчанням, цілями та принципами навчання. Так, конкретне значення – це вираження фактичних зв'язків, які встановлюються в процесі навчання в свідомості студента, впливають на виховні аспекти навчання. Сюди відносять зв'язки, що сприяють: формуванню професійного світогляду; систематизації навчального матеріалу; підсиленню пізнавальних інтересів в навчанні [161].

За аналізом всіх видів МПЗ та їх сутності виходимо з того, що “міжпредметні зв'язки є дидактичною умовою, співставленою з наявністю

предметного навчання, його принципами та цілями, що виявляються в змісті, методах і організаційних формах навчання та пізнавальної діяльності студента” [77, с.21].

Виходячи з такого розуміння проблеми МПЗ як дидактичної умови по відношенню до навчального процесу, вважаємо, що здійснення МПЗ в навчанні потребує, щоб їх реалізація здійснювалася перш за все в практичній діяльності та найважливіших елементах мислення, що формуються в процесі навчання, тобто в поняттях, вміннях і навичках. Процес формування понять потребує глибокої і природної обґрунтованої мотивації.

МПЗ функціонують в процесі навчання як суттєвий фактор активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, який якісно перевтілює всі її компоненти.

Розв’язуючи міжпредметні завдання фізики та спецдисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства (ФЛГ), студент спрямовує свою активність або на пошук невідомих відношень, в яких знаходяться відомі предметні знання, або на формування нових, обґрунтованих понять на основі встановлених МПЗ [187].

Ми поділяємо думку В.М. Максимової про те, що МПЗ створюють особливі вимоги до організації процесу навчання:

- в завданнях використовується міжпредметний матеріал, який спрямований на розвиток, закріплення і узагальнення знань (фактів, понять, законів, теорій, ідей) та вмінь, отриманих при вивченні інших предметів;
- включення в зміст занять матеріалу, що сприяє розкриттю сучасних міжнаукових контактів, постановці міжпредметних проблем, пізнавальних завдань, вирішення яких розширює та поглиблює знання студентів про взаємозв’язки різних предметних областей;
- широке використання узгоджених між викладачами самостійних робіт, домашніх завдань міжпредметного змісту, застосування пошукових методів навчання;
- розширення дидактичних матеріалів і засобів наочності за рахунок

підручників, таблиць, інформаційних технологій (мультимедійного проектора з персональним комп'ютером), плакатів та посібників із суміжних предметів;

- організація комплексних, міжпредметних занять, семінарів, факультативів, екскурсій, колективного розв'язання міжпредметних завдань у поєднанні з індивідуальними міжпредметними завданнями для студентів з урахуванням їх пізнавальних інтересів і нахилів;

- формування в навчально-пізнавальній діяльності студентів узагальнених знань та вмінь на міжпредметній основі;

- координація діяльності викладачів різних предметів, вивчення навчальних програм з інших предметів, включення МПЗ в тематичне планування, узгодження міжпредметних питань, завдань і т.д. [113]

В системі навчально-виховного процесу, що ґрунтується на МПЗ, виникає цілеспрямований взаємозв'язок завдань, методів та організаційних форм навчання. Це забезпечує такі напрямки комплексного підходу до навчання, як єдність цілей, завдань методів та форм в навчально-пізнавальній діяльності студентів, а відповідно, і єдність функцій освіти, розвитку та виховання.

Такий аналіз наукових праць щодо використання міжпредметних зв'язків стосується лише навчального процесу в загальноосвітніх навчальних закладах. Значення, функції міжпредметних зв'язків стосуються лише загальноосвітніх дисциплін. Наукові праці, які нами були розглянуті, не показують взаємне вивчення загальноосвітніх і професійно-орієнтованих дисциплін, в тому числі фізики і лісогосподарських спецдисциплін. Через те, що ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського профілю має вузьку професійну спеціалізацію порівняно із середньою школою, де більшість учнів ще не обрали напрям своєї професійної діяльності, ми, завдяки проведеному аналізу педагогічної та психологічної літератури, а також праць окремих педагогів, переносимо головні, на нашу думку, їх позиції у навчальний процес ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського напрямку з метою забезпечення взаємного навчання фізики і спецдисциплін.

Наукові позиції дослідників в розумінні сутності МПЗ і класифікації їх

видів визначаються такими факторами, як конкретні та педагогічні завдання дослідження, розв'язання яких здійснюється на основі МПЗ, вивчаючи аспекти проблеми МПЗ і рівні їх розв'язання; наукові методи, які використовуються при виділенні конкретних зв'язків.

У дослідженнях, зібраних у науковому віснику [122], були запропоновані типи МПЗ за спорідними законами та теоріями, за методами експериментального дослідження, світоглядного характеру, розрахунково-вимірювального характеру.

Наше дослідження базується на тому, що:

- фізика і лісогосподарські дисципліни відносяться до природничих дисциплін (це є родинна ознака);
- використовуючи міжпредметний матеріал таблиць 1.4-1.9, на заняттях фізики закладається основа для вивчення спецдисциплін (світоглядний характер);
- для практичного вивчення спецдисциплін використовуються формули курсу фізики (розрахунково-вимірювальний характер);

Кожний навчальний предмет – це дидактично перероблена система наукових знань, яка включає інформацію із суміжних наукових галузей. Будь-які структурні елементи навчального предмету слугують основою міжпредметних контактів у процесі навчання.

Для взаємного навчання фізики і спецдисциплін у становлення спеціаліста лісової галузі відмічаємо праці Ю.І. Діка та І.К. Туришева [63], які розрізняють два типи зв'язків між навчальними дисциплінами, що є характерними і при вивченні фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування: тимчасову (хронологічну) та зрозумілу (ідейну). Перша передбачає погодження в часі проходження програми різних предметів, друга – однакове трактування наукових понять на основі загальних методичних положень. МПЗ можуть бути розкриті і по загальності методів дослідження (експериментальні методи в фізиці та біології, фізиці та ґрунтознавстві) та ін. Ми виокремили систему типів міжпредметних зв'язків. У навчальному процесі фізики в лісних навчальних закладах нам доводиться мати

справу з такими видами МПЗ: випереджувальні, супроводжувальні і перспективні.

*Випереджувальні МПЗ* – це зв'язки, коли при вивченні спецдисциплін опираються на раніше отримані знання з фізики (наприклад, фізика вивчається на першому курсі, а більшість спецдисциплін – на старших курсах).

*Супроводжувальні МПЗ* – це зв'язки, які враховують той факт, що ряд питань і понять одночасно вивчаються як на заняттях фізики, так і на заняттях окремих спецдисциплін (наприклад, фізика і екологія вивчаються на першому курсі. На заняттях екології використовується фізичний матеріал: дифузія, осмос, вібрація і т.д.).

При взаємному навчанні ПОД і фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації для становлення спеціаліста лісової галузі велика роль відводиться *перспективним МПЗ*, які використовуються на заняттях спецдисциплін при вивченні навчального матеріалу, який є суміжним з фізичним (наприклад, капілярні явища, студенти розглядають на заняттях ґрунтознавства, фізіології рослин, властивості твердого тіла – на заняттях деревинознавства і лісового товарознавства (дані дисципліни вивчаються на старших курсах навчального закладу), а на першому курсі вивчення цього навчального матеріалу проходило на заняттях фізики) [63].

На лекціях МПЗ реалізуються за допомогою питань та завдань. Випереджувальні МПЗ на лекціях зазвичай здійснюються в основному на пояснювально-ілюстративному, репродуктивному та частково-пошуковому рівнях, а наступні – на пояснювально-ілюстративному та репродуктивному.

Разом з тим інтенсивні процеси взаємопроникнення та інтеграції наук не повинні призводити до стирання або послаблення їх специфіки, оскільки у кожної науки залишається властивий тільки їй предмет дослідження. Концепції та методи однієї науки можуть використовуватися в іншій, обережно переосмислюючи та видозмінюючи у співвідношенні із завданнями і специфікою даної науки, з урахуванням діалектики взаємопереходів. Тенденції та висновки науки мають врахуватися при побудові системи міжпредметних



зв'язків у вищій школі.

Практичне здійснення таких зв'язків сприяє систематизації знань, дозволяє опиратися на раніше пройдений матеріал у споріднених предметах, виявляти перспективи у навчанні.

Як і автори [186]; [187], ми виділяємо три види МПЗ: фактичні, понятійні та теоретичні. Ці види зв'язків обумовлюють:

- поглиблене і розширене сприйняття студентами фактичних даних;
- ефективне формування наукових понять;
- усвідомлення засвоєння теорій, що входять у зміст кожної лісогосподарської дисципліни, яка вивчається у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства.

Опираючись на філософське розуміння структури зв'язку, Н.С. Антонов виділив у розумінні МПЗ три ознаки (склад, спосіб, спрямованість) і реалізуючі їх види зв'язків: *за складом* – об'єкти, факти, поняття, теорії, методи; *за способом* – логічні, методичні прийоми та форми навчального процесу, за допомогою яких реалізуються зв'язки в змісті; *за спрямованістю* – формування спільних вмінь і навичків, комплексне використання знань при розв'язанні навчальних завдань [8].

Н.А. Лошкарьова виділяє зв'язки між предметами за змістом навчального матеріалу, за формуванням вмінь та за методами навчання [109]. В матеріалах [171] представлені класифікації МПЗ за двома основами: знання та види діяльності. Міжпредметні зв'язки в першому випадку створюють у студентів систему узагальнених знань, у другому – систему загальнопредметних вмінь у видах діяльності, загальних для споріднених предметів.

В силу того, що кожний дидактичний принцип володіє всезагальністю та розповсюджує свій вплив на всі складові навчального процесу, співвідношення між предметністю та міжпредметністю суттєво змінюється. В звичайному розумінні МПЗ виступають як доповнення до предметоцентричного навчання. Міжпредметність – це властивість розвитку предметності, прагнення якісно узагальнити навчання і при цьому не втратити нічого позитивного із

попереднього.

Крім такого підходу, МПЗ класифікуються за видами знань і за видами діяльності. МПЗ на рівні знань розкриваються засобом мови, теорії або прикладної частини. Здійснення зв'язків на рівні видів діяльності досягається різними методами навчання та організаційними формами (табл. 1.1, табл. 1.2).

Класифікаційна ознака МПЗ викладена на основі системного підходу. Міжпредметні зв'язки, основані на змісті, автори відносять до змістовно-інформаційних; зв'язки в способах навчально-пізнавальної діяльності – до операційно-діяльнісних. Розглядаються також організаційно-методичні зв'язки, які хоча й мають самостійне значення, та все ж підпорядковуються першим двом видам зв'язків [77].

*Таблиця 1.1*

#### **Класифікація міжпредметних зв'язків**

№ з/п	Класифікаційна ознака	Види міжпредметних зв'язків
1.	Спосіб засвоєння	Репродуктивні, пошукові, творчі.
2.	Широта здійснення	Внутрішньоциклові, міжциклові
3.	Хронологія реалізації	Випереджувальні, супроводжувальні, перспективні
4.	Спосіб встановлення	Односторонні, двосторонні, багатосторонні, прямі, зворотні.
5.	Постійність реалізації	Епізодичні, періодичні, систематичні.
6.	Форма організації	Поурочні, тематичні, комплексні.

Здійснюючи систематизацію ознак міжпредметних зв'язків, опираємося на: інформаційну ознаку навчального предмета, морфологічну ознаку навчальної діяльності, організаційно – методичні елементи процесу навчання. Розглянувши МПЗ з позиції цілісності процесу навчання, відмічаємо три рівні систематизованих ознак зв'язків: змістовно-інформаційна, операційно-діяльнісна, організаційно-методологічна.

Узагальнення змісту освіти в навчальних закладах опирається на комплексне використання в навчанні МПЗ. Це є одним із критеріїв відбору та координації навчального матеріалу в програмах суміжних дисциплін.

Таблиця 1.2

### Систематизаційні ознаки та види міжпредметних зв'язків

№ з/п	Систематизація ознак міжпредметних зв'язків	Види зв'язків
I	Змістовно-інформаційні	1) наукові (фактичні, теоретичні, понятійні) - за складом знань; 2) філософські (гносеологічні, семіотичні, логічні) – за знаннями про пізнання; 3) ідейні – за знаннями про духовні цінності.
II	Операційно-діяльнісні	1) практичні – за способами практичної діяльності в застосуванні теоретичних знань; 2) пізнавальні – за способами навчально-пізнавальної діяльності; 3) цілісно-орієнтаційні – за способами ціннісно-орієнтаційної діяльності.
III	Організаційно-методичні	1) репродуктивні, пошукові, творчі – за способом засвоєння зв'язку з різних видів знань; 2) міжкурсіві, внутрішньоциклові, перспективні – за широтою здійснення зв'язків; 3) випереджувальні, супроводжувальні, перспективні – за часом здійснення зв'язків; 4) односторонні, багатосторонні – за способом взаємозв'язку предметів; 5) епізодичні, постійні, систематичні – за постійністю реалізації; 6) поурочні, тематичні – за рівнем організації навчально-виховного процесу; 7) індивідуальні, групові, колективні – за формою організації роботи викладача та студентів.

Центральним напрямком дослідження проблеми МПЗ є вивчення їх освітніх функцій, які виконують роль формування цілісної системи знань студента про природу, що відображає взаємозв'язок різних форм руху матерії. Виділяємо аналіз розвитку спільних природничо-наукових понять, законів,

теорій. Так, єдність природничо-наукового знання і зв'язки між предметами даного циклу базуються на найбільш спільних фундаментальних поняттях “маса”, “енергія”, “молекула”, “капіляр”, “деформація”, “атом” і т.д.

Ідеї компетентнісного підходу до навчання підсилили науковий пошук, який спрямований на виявлення виховних функцій міжпредметних зв'язків.

Говорячи про виховний ефект МПЗ, слід підкреслити їх роль в професійній орієнтації студентів. Вирішення цих виховних завдань досягається шляхом розкриття взаємозв'язків знань та вмінь з фізики, ґрунтознавства, лісівництва, деревинознавства і лісового товарознавства та інших дисциплін лісогосподарського циклу.

В аналізі виховних та освітніх функцій зв'язків виділяється світоглядна роль розкриття діалектико-матеріалістичних основ розвитку суспільства та особистості, їх відношення з природою [77].

Психологічною основою дослідження, що розкриває взаємодію освітніх та виховних функцій МПЗ, виступає закономірна єдність свідомості, почуттів та дій в психологічній діяльності людини. Забезпечення цієї єдності в навчанні є однією з педагогічних умов комплексного підходу, спрямованого на формування світогляду як інтегральної особистісної характеристики освіченості студента.

А.В. Усова виділяє роль формування пізнавальної активності, самостійності навчальної діяльності та інтересів студентів для всебічного гармонічного розвитку особистості [184]. У подальшому це знайшло запровадження у особистісно-орієнтованому підході. Цей факт у становленні майбутнього фахівця лісового господарства є досить важливим. Результати педагогічної діяльності показали, що саме залучення матеріалу лісогосподарських дисциплін на заняттях фізики призводить до покращення успішності, виховання у студентів прагнення до самоосвіти та уваги.

МПЗ за особистісно-орієнтованого підходу розглядаються як один із шляхів розвиваючого навчання, який веде до формування якісно нових знань в навчальній діяльності студентів – міжпредметні поняття та міжпредметні вміння.

Розвиваючі функції МПЗ впливають на розвиток самостійності,

пізнавальної активності та інтересів студентів. Серед видів діяльності розглядаються: мовна, вимірювально-розрахункова, творча і т. д. Цей напрямок отримав розвиток в дослідженнях, предметом яких виступили узагальнені вміння, що характеризують визначені види діяльності, спільні для ряду предметів [186]; [187].

Підвищуючи науково – теоретичний та ідейно – виховний рівень змісту знань, МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування, активізують розумову діяльність студентів. Дослідники проблем розумового розвитку студентів вбачають в міжпредметних зв'язках засіб формування гідної і продуктивної системи знань [166].

МПЗ фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами в навчанні відображають тенденції інтеграції науки та практики.

Будучи конкретною дидактичною формою виявлення філософського принципу системності, МПЗ виконують методологічні функції. Виконуючи роль дидактичного принципу, на основі якого будуються системи міжпредметного навчання (в рамках навчальної теми, навчального предмета, навчальної проблеми, позакласної діяльності і т.д.), МПЗ виконують конструктивні функції.

Формуюча функція МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх лісівників, полягає в тому, що як загальнопедагогічний засіб комплексного підходу до навчання вона створює умови для формування світогляду, пізнавальної активності та самостійності студентів.

МПЗ виконують методологічну функцію в навчальному пізнанні, оскільки вони являють собою узагальнену форму відношення між елементами структури навчальних предметів, забезпечують реалізацію їх світоглядних функцій.

Методологічна функція МПЗ у навчальному пізнанні полягає в забезпеченні єдності багатогранності процесів і явищ, що вивчаються різними навчальними предметами. Ця єдність спочатку фіксується на рівні зв'язку

наукових факторів. Із застосуванням МПЗ на заняттях знання виражаються у всезагальній формі, у формі закону, принципу, що має універсальний характер. З переходом від одиничної до всезагальної форми вираження знань про єдність багатогранного проходить охоплення і обґрунтування нових областей дійсності, встановлюються нові взаємозв'язки між властивостями об'єктів, явищ, процесів, які розглядаються в різних навчальних предметах. МПЗ виступають при цьому як форма синтетичного пізнання. Знання, що вивчаються в різних навчальних предметах набувають внутрішньої завершеності, всезагальності, і притаманні науці в цілому. МПЗ розширюють предметну галузь пізнання в якості нового спеціального об'єкту пізнання, при цьому виділяють зв'язки між окремими елементами з різних навчальних предметів, які вказують на спосіб організації, синтезу наукового знання, відображають всезагальний взаємозв'язок форм руху матерії [120]. Забезпечення методологічної функції МПЗ відбувається тоді, коли вони використовуються як метод системного засвоєння знань і як метод узагальнення процесу навчання в предметній системі, його організація в єдине ціле. Викладений матеріал дозволяє висунути новий підхід до трактування сутності міжпредметних зв'язків та розглядати їх як діалектичний еквівалент не тільки міжнаукових зв'язків, але й зв'язків науки з іншими формами загальної свідомості і видами людської діяльності.

## **1.2. Змістові передумови взаємообумовленого навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін**

З погляду академіка А.Ф. Йоффе, “не можна викладати одну і ту ж фізику – фізику “взагалі” – металургу та електрику, лікарю та агроному... Для агронома фізика – це основи агротехніки, світлофізіології, для лікаря – біофізика... ” [96, с. 52].

Одним із важливих завдань сучасних навчальних закладів I-II рівнів акредитації, в тому числі і лісних, є формування в студентів загальної картини світу в її єдності й багатогранності. Уявлення про цілісну картину світу

формується за допомогою внутрішньопродметної та міжпродметної інтеграції. Для різних галузей науки початку ХХІ ст. є характерним бурхливий розвиток, синтез та взаємопроникнення одних наук в інші. Одним із таких прикладів є виникнення науки біофізики, яка вивчає фізичні, фізико-хімічні, фізико-біологічні закономірності в живих організмах [96].

Поняття, явище, закон докладно вивчаються на заняттях фізики, а на заняттях спецдисциплін вони поглиблюються, використовуються при поясненні природничих процесів [92].

Конкретизація навчального матеріалу з фізики в змісті предметів лісогосподарського циклу – необхідна й важлива як для вивчення фізики, так і для формування професійних знань, умінь та навичок. Отже, до основних науково-методичних засад здійснення професійної спрямованості при викладанні фізики належать:

- безпосереднє використання знань з одного предмета при поясненні нового матеріалу з іншого;
- розкриття наукових основ природничих процесів та їхніх складових частин;
- використання на заняттях фізики прикладів, пов'язаних з природними явищами;
- розв'язування задач якісного, кількісного та експериментального характеру з професійним лісогосподарським змістом на заняттях фізики та навпаки, з фізичним змістом на заняттях спецдисциплін;
- проведення комплексних лабораторно-практичних робіт, демонстраційних дослідів, організація екскурсій, виконання міжпредметних комплексних робіт, індивідуальних завдань для самостійної роботи і виконання відповідних розрахунково-графічних завдань під час практики.

Н.А. Лошкарьова [109] зазначає, що МПЗ є одним із дидактичних принципів педагогіки, який здійснює вплив на зміст, об'єм шкільних знань та на формування прийомів пізнавальної діяльності, адже для студентів, вчорашніх

учнів, спецдисципліни є новим, у навчальній діяльності – пізнавальним елементом.

Поділяємо думку М.М. Кузьміна про те, що генетично МПЗ зводяться до міжнаукових зв'язків, а в кінцевому випадку – до найбільш загальної закономірності існування світу – всезагального зв'язку явищ. Нині проходять глибинні процеси взаємопроникнення та інтеграції наук і разом з тим їх диференціації. Сама “диференціація наукового знання” є, в діалектичному значенні слова, формою прояву інтеграції, оскільки нові напрямки дослідження “стирають” традиційно встановлені межі між різними науками. Виникають суміжні науки – біохімія, біофізика; синтезуючі науки – кібернетика; проблемні – онкологія. Все більше гуманітарні науки впливають на природничі. Разом з людським фактором в соціально-економічному житті зростає роль та вплив суспільних наук, перш за все філософії як найбільш загальної теорії розвитку природи, суспільства, мислення, потім психології, лінгвістики, естетики, логіки і т.д. На стиках природничих та загально-природничих наук виникають нові: математична економіка, економічна кібернетика та інші. Міждисциплінарний, міжнауковий характер набуває вивчення біосфери [101].

МПЗ фізики і спецдисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ, в основному реалізуються на заняттях вивчення нового матеріалу. Викладач спрямовує знання студентів з інших дисциплін на різнобічний якісний і кількісний аналіз явищ, що вивчаються.

Для розв'язання поставлених завдань на занятті з фізики чи навчальної дисципліни лісогосподарського напрямку використовуються знання студентів з кількох дисциплін. Розумова діяльність студентів спрямовується на відшукування зв'язків, які є в природних явищах та які розглядаються в даному випадку при вивченні професійно спрямованих дисциплін.

У процесі розв'язування задач на заняттях біофізики, лісівничих дисциплін застосовуються знання та вміння студентів з фізики. У цьому виявляється одна з найважливіших закономірностей розвиваючого навчання, яке передбачає не нашарування понять, умінь і навичок, набутих на заняттях різних



предметів, а їхнє взаємне проникнення, взаємозбагачення.

Дослідження [20]; [39]; [43]; [57]; [60]; [74]; [84] розкривають погляди педагогічної науки, визначають позитивний вплив МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського профілю на навчально-виховний процес, на підвищення в студентів інтересу до дисциплін, що вивчаються, на активність студентів, на міцність засвоєння ними навчального матеріалу.

Вивчення фізики потребує опори не тільки на попередні знання з фізики, але й знання із природничих наук.

Здійснення зв'язку курсу фізики з іншими лісогосподарськими навчальними дисциплінами має на меті:

- формування єдиної уяви про природу на основі діалектичної єдності природничо-наукових знань;
- забезпечення систематичності знань;
- формування у студентів вмінь застосовувати фізичні знання на заняттях спецдисциплін, що сприяє поглибленню знань;
- генералізація знань студентів – формування уявлень про загальність основних законів природи, їх значення для різних галузей природничо-наукових знань.

У ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування дисципліни “Ґрунтознавство”, “Біологія мисливських звірів і птахів”, “Екологія”, “Лісівництво”, “Деревинознавство і лісове товарознавство”, “Фізіологія рослин”, “Метеорологія”, “Лісова таксація” є професійно-орієнтованими, і вивчення деяких тем цих дисциплін базуються безпосередньо на знаннях курсу фізики. Цей цикл дисциплін є зв'язком з узагальненими, фундаментальними законами, якими оперує фізика. Вивчення фізики і спецдисциплін у лісних ВНЗ I-II рівнів акредитації і їхній взаємозв'язок подаємо у вигляді схеми, представленої на рис.1.1.

Аналіз навчальної літератури [32]; [54]; [61]; [75]; [80]; [83]; [89]; [94]; [105]; [106]; [118]; [123]; [126]; [131]; [167]; [168]; [203]; [204] та навчальних

програм з фізики і лісогосподарських дисциплін дає можливість виділити окремі розділи спецдисциплін, вивчення яких відбувається на основі знань навчального матеріалу шкільного курсу фізики.

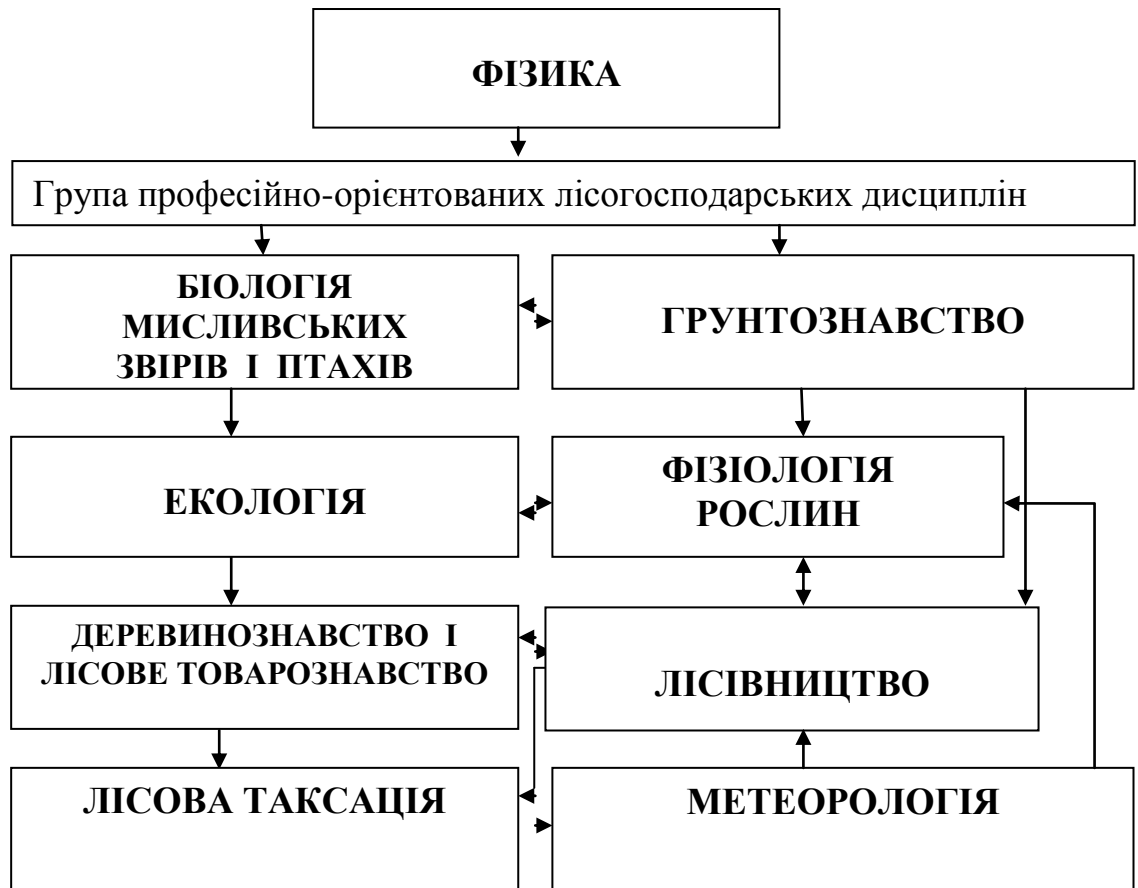


Рис. 1.1. Структурно-логічна схема взаємного вивчення фізики і професійно-орієнтованих лісогосподарських дисциплін у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації

Так, проводячи аналіз навчальної програми спецдисципліни «Грунтознавство» для ВНЗ I–II рівнів акредитації зі спеціальності «Лісове господарство», що затверджена Навчально-методичним кабінетом (НМК) і рекомендована до використання у навчальному процесі методичною радою НМК (протокол № 54 від 20 грудня 2002 р.) зазначили, що для вивчення розділу «Фізичні властивості ґрунту» за навчальною програмою виділяється 14 годин, але лише 6 годин є аудиторними, а решта виноситься на самостійне опрацювання. Така незначна кількість аудиторних годин дає можливість викладачеві ґрунтознавства викласти лише навчальний матеріал, який стосується

саме його дисципліни без опори на суміжний з іншими дисциплінами матеріал. Тобто матеріал спецдисциплін для вчорашніх учнів загальноосвітніх навчальних закладів є зовсім новим.

Таблиця 1.3

**Орієнтовний розподіл навчального часу лісогосподарських  
спецдисциплін**

№ з/п	Назва спецдисциплін	Загальна кількість годин на вивчення всієї дисципліни (самостійна робота)	Назва розділу	Кількість годин на вивчення розділу (самостійна робота)
1.	Ґрунтознавство	135 (59)	Фізичні властивості ґрунтів.	14 (6)
2.	Екологія	54 (20)	Фізичні забруднення біосфери.	6 (4)
3.	Біологія мисливських звірів і птахів	167 (47)	Систематика, ареали, мінливість тварин. Поширення тварин та їх розміщення в угіддях.	16 (4)
4.	Лісівництво	243 (94)	Ліс і середовище.	33 (10)
5.	Деревинознавство і лісове товарознавство	81 (33)	Властивості деревини.	14 (6)
6.	Фізіологія рослин	189 (87)	Водний режим рослин. Транспірація. Фотосинтез. Стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища.	20 (8) 28 (8) 21 (13)

Наприклад, фізико-механічними властивостями ґрунту є липкість, пластичність, набухання й усадка. Пластичність – здатність ґрунту змінювати свою форму під впливом будь-якої зовнішньої сили без порушення суцільності та зберігати свою форму після знешкодження впливу зовнішньої сили. Ця властивість зумовлена наявністю в ґрунті мулистій фракції (вологи).

Дане визначення стосується безпосередньо пластичності ґрунту. Іншою властивістю ґрунту є *усадка (осідання)* – зменшення об'єму ґрунту при його висиханні. Під час сильного осідання ґрунту утворюються тріщини. Виникають питання: «Яким чином здійснюється висихання ґрунту?», «Завдяки чому утворюються тріщини?». Щоб отримати відповідь на ці запитання, слід використати матеріал курсу фізики: *капілярність, капілярні явища*. І пластичність, і капілярні явища притаманні не тільки ґрунтам, але й деревині. За браком часу на занятті спецдисципліни поняття про *властивості твердих тіл, капілярність, капілярні явища* виносяться на самостійне вивчення.

При вивченні теми «**Фізичні властивості ґрунту**» курсу ґрунтознавства крім наведених у табл.1.3 властивостей ґрунтів розглядаються ще й такі (в дужках наводимо суміжний з курсом фізики матеріал):

- щільність (*густина речовини, вологість*);
- липкість (*вологість, капілярність, пластичність*);
- набухання (*вологість, капілярність*);
- зв'язність (*вологість*);
- твердість (*властивості твердих тіл, вологість, деформація та її види*);
- питомий опір (*поняття питомого опору*).

На третьому курсі навчання при вивченні спецдисципліни «Деревинознавство і лісове товарознавство» (навчальна програма, що затверджена НМК і рекомендована до використання в навчальному процесі методичною радою НМК (протокол № 53 від 17 грудня 2002 р.) в розділі «**Властивості деревини**» (для вивчення цього розділу відведено 6 аудиторних годин), мова йде про *пластичність деревини – здатність деформуватися без руйнування. Пластичність деревини залежить від її вологості*. Ми знову ж маємо визначення, яке конкретно стосується саме деревини. Крім того, у останньому визначенні з'являються терміни «*деформація*», «*вологість*», які зустрічаються при вивченні тем «*Властивості твердого тіла*», «*Властивості пари*» курсу фізики. Знову ж, за браком навчального часу, на заняттях

специдисциплін не приділяється значної уваги на вивчення властивостей твердих тіл: *пластичності, твердості, пружності, крихкості твердих тіл, деформації та її видам* властивостей пари: *вологість повітря*. Вивчення цих властивостей здійснюється саме при вивченні фізики.

Розділ «**Властивості деревини**» курсу спецпредмету «*Деревинознавство і лісове товарознавство*» крім наведених вище понять, які суміжні з фізичним матеріалом, вимагає вивчення:

- твердості деревини (*механічна напруга, деформації, твердість матеріалу*);
- в'язкість деревини (*деформації, твердість матеріалу, вологість*);
- стійкість деревини проти стирання (*сила тертя, твердість матеріалу*);
- здатність деревини утримувати металеві кріплення (*деформації, механічна напруга, пружність матеріалу, вологість, густина*);
- здатність деревини гнутись і колотись (*деформації, вологість, капілярність, твердість матеріалів*);
- реологічні (механічні) властивості деревини (*вологість, поняття температури, деформації, пружності та пластичності твердих тіл, модуль пружності, механічна напруга*);
- довгочасний опір і напруження деревини (*міцність матеріалів, механічна напруга*).

Кількість аудиторних навчальних годин, які відводяться для вивчення лісогосподарських дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації, а також навчальних годин, які виносяться на самостійне опрацювання навчального матеріалу студентами, та важливість цього матеріалу вказує на доцільність використання суміжного з фізичним навчального матеріалу спецідисциплін на заняттях фізики.

Тому одне із завдань нашого дослідження полягає у виділенні суміжного із фізичним навчального матеріалу спецідисциплін, показати роль фізичного матеріалу у становленні висококваліфікованого спеціаліста лісової галузі, створити теоретичну (теоретичний матеріал міжпредметного змісту – лекції) та практичну (лабораторні роботи, задачі з елементами лісогосподарських

дисциплін) бази вивчення фізики у взаємозв'язку зі спецдисциплінами, а також спецдисциплін у взаємозв'язку із фізикою. Для цього ми використали навчальну літературу, навчальні і робочі програми фізики і лісогосподарських спецдисциплін.

Дослідження особливостей біології та механізмів поведінки тварин є одним з найбільш об'єктивних та цікавих способів їх пізнання як філософської категорії, що, разом з тим, має величезну практичну цінність. Вивчення біології диких тварин і птахів відображає інтереси мисливського господарства як однієї з галузей економіки.

**1.2.1. Аналіз взаємного навчання фізики і біології мисливських звірів і птахів.** Взаємне навчання *фізики* та *біології мисливських звірів і птахів* дає можливість дати оцінку впливу умов навколишнього середовища на життєдіяльність звірів і птахів.

Основним завданням курсу вивчення предмету «Біологія мисливських звірів і птахів» є: засвоєння принципів систематики звірів і птахів; вивчення біології, екології та взаємозв'язків тваринних організмів з лісовим та навколишнім середовищем; оцінка впливу умов середовища на життєдіяльність звірів і птахів, пояснення вивчених явищ і з'ясування їх біологічної та прикладної суті.

На рис.1.2 наведено схему де показано взаємне вивчення загальноосвітніх предметів, в тому числі і фізики, у взаємозв'язку зі спецдисциплінами. Так, наприклад, біологія мисливських звірів і птахів, ґрунтознавство вивчається на другому курсі навчання студентів у навчальному закладі, а лісівництво, – на третьому курсі.

Для визначення міжпредметних зв'язків навчальних дисциплін «Фізика» і «Біології мисливських звірів і птахів» було використано навчальні програми всіх наведених на рис. 1.2 дисциплін (навчальна програма навчальної дисципліни «Біологія мисливських звірів і птахів» розглянута і схвалена цикловою комісією біологічних і мисливських дисциплін Березнівського лісового коледжу від 30.08.2006 р., протокол № 1).

У навчальному посібнику спецдисципліни «Біологія мисливських звірів і птахів» [61] ми звернули увагу на теми «Біологічні та екологічні особливості птахів» та «Біологічні та екологічні особливості тварин», вивчення яких відбувається із застосуванням фізичних понять:

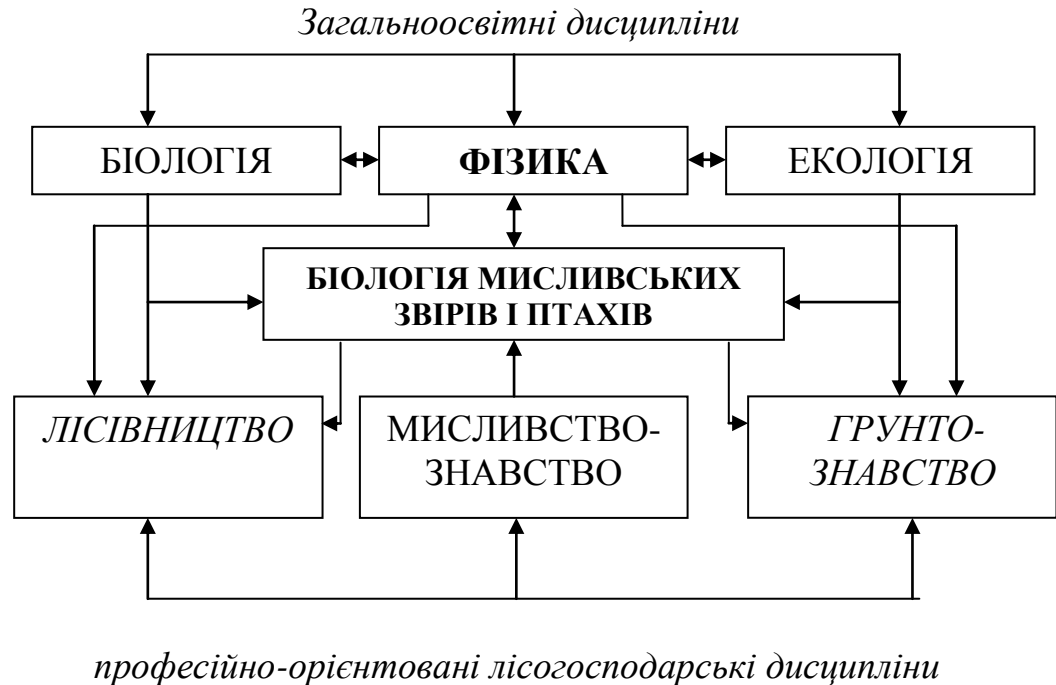


Рис. 1.2. Схема взаємного вивчення фізики та біології мисливських звірів і птахів у ВНЗ I-II рівнів акредитації

- екологічні чинники і їх значення на життя птахів та звірів;
- особливості терморегуляції;
- сигналізація і звукова локація;

Опис біологічних та екологічних особливостей тварин і птахів у навчальному посібнику [61] авторами проведений без посилань на міжпредметний матеріал курсу фізики. Окремі поняття, такі як «терморегуляція», «випаровування», «вологість», «температура», «теплопровідність», «оптичні явища» автори подають як біологічні або екологічні чинники. Вивчення екологічних чинників через брак аудиторних годин (всього 2 аудиторні і 4 години на самостійне опрацювання) проходить оглядово (поверхнево), без будь-яких фізичних пояснень. Хоча відомо, що вивчення тем, які містять ці поняття проходить саме на заняттях фізики у середній школі (для студентів, які вступили

в навчальний заклад після отримання повної освіти), або на першому курсі навчального закладу (для студентів, які вступили в навчальний заклад після отримання основної освіти):

- основи термодинаміки;
- властивості пари;
- поняття про температуру;
- оптичні явища.

Розглядаючи питання «Плавання і пірнання птахів» на занятті біології мисливських звірів і птахів, студенти отримують загальні відомості: добування корму птахами, швидкість руху птахів у повітрі і воді, глибина пірнання птахів. Відсутнє пояснення поняття про *змочування*, що є актуальним при вивченні даного питання. Тобто, виникає потреба у залучення матеріалу курсу фізики.

Проведений нами аналіз навчальної програми та літератури спецдисципліни дає можливість виділити велику кількість матеріалу, який докладно розглядається на заняттях фізики і оглядово на заняттях біології, вивчення якої проходить у навчальному закладі паралельно із вивченням фізики.

Як приклад взаємного вивчення фізики та біології мисливських звірів і птахів, що є пріоритетним для подальшого вивчення спецдисциплін нами розглянута тема, детальніший виклад якої проведений нами у п.п. 2.3 даного дисертаційного дослідження. Крім цього, виділяємо ті фізичні терміни, що є досить актуальними для становлення висококваліфікованого спеціаліста лісової галузі, наприклад, при вивченні теми «*Біологічні та екологічні особливості звірів*», яка подається студентам як одне з питань у зв'язку з невеликою кількістю аудиторних годин. Через це неможливо на занятті докладно зупинитися на розгляді таких загальних поняттях, що стосуються життєвого циклу усіх без виключення звірів, як фізичні чинники (*температура, світло, вологість, тиск*).

У таблицю 1.4 виокремлюємо суміжний навчальний матеріал з фізики і біології мисливських звірів і птахів.

Крім фізичних чинників велику роль відіграють і едафічні (грунтові).



Едафічні чинники пов'язані із фізичними: проживання звірів у вологому, сухому і твердому ґрунтах. Для цього на занятті студентам необхідно повернутися до теми курсу фізики «Капілярні явища», або до теми «Значення води в ґрунті. Форми води у ґрунті. Водні властивості ґрунту. Водний баланс ґрунту. Типи водного режиму. Водний баланс в лісі» курсу ґрунтознавства, який вивчається паралельно (на одному і тому ж курсі в навчальному закладі) дисципліни «Біологія мисливських звірів і птахів» і містить навчальний матеріал фізики: *властивості рідин і твердих тіл.*

Таблиця 1.4

**Міжпредметні зв'язки курсів фізики та біології мисливських звірів і птахів**

<b>№ з/п</b>	<b>Навчальний матеріал фізики</b>	<b>Навчальний матеріал біології мисливських звірів і птахів</b>
1.	Вступ. Зв'язок фізики з професійно-орієнтованими дисциплінами.	Зміст курсу «Біологія мисливських звірів і птахів», його зв'язок з іншими науками.
2.	Поняття про температуру. Вимірювання температури.	Екологічні чинники та їх вплив на життя звірів: температура. Пристосування тварин до несприятливих умов існування. Поняття про міграційний ареал.
3.	Основи термодинаміки.	Особливості терморегуляції звірів.
4.	Теплові двигуни. Охорона природи.	Значення екологічних чинників та їх вплив на життя звірів і птахів.
5.	Випаровування.	Випаровування в житті тварин.
6.	Вологість повітря. Прилади для визначення вологості. Вплив вологості на живі організми.	Екологічні чинники та їх вплив на життя звірів: вологість.
7.	Змочування.	Зовнішня будова птахів: оперення.
8.	Магнітне поле.	Міграції звірів і птахів.
9.	Звук. Ультразвук.	Сигналізація і звукова локація звірів.
10.	Природа світла. Значення світла в житті звірів і птахів.	Екологічні чинники та їх вплив на життя звірів: світло.
11.	Оптичні прилади. Органи зору живих організмів.	Органи зору птахів.

Проведений аналіз взаємного навчання фізики та біології мисливських звірів і птахів дає можливість для створення методичних рекомендацій з упровадження МПЗ цих дисциплін, що сприятиме якісній компетентнісній підготовці майбутнього егера-лісівника.

**1.2.2. Аналіз взаємного навчання фізики і ґрунтознавства.** «Ґрунтознавство» є одною із базових дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації при здійсненні підготовки майбутніх ФЛГ. Знання, які отримують студенти при вивченні даної дисципліни є підґрунтям для якісного вивчення ряду інших спецдисциплін: лісівництво, фізіологія рослин, деревинознавство і лісове товарознавство.

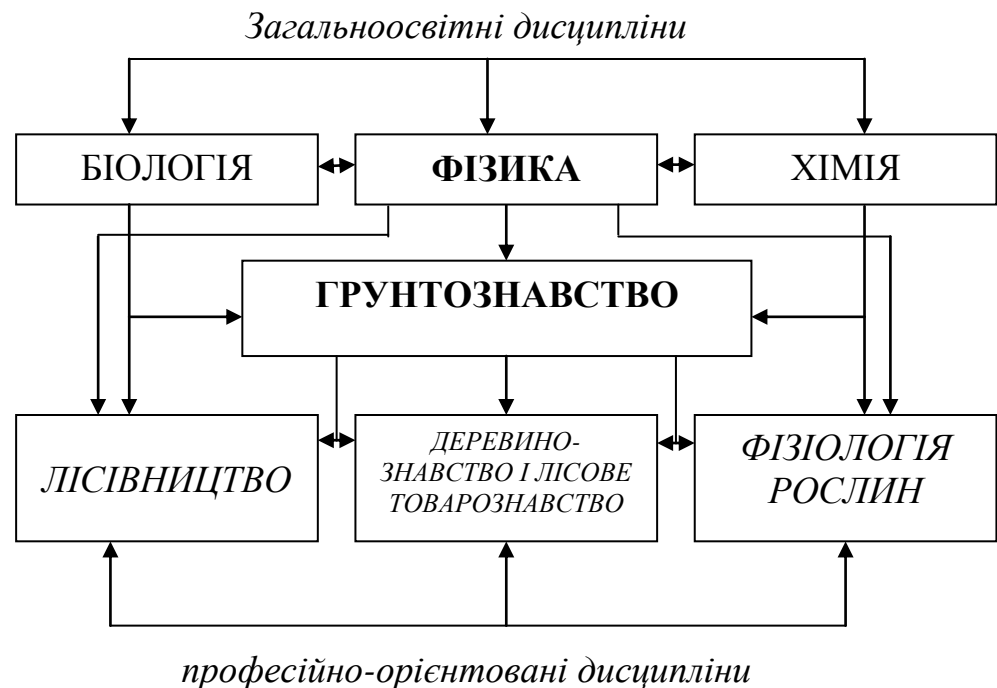


Рис. 1.3. Схема взаємного вивчення фізики і ґрунтознавства у ВНЗ I-II рівнів акредитації

Наприклад, навчальний матеріал теми «Фізичні властивості ґрунту» використовується на заняттях предмету «Лісівництво» при вивченні теми «Ліс і ґрунт» розділу «Екологія лісу». В свою чергу, глибокому засвоєнню теми «Фізичні властивості ґрунту», а пізніше теми «Ліс і ґрунт» передують вивчення ряду тем курсу фізики: властивості рідин, властивості пари, властивості твердого тіла.

Так, загальні властивості твердих тіл, рідин і газів студенти вивчають на першому курсі на заняттях фізики. Конкретніше властивості ґрунтів: твердість, міцність, водний режим (більш конкретно на сторінках 36-37 нашого дослідження). Взаємне вивчення фізики і ґрунтознавства є невід’ємною складовою навчального процесу у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх фахівців для лісової галузі. Значна кількість навчального матеріалу предмету «Ґрунтознавство» є суміжним з фізичним (таблиця 1.5). Фізика вивчається на першому курсі, ґрунтознавство – на другому, а, для прикладу, лісівництво, деревинознавство і лісове товарознавство, фізіологія рослин – на третьому.

Для встановлення міжпредметних зв’язків фізики і ґрунтознавства використовуємо навчальну програму курсу фізики, яка затверджена Вченою радою Науково-методичного центру вищої освіти Міністерства освіти і науки України (протокол № 4 від 21 червня 2001 року) та навчальну програму курсу ґрунтознавства для вищих навчальних закладів першого рівня акредитації з спеціальності «Лісове господарство», що затверджена НМК і рекомендована до використання в навчальному процесі методичною радою НМК (протокол № 54 від 20 грудня 2002 р.), основну [49]; [50]; [51]; [69]; [89]; [94]; [131] та додаткову літературу [80]; [204], яка використовується при вивченні дисциплін «Фізика» та «Ґрунтознавство» в лісних освітніх закладах I-II рівнів акредитації.

Не дивлячись на те, що в таблиці 1.3 на основі аналізу виділена значна кількість питань із змісту спецдисциплін, суміжного з фізичним навчальним матеріалом, та все ж, уже при вивченні першої теми *«Зв’язок фізики з іншими природничими та професійно-орієнтованими дисциплінами»* з ґрунтознавства відсутні посилання у навчальних підручниках даної спецдисципліни [49]; [50]; [51]; [69]; [89]; [94]; [131] на роль фізики.

При цьому окремими абзацами згадується роль хімії і математики. Тому, саме на заняттях фізики, використовуючи навчальний матеріал таблиці 1.5 при вивченні окремих тем, варто розглядати фізичні процеси, що проходять у

грунтах: підняття рідини по ґрунтових капілярах, змочувані і незмочувані рідини; вологість ґрунту; властивості твердого тіла; теплопровідність ґрунту.

Таблиця 1.5

### Міжпредметні зв'язки курсів фізики та ґрунтознавства

№ з/п	Навчальний матеріал фізики	Навчальний матеріал ґрунтознавства
1.	Вступ. Зв'язок фізики з іншими природничими та професійно-орієнтованими дисциплінами.	Предмет «Ґрунтознавство». Його зв'язок з іншими науками.
2.	Поняття про температуру.	Типи температурного режиму ґрунтів.
3.	Основи термодинаміки.	Теплові властивості ґрунту. Теплоємність і теплопровідність ґрунту. Тепловий баланс та тепловий режим ґрунту. Теплові меліорації ґрунтів.
4.	Випаровування.	Фізичне та сумарне випаровування.
5.	Водяна пара в атмосфері. Абсолютна і відносна вологість повітря. Прилади для визначення вологості.	Значення води в ґрунті. Форми води у ґрунті. Водні властивості ґрунту: вологоємність, водопід'ємна здатність ґрунту, водопроникність і здатність ґрунту до випаровування вологи. Водний баланс ґрунту. Типи водного режиму. Водний баланс в лісі. Вплив деревостану на водний режим місцевості.
6.	Капілярність. Капілярні явища в природі.	Вплив засухи і засоленості ґрунтів. Ґрунтові капіляри.
7.	Властивості твердих тіл. Деформації. Дефекти. Твердість, пружність, крихкість, пластичність.	Твердість та пластичність ґрунту.
8.	Хімічна дія світла.	Фотосинтез.
9.	Атом і атомне ядро. Радіоактивне забруднення навколишнього середовища.	Радіоактивність ґрунту.

На заняттях з фізики пропонується студентам розглянути властивості тої чи іншої речовини та конкретно зфокусувати їх увагу на ролі цього матеріалу

при вивченні спочатку ґрунтознавства, а пізніше і інших спецдисциплін, які показані на рис. 1.3.

Значна кількість виділеного інтегрованого матеріалу фізики та ґрунтознавства вказує на необхідність застосування теоретичного і практичного методів взаємного навчання цих дисциплін, що дасть можливість застосовувати отримані асоціативні знання у процесі вивчення інших спецдисциплін, що ілюструються схемою на рис. 1.3.

**1.2.3. Аналіз взаємного навчання фізики і лісівництва.** Предмет «Лісівництво» є однією з базових дисциплін, що має на меті дати студентам необхідні теоретичні і практичні навички з питань лісознавства і лісівництва. Лісівництво вивчає життя та природу найскладнішого на земній суші рослинного угруповання – лісу, а також процеси поновлення, росту, формування лісів з метою раціонального господарювання в них, підвищення продуктивності, поліпшення якості, захисних та естетичних властивостей [168]. При вивченні лісівництва студенти повинні підготуватися до самостійної роботи на виробництві й уміти вирішувати питання покращення якісного складу лісів, догляду за ними, підвищення їх продуктивності, раціонального користування ними.

На рис. 1.4 показані навчальні дисципліни, суміжний матеріал яких використовується для становлення висококваліфікованого спеціаліста лісової галузі. До таких дисциплін відносимо загальноосвітні предмети (фізика, хімія, біологія) і окремі спецдисципліни (деревинознавство і лісове товарознавство, фізіологія рослин, ґрунтознавство). Нами були відібрані ті спецдисципліни, які є базовими у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування, вивчення яких неможливе без знань з лісівництва..

Аналіз навчальних підручників з лісівництва [49]; [50]; [51]; [69]; [167]; [168]; [203], вказує на те, що у передмові відсутні посилання на використання загальноосвітніх предметів, а є лише відображення значення знань окремих спецдисциплін, і лише тих, які вивчаються у навчальному закладі паралельно із лісівництвом, або тих, які вивчатимуться пізніше, на старших курсах.

Для заохочення студентів до продуктивної праці, слід вказати всі дисципліни (в тому числі і загальноосвітні), матеріал яких буде використовуватися на заняттях лісівництва. Це дасть можливість студентам підійти до вивчення навчального матеріалу лісівництва з застосуванням знань пропедевтичного предмета, вивчення якого відбувалося на попередніх курсах. Тоді студенти, для яких лісівництво є новим предметом, будуть мати поняття з даної дисципліни, або уяву про те, що йтиметься при вивченні нової теми з лісівництва.

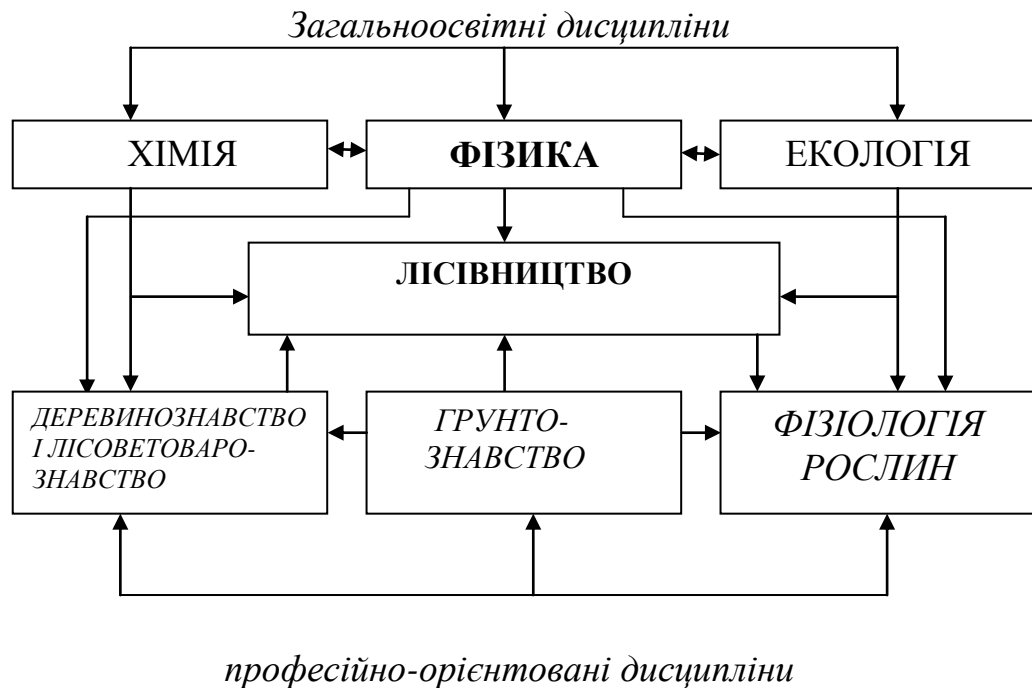


Рис. 1.4. Схема взаємного вивчення фізики і лісівництва у ВНЗ I-II рівнів акредитації

Як приклад, при вивченні дисципліни «Лісівництво» виділяємо один з перших розділів «Екологія лісу», де студенти використовують знання, котрі вони отримують на заняттях як загальноосвітніх дисциплін, так і спецдисциплін, вивчення яких відбувалося на попередніх курсах по відношенню до лісівництва. Якісне вивчення цього розділу потребує знань курсу фізики. Розділ «Екологія лісу» складається з таких тем:

- Лісова екологія і класифікація екологічних факторів.
- Клімат і географія лісів.

- Ліс і світло.
- Ліс і тепло.
- Ліс і волога.
- Атмосферне повітря і ґрунт.
- Ґрунт і ліс.

Кожна із наведених тем містить суміжний матеріал з фізикою. Та все ж, вивчення кожної із цих тем за навчальними підручниками не вказує на роль фізики при вивченні лісогосподарських спецдисциплін. Багато фізичного матеріалу авторами трактується як такий, що розглядає процеси, які проходять в навколишньому середовищі без наукових підтверджень (*сонячна радіація – це випромінювання Сонця, яке має електромагнітну і корпускулярну природу*). Звертаємо увагу, що у самому визначенні мова йде про природу світла, але про те, що являє собою та ж електромагнітна або корпускулярна теорії природи світла, нічого не сказано, говорячи про те, які ще відомі теорії про природу світла. Далі мова йде лише про екологічні наслідки впливу сонячної радіації. Хоча змішування різних газів у атмосфері під впливом сонячного випромінювання – є дифузією. *За довжиною хвилі спектр сонячної радіації поділяють на: ультрафіолетові промені, ..., ближні інфрачервоні* [49, с.82].

При вивченні теми «Ліс і волога» у навчальному посібнику спецдисципліни [167] говориться про те, що *волога – є одним із найсуттєвішим фактором існування деревних рослин*. Маємо загальне визначення. Воно зустрічається при вивченні спецдисципліни у вигляді поняття «транспірація», яке є синонімом до випаровування, але саме про випаровування нічого не говориться. Авторами наведена таблиця окремих порід деревини по відношенню до їх поглинальної здатності води, але нічого не сказано від чого залежить поглинальна здатність. Через це на заняттях фізики потрібно розкривати зміст матеріалу про капілярні явища, капіляри в деревині: чим більший об'єм усіх капілярів у деревині, тим більше вологи поглинає дерево. Наводимо приклади тих деревних порід, які становлять лісові масиви нашої країни: береза, більше ніж сосна, вільха більше, ніж береза.

Наведені приклади вивчення окремих тем на заняттях лісівництва свідчать про те, що МПЗ відображені у навчальних підручниках фізики і лісівництва на дуже примітивному рівні. Подібна ситуація складається при вивченні теми «*грунт і ліс*». Матеріал стосується лише взаємовідношенню лісів і ґрунтів. Мова йде лише про деревні породи, про пристосування їх до виду ґрунту. Але, наприклад, вивчення питання «*Відношення деревних рослин до багатства ґрунту. Кореневе живлення деревних рослин*» потребує знань як із ґрунтознавства (вологість ґрунту, фізико-механічні властивості ґрунту), так і фізики (осмос, властивості твердого тіла, вологість). Як зазначалося раніше, для вивчення фізико-механічних властивостей ґрунту потрібні знання з окремих тем фізики. Якісне вивчення цього питання з лісівництва дасть добрі результати навчальної діяльності студентів на заняттях фізіології рослин при вивченні питання «*Кореневе живлення рослин*». Чи це кореневе живлення деревних рослин, чи кореневе живлення рослин ми все одно маємо справу з фізичним явищем осмосу.

Цим прикладом ми вказували на те, що в навчальній літературі відсутні МПЗ цілого ряду дисциплін: фізика, ґрунтознавство, лісівництво, фізіологія рослин.

За допомогою аналізу навчальних програм фізики і лісівництва (навчальна програма предмету «Лісівництво» затверджена НМК і рекомендована до використання в навчальному процесі методичною радою НМК (протокол № 53 від 17 грудня 2002 р.), а також основної [49]; [50]; [51]; [69]; [167]; [168]; [203] та додаткової літератури [10]; [123]; [179] нами був визначений міжпредметний матеріал обох дисциплін, який представлено у таблиці 1.6.

Матеріал, поданий у таблиці 1.6, ми пропонуємо використовувати на заняттях фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації при підготовці фахівців для лісового господарства. Для якісної підготовки молодих спеціалістів на заняттях лісівництва було використання матеріалу курсу фізики, тому що суміжний матеріал який ми виділили в таблицю 1.6 використовується при вивченні одного з основних розділів лісівництва, а також інших дисциплін лісівничого спрямування: ґрунтознавство, деревинознавство і лісове товарознавство,



## Міжпредметні зв'язки курсів фізики та лісівництва

№ з/п	Навчальний матеріал фізики	Навчальний матеріал лісівництва
1.	Вступ. Зв'язок фізики з іншими природничими та лісівничими дисциплінами.	Предмет «Лісівництво», його зміст, завдання і зв'язок з іншими дисциплінами.
2.	Поняття про температуру.	Вплив крайніх температур на ліс і розвиток деревних рослин. Методи регулювання температурного режиму в лісі.
3.	Перший закон термодинаміки. Необоротність процесів природи.	Ліс і тепло. Значення тепла в житті лісу. Джерела тепла в лісі. Відношення деревних порід до тепла.
4.	Теплові двигуни. Охорона природи.	Поняття про повітря і атмосферу. Значення складових частин повітря для лісу. Забруднення повітря і його вплив на ліс. Відношення деревних порід до забруднення повітря. Шляхи підвищення газостійкості лісових насаджень.
5.	Вологість повітря.	Значення вологи в житті лісу. Джерела вологи в лісі. Водний баланс в лісі. Відношення деревних порід до вологи. Гідрологічна роль лісу.
6.	Капілярність. Капілярні явища в природі.	Капілярна вода.
7.	Природа світла. Значення світла в житті рослин.	Ліс і світло. Роль світла в житті лісу. Відношення деревних порід до світла. Ознаки світлолюбивих і тіневитривалих рослин.
8.	Хімічна дія світла.	Фотосинтез. Ріст рослин. Вплив світла на ріст лісових насаджень.
9.	Випромінювання і спектри.	Сонячна радіація і ліс.

Проаналізувавши навчальний матеріал лісівництва, співставивши його зміст із матеріалом курсу фізики та розглянувши приклади фізичних процесів, що відбуваються у деревних породах, можемо констатувати, що у процесі

розробки методики взаємного вивчення курсу фізики і лісівничих дисциплін варто і методично обґрунтованим буде запровадження міжпредметних зв'язків та більш глибоке розкриття тих елементів знань з фізики, котрі стають предметом вивчення у спеціальних курсах у підготовці фахівців лісового господарства. З одного боку зазначений стан сприяє розвитку методики взаємного навчання усіх споріднених навчальних дисциплін, що складають обов'язковий цикл курсів фахової підготовки майбутніх лісівників, а з іншого – розширити та поглибити змістово-понятійний апарат та процесуальну складову методики навчання фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації, а головне цілеспрямовано формувати особистість сучасного висококваліфікованого фахівця лісового господарства, підготовленого до сучасних вимог.

**1.2.4. Аналіз взаємного навчання фізики та деревинознавства і лісового товарознавства.** До дисциплін, які розглядають властивості деревини належить **«Деревинознавство і лісове товарознавство»**. Вивчення даної спецдисципліни відбувається у лісовому навчальному закладі на третьому курсі. Навчальна дисципліна **«Деревинознавство і лісове товарознавство»** – галузь науки, яка вивчає анатомічну структуру, фізичні та хімічні властивості деревини. Особлива увага приділяється вивченню мікро- і макроскопічної будови деревини, методів її діагностики, процесів взаємозв'язку структурних компонентів деревини та води, а також властивостей деревини як анізотропного матеріалу – щільності, пружності, еластичності, міцності, твердості та в'язкості. На рис. 1.5 ми показуємо схему взаємного вивчення деревинознавства і лісового товарознавства, загальноосвітніх предметів (хімія, фізика, математика) та окремих спецдисциплін (лісівництво, лісова таксація, фізіологія рослин).

Основне місце у навчальному процесі ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ належить використанню міжпредметних зв'язків фізики та деревинознавства і лісового товарознавства. *У результаті вивчення дисципліни студенти повинні*

– *знати:..., **фізичні властивості деревини** (зовнішній вигляд деревини, вміст води в деревині, щільність деревини, теплофізичні властивості*

*деревини, електричні та акустичні властивості)* [32, с. 18];

– *вміти: ..., розв'язувати задачі з визначення показників вологості,...*[32, с. 18]. Посібник предмету «Деревинознавство і лісове товарознавство» містить три розділи [32]: розділ 1. Структура деревини; розділ 2. Фізичні властивості деревини; розділ 3. Механічні властивості деревини.

В розділах 2 і 3 нами було виокремлені фізичні методи дослідження властивостей деревини. Здійснення технологічних процесів обробки деревини неможливе без знання фізичних властивостей деревини різних порід, які виявляються при взаємодії деревини із зовнішнім середовищем. Ця взаємодія не повинна впливати на хімічний склад деревинної речовини, з якої сформована клітинна оболонка, та порушувати її природну структуру.

Основні фізичні властивості деревини, які мають значення для різних технологічних процесів та для її використання, можна поділити на:

- зовнішній вигляд: колір, блиск і текстура деревини (фізичні поняття: *світлові промені, спектри, довжина світлової хвилі, відбивання і поглинання світла, яскравість*);

- вода в деревині: визначення вологості деревини (*поняття про вологість, абсолютна і відносна вологість, методи визначення вологості*); вода в деревині та її форми (*випаровування, капілярність, капілярні явища*); висихання деревини (*поняття про вологість, капілярні явища, випаровування*);

- щільність: характеристика показників щільності деревини (*густина речовини, поняття про вологість, капілярність*); зміна щільності деревини (*густина речовини, поняття про вологість, капілярність*); вплив природних факторів на щільність деревини (*поняття про вологість, капілярні явища*);

- усихання та розбухання: особливості усихання та його визначення (*поняття про вологість, капілярність, випаровування, адсорбація*); розвиток внутрішніх напружень у деревині (*поняття про вологість, випаровування, механічна напруга, модуль пружності, абсолютна і відносна деформації*);

- теплофізичні властивості: теплоємність деревини (*теплоємність, теплопровідність, температуропровідність, теплове розширення, питома теплоємність*); теплопровідність деревини (*теплопровідність, вологість, густина тіла*); температуропровідність деревини (*поняття про температуру тіла, вологість, теплоємність, теплопровідність, теплове розширення тіла*);

- проникність: вологопоглинання деревини (*вологість, водяна пара, капілярність, капілярні явища, випаровування*); адсорбція та десорбція деревини (*вологість, водяна пара, капілярність, конденсація, капілярні явища*); розбухання деревини (*вологість, поняття про температуру, лінійне і об'ємне розширення твердого тіла*);

- електричні властивості та дія випромінювань на деревину: електричні властивості деревини (*електропровідність, електричний опір, закон Ома для ділянки кола, питомий опір, вологість, діелектрична проникність, п'єзоелектричний ефект*); вплив випромінювання на деревину (*довжина хвилі, види спектрів, вологість, електромагнітні хвилі, видиме світло, ультрафіолетове, іонізуюче та рентгенівське випромінювання, люмінесценція і флюоресценція*);

- акустичні властивості (*механічні коливання, звук, швидкість поширення звуку, модуль пружності, частота коливань*).

Аналіз навчального посібника [32] даної спецдисципліни, вказує на те, що його авторами не вказані не тільки загальноосвітні предмети, матеріал яких слід використовувати при вивченні деревинознавства і лісового товарознавства, але й ті спецдисципліни лісогосподарського напрямку, при вивченні яких застосовуватимуть майбутні лісівники навчальний матеріал даної спецдисципліни.

Проведений нами аналіз показав, що без матеріалу курсу фізики неможливе якісне вивчення лісівничої дисципліни. Процеси, які відбуваються в деревині є фізичними, проте подаються у вигляді біологічних або екологічних. Виділені нами фізичні процеси та поняття описані повехнево і подаються для

вивчення студентам без будь-яких посилань на матеріал курсу фізики. Це створює підґрунття для їх більш докладнішого розгляду. Наприклад, спочатку подаємо визначення *вологості повітря* (вміст водяної пари в різних частинах атмосфери Землі), *вологість ґрунту* (вміст води у ґрунті, яка виражена у %), а вже потім слід вводити поняття *вологості деревини* (виражена у відсотках кількості води, що міститься в деревині, у відношенні до маси деревини). На заняттях лісівництва студенти знайомляться із загальним описом впливу вологості на деревину і ліси в цілому. Завдяки цим визначенням ми матимемо реалізацію ступеневого підходу до вивчення вологості деревини, так як поняття про вологість повітря студенти отримують на першому курсі (*фізика*), поняття про вологість ґрунту (*ґрунтознавство*) – на другому курсі, поняття про вологість деревини (*деревинознавство і лісове товарознавство*) та загальний вплив вологості на деревину (*лісівництво*) – на третьому та четвертому курсах лісгосподарського навчального закладу. Це полегшить сприйняття студентами навчального матеріалу.

Ще одним таким прикладом є *капілярні явища*. З курсу фізики *капілярні явища* – це явища, які зумовлені втягуванням змочуючих рідин у капіляри або виштовхуванням незмочуючих рідин з капілярів. *Капіляри* – це тоненькі трубки діаметр яких менший діаметра волосини. *Ґрунтові капіляри* – це система зв'язаних ґрунтових пор малого діаметру. Тобто, студенти спочатку отримують знання про капіляри на заняттях фізики. На заняттях ґрунтознавства проходить конкретизація навчального матеріалу (фізичний матеріал стосується лише ґрунтознавства). У навчальному посібнику [32] автори не дають чіткого визначенню ні явищу капілярності, ні капілярам, ні капілярним явищем. Тому більшість студентів змушені використовувати матеріал теми «*Властивості рідин*» курсу фізики. Для проведення чіткої межі між поняттями «капіляр деревини» і «судини деревини» ми вважаємо необхідним і пропонуємо використати комп'ютерні технології (більш детально п.п. 2.7).

На заняттях фізики слід акцентувати увагу студентів на навчальному матеріалі, який тісно переплітається з матеріалом вивчення деревинознавства і

лісового товарознавства. Це вимагає через окремі приклади показати студентам роль фізики у становленні спеціаліста лісової галузі. Наприклад, *вологість повітря – вологість ґрунту – вологість деревини – вплив вологості на лісові масиви; теплопровідність – теплопровідність ґрунту – теплопровідність деревини.* Для цього нами був виокремлений інтегрований матеріал, що складає предмет вивчення обох цих дисциплін (таблиця 1.7).

Але ті студенти, які вступили у навчальний заклад після отримання повної середньої освіти, не мають змоги застосувати знання, що були отримані на заняттях фізики при вивченні спецпредмету, тому що вони вивчали фізику в середній школі, де не проходить профільне вивчення не тільки фізики, але й інших загальноосвітніх предметів.

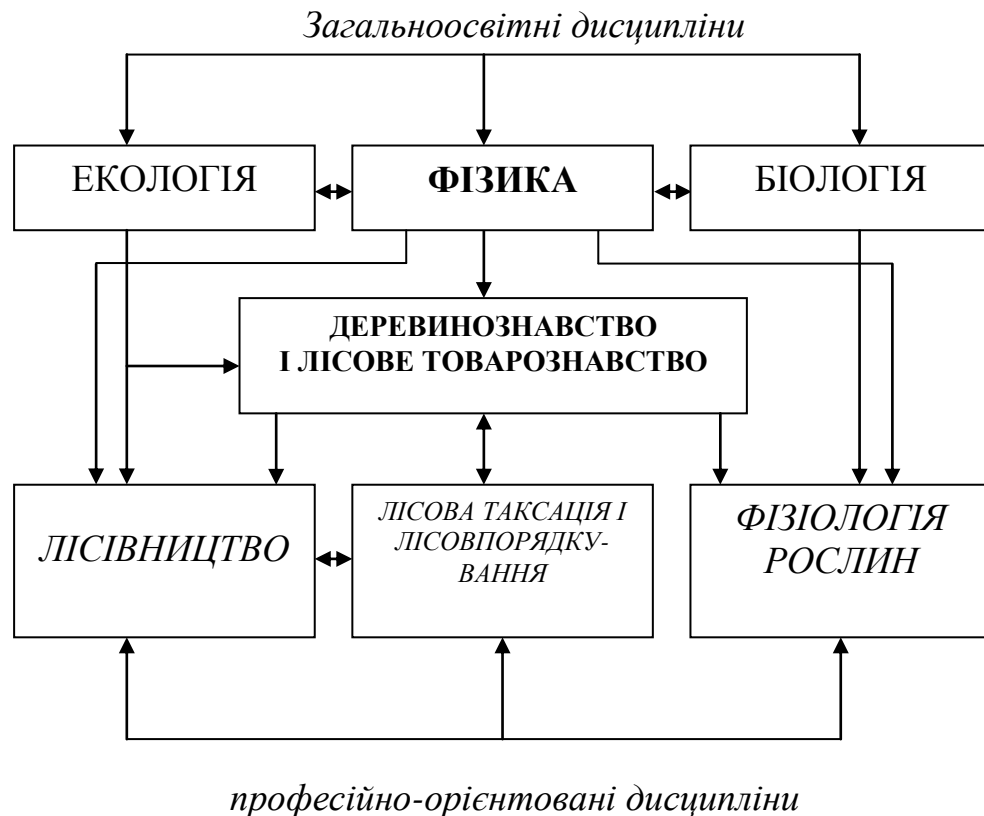


Рис. 1.5. Схема взаємного вивчення фізики та деревинознавства і лісового товарознавства у ВНЗ I-II рівнів акредитації

Застосування схеми (рис. 1.5) і міжпредметного матеріалу (таблиця 1.7), дає можливість не тільки для професійно-орієнтованого взаємного навчання фізики та деревинознавства і лісового товарознавства в лісних ВНЗ I-II рівнів

акредитації, але й у шкільних лісництвах, що виникають останнім часом при загальноосвітніх навчальних закладах.

Таблиця 1.7

**Міжпредметні зв'язки курсів фізики та деревинознавства і лісового товарознавства**

№ з/п	Навчальний матеріал фізики	Навчальний матеріал деревинознавства і лісового товарознавства
1.	Вступ. Зв'язок фізики з іншими природничими та спецдисциплінами.	Предмет «Деревинознавство і лісове товарознавство», його зміст, завдання і зв'язок з іншими дисциплінами.
2.	Основи термодинаміки.	Температуропровідність. Теплоємність. Теплопровідність. Теплове розширення та теплотворна здатність деревини.
3.	Випаровування.	Висихання деревини.
4.	Водяна пара в атмосфері. Абсолютна і відносна вологість повітря. Прилади для визначення вологості.	Вологість деревини. Абсолютна та відносна вологість та її визначення. Види вологи в деревині. Ступінь вологості деревини при різних станах. Розбухання, розтріскування і короблення деревини. Методи визначення вологості деревини.
5.	Капілярність. Капілярні явища в природі. Меніск.	Капілярність деревини.
6.	Властивості твердих тіл. Деформації. Анізотропія. Дефекти. Механічна напруга. Твердість, пружність, крихкість, пластичність.	Анізотропія і деформація деревини. Деформативність. Запас міцності. Модуль пружності. Міцність, пружність, пластичність деревини.
7.	Електричне поле. Опір провідника.	Діелектрична проникність. Електричні властивості деревини. Електричний та питомий опір деревини.
8.	Електромагнетизм.	Властивості деревини, що проявляються внаслідок дії електромагнітного випромінювання при промисловому використанні деревини.
9.	Звук. Ультразвук.	Акустичні властивості деревини.
10.	Хімічна дія світла.	Пошкодження деревини.
11.	Випромінювання і спектри.	Вплив випромінювання на деревину.

Для визначення точок дотику між фізикою та деревинознавством і лісовим товарознавством нами був проведений аналіз навчальних програм обох дисциплін та зміст основної [32]; [49]; [50]; [51]; [69] і додаткової літератури [126]. Вивчення «Деревинознавства і лісового товарознавства» в лісних навчальних закладах I-II рівнів акредитації здійснюється за навчальною програмою, що затверджена НМК (протокол № 53 від 17 грудня 2002 р.) і рекомендована до використання в навчальному процесі методичною радою НМК.

Отже, прослідковується як дуже важливі факти проявів фізичних явищ у процесах, які відбуваються в деревині. Задяки проведеному аналізу навчального забезпечення даної лісівничої дисципліни виникає потреба у розробці навчального матеріалу міжпредметного змісту, за допомогою якого будуть досягнуті основні цілі вивчення цієї навчальної дисципліни та відповідні методи їх аналізу і дослідження, які зародилися і розвивалися у фізичній галузі науки, а на даному етапі використовуються як загальнонаукові методи пізнання природи, і зокрема вивчення змісту спеціальних дисциплін, що відносяться до основних у лісівничих ВНЗ I-II рівнів акредитації.

**1.2.5. Аналіз взаємного навчання фізики і фізіології рослин.** У ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства проходить вивчення не тільки деревних порід (вищих рослинних організмів), але й життєдіяльність рослин (нижчих рослинних організмів). **Фізіологія рослин** – наука про життєдіяльність рослинного організму. Основне завдання навчальної дисципліни «**Фізіологія рослин**» – пояснити, як ростуть рослини і як фізіологічні процеси та внутрішнє середовище реагують на навколишні умови і антропогенну дію. Фізіологія рослин тісно пов'язана з науками, які забезпечують лабораторно-технічну базу і методи фізіологічних досліджень (фізика, хімія, біологія), а також науками про навколишнє середовище (лісівництво, ґрунтознавство, ботаніка, екологія). Навчальний процес у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства побудований таким чином, що на заняттях фізіології рослин використовуються випереджувальні і супроводжувальні міжпредметні зв'язки (більш детально у



п.п. 1.1), тому що ця спецдисципліна вивчається на останньому курсі, нова для студентів, але при відповідній методиці вивчення навчальних предметів у лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації цей навчальний матеріал є найдоступніший для студентів. На заняттях фізики першого курсу використовуємо суміжний з курсом фізіології рослин матеріал (таблиця 1.8). Використовуючи міжпредметний матеріал, який поданий у таблицях 1.5-1.7, ми проводили ступінчасте взаємне навчання не тільки фізики і фізіології рослин, але й фізики, «проміжних» спецпредметів: ґрунтознавство, ботаніка (вивчаються на другому-третьому курсах) (рис. 1.6). Це дає можливість для поступового накопичування знань студентів.

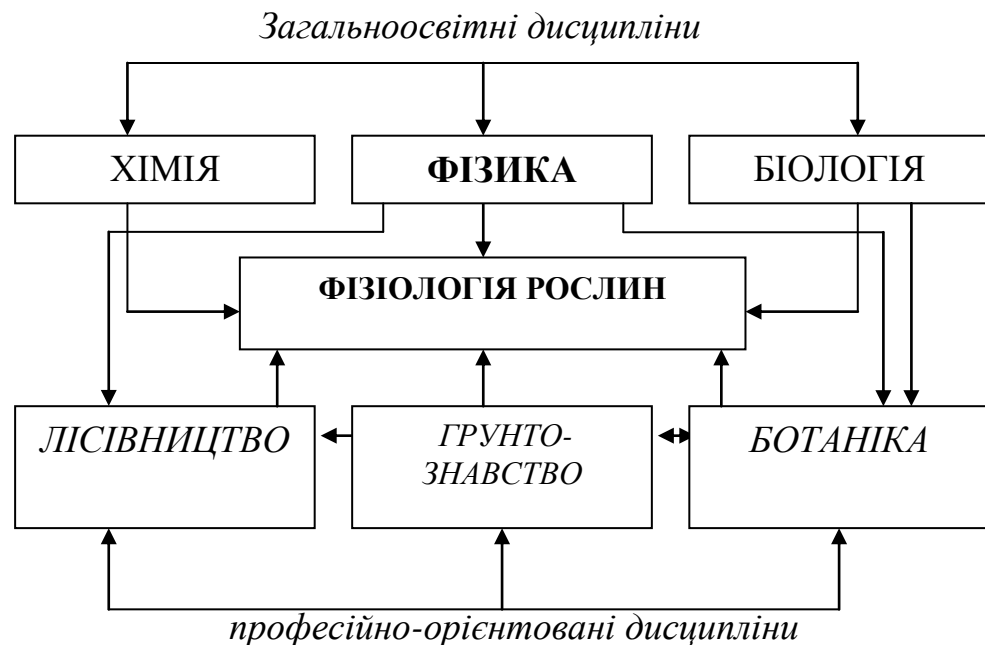


Рис. 1.6. Схема взаємного вивчення фізики та фізіології рослин у ВНЗ I-II рівнів акредитації

Наприклад, вивчення розділу «Коренева живлення рослин», який містить такі теми: 1) коренева система як орган поглинання та обміну речовин; 2) ґрунт – середовище кореневого живлення рослин.

На заняттях з фізики говоримо, що коренева живлення рослин відбувається завдяки явищу *осмос*. Основним середовищем кореневого живлення рослин є *ґрунт*. На старших курсах на заняттях спецдисциплін застосовували знання студентів з фізики (*дослідне підтвердження основних*

*положень молекулярно-кінетичної теорії будови речовини), ґрунтознавства (родючість ґрунту), лісівництво (ліс і волога, ґрунт і ліс, ріст і формування лісу). При вивченні родючості ґрунту на заняттях ґрунтознавства застосовувався фізичний матеріал: дифузія, осмос, капілярні явища, вологість ґрунту. В свою чергу, на заняттях лісівництва використовувався міжпредметний матеріал фізики (дифузія, осмос, вологість, випаровування) і ґрунтознавства (випаровування вологи з поверхні ґрунту). На заняттях фізіології рослин використовувався матеріал фізики (дифузія, осмос, вологість, випаровування), ґрунтознавства (випаровування вологи з поверхні ґрунту), лісівництва (ліс і волога, ліс і ґрунт, кореневе живлення деревних рослин).*

Більше уваги автори навчальних підручників [5]; [49]; [50]; [51]; [69]; [105] приділяють взаємному вивченню фізіології рослин і біології. Це зумовлено тим, що обидва предмети відносяться до групи біологічних дисциплін. Використовуючи фізичні терміни, формули, авторами не підкреслена роль фізики.

Для підтвердження ролі фізики при становленні висококваліфікованого спеціаліста лісової галузі виокремлений навчальний матеріал міжпредметного змісту. Для цього були використані навчальні програми фізики та фізіології рослин. Крім того, самостійно був проведений глибокий аналіз основної [5]; [49]; [50]; [51]; [69]; [105] та додаткової літератури курсу вивчення дисципліни «Фізіологія рослин» [29]; [106]. Навчальна програма вивчення фізіології рослин у лісних ВНЗ I-II рівнів акредитації затверджена та рекомендована до використання в навчальному процесі методичною радою НМК (протокол № 53 від 17 грудня 2002 р.), а їхні міжпредметні зв'язки подані у таблиці 1.8.

Так, вивчення нижче вказаних розділів курсу фізіології рослин проходить із залученням навчального матеріалу курсу фізики:

- фотосинтез (матеріал фізики: *довжина світлової хвилі, квант світла, рентгенівські, ультрафіолетові, інфрачервоні промені,*);
- значення води і процес транспірації (*фізичні властивості води,*

## Міжпредметні зв'язки курсів фізики та фізіології рослин

№ з/п	Навчальний матеріал фізики	Навчальний матеріал фізіології рослин
1.	Вступ. Зв'язок фізики з іншими природничими та професійно-орієнтованими дисциплінами.	Фізіологія рослин. Її предмет і завдання. Методи і напрями в фізіології рослин. Зв'язок фізіології рослин з іншими науками.
4.	Перший закон термодинаміки. Необоротність процесів природи.	Фотосинтез як процес перетворення енергії. Загальне значення фотосинтезу.
5.	Теплові двигуни. Охорона природи.	Екологія рослин.
6.	Насичена і ненасичена пари.	Транспірація. Види транспірації.
7.	Вологість повітря. Способи регулювання вологості.	Зовнішні фактори проростання насіння: вологість. Вплив вологості повітря на ріст та розвиток рослин. Водний режим рослин. Поняття про водний режим рослин.
8.	Капілярність. Капілярні явища. Капілярні явища в природі.	Фізичні основи руху води по стеблу. Будова і функції стебла. Стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища.
9.	Електричне поле.	Електричні явища в рослинах.
10.	Електромагнетизм.	Вплив магнітного поля на проростання насіння. Вплив електромагнітного поля на ріст рослин.
11.	Оптичні явища.	Зовнішні фактори проростання насіння: світло і фотоперіоди.
12.	Хімічна дія світла.	Екологія фотосинтезу. Ріст рослин.
13.	Альфа-, бета-, гама-випромінювання, їх вплив на організм. Атом і атомне ядро. Радіоактивне забруднення навколишнього середовища.	Особливості проходження фізіологічних процесів у дерев при забрудненні лісових екосистем. Розвиток лісової радіоекології. Джерела іонізуючого випромінювання, їх характеристика і дозиметрія. Екологічні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. Зони радіаційного зараження лісів. Динаміка ростових процесів у вегетативних пагонах при радіаційній дії.

*квасікристалічна структура, поняття про температуру тіла,*

*теплопровідність, теплота випаровування, поверхневий натяг, капілярні явища, вологість, осмос, випаровування*);

Теоретичні аспекти, які отримані внаслідок проведеного аналізу взаємозв'язку навчання фізики і фізіології рослин дозволяють розширити навчальні знання у формуванні фахової компетентності майбутніх спеціалістів лісівничого спрямування. До того ж треба зазначити, що отримані теоретичні знання мають відобразитися у практичній професійній підготовці вказаного напрямку фахівця, що передбачає проведення практично-лабораторних занять, організацію індивідуальної самостійної роботи студентів, яка має відображати рівень практичної складової професійної компетентності майбутнього лісівника і дає йому можливість вільно орієнтуватися і робити правильні висновки у професійній діяльності.

**1.2.6. Аналіз взаємного навчання фізики і екології.** Звичайно, що розвиток і нормальна життєдіяльність рослинних і тваринних організмів відбувається завдяки сприятливій екології. Тому, метою навчальної дисципліни «**Екологія**» є формування системи знань про основні закономірності взаємодії людини, суспільства та природи. Екологічні аспекти на заняттях фізики досліджувалися у працях Н.В. Куриленко [103], Л.М. Маркович [116], М.Ю. Новоселецький, В.І. Тищук, А.Л. Панасюк, Д.В. Лико [133], В.Д. Шарко [197]; [198]; [199].

Тематика екології тісно переплітається як з біологічними, так і не біологічними науками. До не біологічних дисциплін відносяться **фізика**, хімія, географія та інші.

Природничі науки, в тому числі і фізика, вивчають закони природи, закони екології, які діють незалежно від свідомості людини, їх дані дають змогу встановити межу, до якої можливе втручання людини в природничі процеси. У той же час природничі науки відкривають для людини можливості оптимальної взаємодії з природою. Підтримуємо думку Е.П. Левітана про те, що метою екологічного виховання на заняттях фізики має бути становлення екологічної грамотності й соціально перспективного сприймання природи і ставлення до неї

[107], ми розвиваємо таку ідею з метою формування системи наукових знань, поглядів, які забезпечують ставлення студентів до навколишнього середовища в усіх видах діяльності і зокрема становлення фахівців лісового господарства. Окрім того, значна роль взаємного вивчення фізики і екології належить вихованню екологічної культури — такого напрямку людської діяльності та мислення, від якого істотним чином залежать нормальне існування сучасної цивілізації, її сталий розвиток у майбутньому.

Методологічною основою екологічної культури та виховання є розуміння нерозривного зв'язку людини з природою, залежність її здоров'я та виживання від збереження екологічної рівноваги у природі. За цих обставин ми переконані, що екологічні знання відображають тісні взаємозв'язки між різними явищами природи. Тому їх зміст має міждисциплінарний, комплексний характер, і ознайомлення студентів з ними проводиться досить успішно лише за умови використання міжпредметних зв'язків фізики з іншими предметами, причому на всіх етапах навчально-виховного процесу: в ході викладання екологічних знань, організації виконання студентами завдань, що спрямовані на розвиток умінь і навичок природоохоронної діяльності, проведення екскурсій у природу, вечорів фізики з елементами екології. Тут, на нашу думку, важливо виокремити те, що конкретна роль міжпредметних зв'язків для екологічного виховання студентів при вивченні фізики полягає в тому, що ці зв'язки сприяють: формуванню в студентів цілісного погляду на природу, діалектико-матеріалістичного її сприймання; ознайомленню з науковими основами взаємодії природи і сучасного виробництва; організації трудової діяльності з охорони природи; виконанню студентами навчальних практичних завдань з елементами екології; відстороненню дублювання навчального матеріалу й економії часу, який відводиться на розкриття екологічних питань.

Відтак, у процесі навчання у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування важливо при використанні в курсі фізики матеріалу екологічного змісту звертати головну увагу студентів на з'ясування екологічного аспекту дії різних технічних і енергетичних пристроїв, давати

аналіз позитивних та негативних екологічних ситуацій, які створюють або загострюють відповідні машини і механізми чи технологічні лінії та установки.

Крім того, на наше глибоке переконання, дуже важливо відмітити органічний зв'язок фізики з розвитком суспільної свідомості та ставленням до навколишнього середовища людини, за цих умов фізика дає можливість формувати екологічне мислення студентів.

У процесі впровадження МПЗ, здійснюючи екологічне виховання, слід враховувати:

- більш високий рівень розвитку мислення студентів, так як вони є учнями старших класів;
- наявність певного рівня сформованості екологічних знань;
- зміни мотивації навчання, в яких переважає потреба у самовизначенні й пошуку професії; усвідомлення суспільних вимог і прагнення виконати свій громадський обов'язок, інтерес до всіх форм самоосвіти, перехід від перспективних цілей до реальних.

Схема на рис.1.7 відображає процес взаємного вивчення екології, загальноосвітніх та лісогосподарських дисциплін.

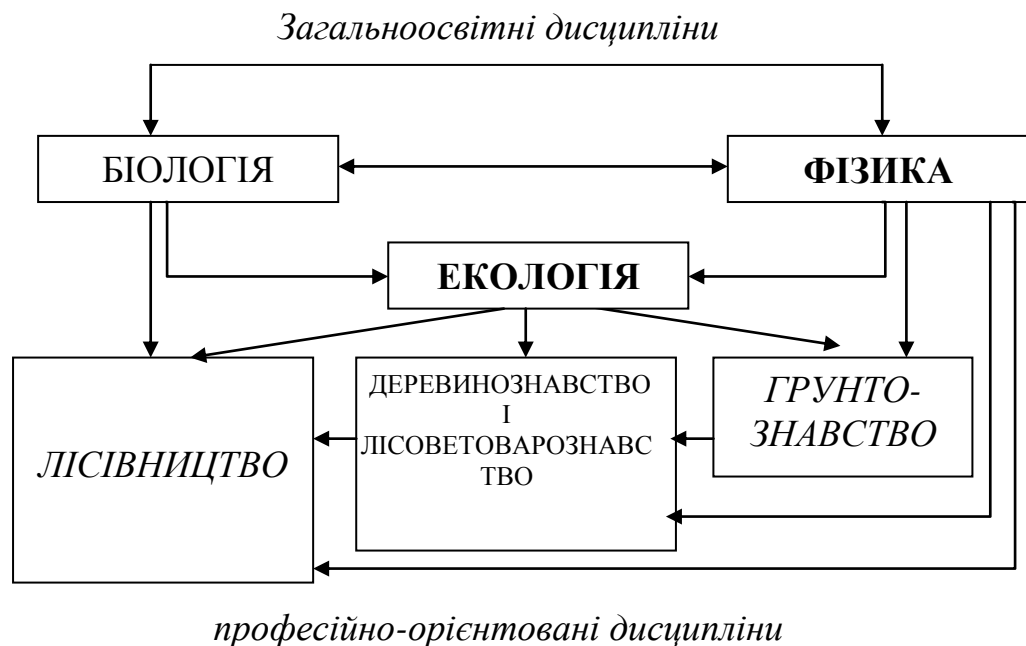


Рис. 1.7. Схема взаємного вивчення фізики та екології у ВНЗ I-II рівнів акредитації

При цьому значна роль відводиться взаємному вивченню фізики та екології у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування, а при подальшому і окремих спецдисциплін лісогосподарського спрямування. Вирішальну роль на заняттях фізики, відіграють по відношенню до екології, та й решти спецдисциплін, супроводжувальні міжпредметні зв'язки, у зв'язку з тим, що обидві ці дисципліни вивчаються на першому курсі навчального закладу, а до інших спецдисциплін – перспективні (грунтознавство, деревинознавство, лісівництво).

Для визначення точок дотику навчального матеріалу курсу вивчення фізики та екології у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства ми провели аналіз навчальних програм для визначення суміжного навчального матеріалу, а також основною [49]; [50]; [51]; [69]; [83] та додатковою літературою обох дисциплін [75]. Навчальна програма дисципліни «Екологія» затверджена та рекомендована до використання в навчальному процесі методичною радою НМК (протокол № 5 від 16 квітня 2003 р.).

У свою чергу, навчальний матеріал курсу екології містить велику кількість фізичного матеріалу (таблиця 1.9).

Наприклад, при вивченні теми «Основні техногенні забруднювачі й методи їх контролю» курсу екології йде перелік техногенних забруднювачів:..., фізичні, енергетичні,...[75]:

– фізичні забруднення – це зміни теплових, електромагнітних, гравітаційних, світлових, радіаційних полів у природному середовищі, шуми, вібрації, які створює людина;

– енергетичні забруднення – теплові викиди, шуми, вібрації, електромагнітні поля, ультразвукове, світлове, лазерне, інфрачервоне, ультрафіолетове, іонізуюче, електромагнітне випромінювання.

Якісне вивчення цієї теми неможливе без застосування знань окремих тем курсу фізики:

■ основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовини (фізичний матеріал, який при цьому застосовується: дифузія, швидкість руху

молекул);

Таблиця 1.9

**Міжпредметні зв'язки курсів фізики та екології**

№ з/п	Навчальний матеріал фізики	Навчальний матеріал екології
1.	Вступ. Зв'язок фізики з іншими природничими та професійно-орієнтованими дисциплінами.	Основні методи екологічних досліджень. Структура екології, її зв'язок з іншими дисциплінами.
2.	Дослідне обґрунтування молекулярно-кінетичної теорії: дифузія, осмос.	Розповсюдження шкідливих речовин в навколишньому середовищі. Дифузія і рослинний світ.
3.	Поняття про температури. Вимірювання температури.	Тургор. Абіотичні компоненти екосистеми: температура. Вплив температури на швидкість розповсюдження шкідливих речовин у навколишньому середовищі.
4.	Перший закон термодинаміки. Необоротність процесів природи.	Фотосинтез як процес накопичення та перетворення енергії.
5.	Теплові двигуни. Охорона природи.	Фізичні забруднення біосфери: теплове забруднення.
6.	Вологість повітря.	Абіотичні компоненти екосистеми: волога.
7.	Капілярні явища.	Рух води по стеблу. Будова стебла в зв'язку з його функціями. Стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища.
8.	Електромагнетизм.	Природне забруднення біосфери: вплив магнітного поля Землі на розвиток біосфери. Фізичне забруднення біосфери: електромагнітні поля.
9.	Звук. Ультразвук.	Фізичне забруднення біосфери: шумове забруднення. Вібрація.
10.	Оптичні явища. Квант. Фотон. Енергія кванта світлового випромінювання. Стала Планка. Світлове випромінювання.	Абіотичні компоненти екосистеми: світло.
11.	Хімічна дія світла	Фотосинтез. Живлення рослин. Вплив світла на живлення рослин.



12.	Випромінювання і спектри. Інфрачервоні, рентгенівські, ультрафіолетові промені. Їх роль у природі.	Фізичне забруднення біосфери: іонізуюче випромінювання. Поглинання сонячної енергії хлорофілом. Частини спектра.
13.	Альфа-, бета-, гама-випромінювання, їх вплив на організм. Атом і атомне ядро.	Наслідки аварії на Чорнобильській АЕС. Шляхи виходу з екологічної кризи. Радіонукліди. Радіоактивне забруднення навколишнього середовища.

- основи термодинаміки (*вплив двигунів внутрішнього згорання на навколишнє середовище*);

- коливання і хвилі (*поняття про частоту, фазу та амплітуду коливань; звук і ультразвук, шум, вібрація, електромагнітне поле, електромагнітні хвилі*);

- випромінювання і спектри (*ультрафіолетові та інфрачервоні промені*);

- явища, які пояснюються квантовими властивостями світла (*поняття про квантові генератори*).

Ще одним підтвердженням ролі фізики у формуванні екологічної культури студентів лісних навчальних закладів є приклад взаємного вивчення фізики, екології і спецдисциплін лісівничого спрямування. Так, при вивченні теми «Джерела загроз для довкілля» курсу екології вводиться поняття «*екологічні системи*», що пізніше знову зустрічається при вивченні теми «*Основні поняття про ліс і його природу*» предмету лісівництво, яке, за твердженням авторів навчального підручника спецдисципліни «Лісівництво», *не має яких-небудь територіальних обмежень і може стосуватися самих різних об'єктів* [167, с. 20]. Тому, на заняттях з лісівництва слід наводити для прикладу такі екологічні системи, пояснення яких буде ґрунтуватися на фундаментальних фізичних знаннях студентів: *атмосферні опади-грунт (грунтові води-зона капілярного підняття води в ґрунті-капілярне підняття-випаровування води з покриву і ґрунту)-ліс (випаровування води з крон)*. Нашому твердженню про зрозумілість такої екологічної системи сприяють такі фактори:

- для детальної характеристики наведеної нами екосистеми потрібні знання

з фізики, ґрунтознавства, екології;

- вивчення цих дисциплін проходить раніше ніж вивчення лісівництва, тому й окремий матеріал для студентів є знайомим;

- до вивчення екологічної системи на занятті лісівництва проходить наповнення багажу знань студентів про складові цієї системи: на заняттях фізики – поняття про вологість, капілярні явища, випаровування; на заняттях ґрунтознавства – властивості ґрунту (водні властивості та водний режим ґрунту: капіляри ґрунту, вологість ґрунту); на заняттях екології – загальні поняття про екологічні системи (забруднення атмосфери і водних систем: дифузія в газах і рідинах, забруднення ґрунтів).

При вивченні окремих тем кожної із спецдисциплін (екологія, ґрунтознавство, екологія, лісівництво) обов'язково використовується матеріал курсу фізики. Скориставшись матеріалом таблиць 1.5. і 1.9, цей приклад ми пропонуємо до уваги студентів і на заняттях фізики, розглянувши наступні питання, при вивченні яких використовується суміжний (міжпредметний) матеріал з **курсом екології**: *дослідне обґрунтування молекулярно-кінетичної теорії* (способи розповсюдження шкідливих речовин в навколишньому середовищі); *поняття про температури* (абіотичні компоненти екосистеми: температура; вплив температури на швидкість розповсюдження шкідливих речовин у навколишньому середовищі); *теплові двигуни*; *охорона природи* (фізичні забруднення біосфери: теплове забруднення); *вологість* (абіотичні компоненти екосистеми: волога); *капілярні явища* (дифузія і рослинний світ).

**курсом ґрунтознавства**: *поняття про температури* (типи температурного режиму ґрунтів), теплові властивості ґрунту, теплоємність і теплопровідність ґрунту); *вологість* (водні властивості ґрунту: вологоємність, водопід'ємна здатність ґрунту, водопроникність і здатність ґрунту до випаровування вологи); *капілярні явища* (ґрунтові капіляри).

Тобто, ми матимемо справу із прямими та зворотніми міжпредметними зв'язками. Фізичний матеріал в даному випадку з одного боку є випереджувальним при вивченні спецдисциплін, а з іншого – перспективним,

при професійно-орієнтовному вивченні фізики.

Як засвідчив аналіз навчального матеріалу, що міститься в таблиці 1.9, цей зміст є важливим не тільки для формування екологічної культури студентів на заняттях фізики у лісних ВНЗ I-II рівнів акредитації, але є вагомим й у їхній професійній підготовці, оскільки через опанування основами екології у навчальному процесі здійснюється взаємне вивчення окремих лісгосподарських дисциплін.

Таким чином, екологічний матеріал з елементами фізики сприяє підготовці компетентнісного спеціаліста лісової галузі.

Проведений нами аналіз навчального матеріалу фізики і ряду основних лісгосподарських дисциплін вказує на велику кількість суміжного матеріалу, що потребує їх взаємне вивчення у лісних ВНЗ I-II рівнів акредитації. Використання матеріалу таблиць 1.3.-1.9 дає можливість проводити і потребує інтегрованих занять фізики. Це сприятиме якісній підготовці майбутніх фахівців лісової галузі. Взаємне вивчення фізики і спецдисциплін у лісних навчальних закладах ще раз підтверджує той факт, що як лісівничі спецпредмети, так і фізика відносяться до групи природничих дисциплін.

### **1.3. Міжпредметні зв'язки як засіб компетентнісного підходу до взаємного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у закладах лісового господарства**

В умовах науково-технічного прогресу підвищуються вимоги до рівня знань і розвитку мислення студентів. Це пов'язане перш за все з тим, що збільшується обсяг наукової, соціальної, культурної та інших видів інформації, яку необхідно свідомо обробляти, ускладнюється структурна організація людських знань. Для того, щоб правильно орієнтуватися в тому, що відбувається навколо, приймати грамотні, кваліфіковані рішення, необхідно навчитися виконувати всебічний аналіз процесів та явищ, що проходять, виявляти весь комплекс факторів, що впливають на їх перебіг, визначати серед них значущі,

осмислювати реальні і потенційно можливі результати власних дій, тобто аналізувати весь комплекс зв'язків та відношень залежності явищ і процесів найрізноманітніших видів їх проявлення у майбутній професійній сфері діяльності.

Очевидним на сьогодні фактом є досить низький рівень розвитку мислення студентів, що не відповідає соціальному замовленню суспільства, яке пропонує формування компетентнісних якостей особистості. Така несумісність обумовлена тим, що досить часто студент розглядається лише як пасивний об'єкт педагогічної дії, якому необхідно передати деяку суму знань лише з тої чи іншої навчальної дисципліни.

Таким чином, існує протиріччя між завданням формування у студентів вмій виявлення і аналізу комплексу зв'язків та відношень залежності фізичних об'єктів, явищ і елементів фізичного знання, так і в сформованості аналітичних вмій та навичків по відношенню до багатогранних явищ навколишнього світу і відсутності цілісної обґрунтованої концепції, відповідного підходу до процесу вивчення фізики.

Процес взаємного навчання фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ, пропонуємо здійснити з використанням МПЗ, які ми розглядаємо і трактуємо як засіб компетентнісного підходу до навчання фізики і лісівничих дисциплін, що сприяє кращому формуванню деяких понять у змісті безпосередньо окремих предметів, груп і систем, а саме міжпредметних понять, тобто таких, повне уявлення про які неможливо дати студентам на заняттях якоїсь одної дисципліни.

Становлення та розвиток фізики проходить у плідних зв'язках з іншими дисциплінами і опирається на вчення діалектичного матеріалізму, як на методологічну основу розвитку наук своєї галузі взагалі. Тільки на основі такого філософського тлумачення явищ природи, на розгляді їх в розвитку і взаємозв'язках можна по-справжньому сформулювати у свідомості студентів наукові знання про природу. Діалектика речей веде до діалектики мислення. Опираючись на історичний матеріалізм і створену на його основі теорію

пізнання, фізика успішно розв'язує питання теорії та практики навчання, в тому числі розвитку фізичного мислення студентів [23].

МПЗ є дидактичною умовою глибокого і всебічного засвоєння студентами навчального матеріалу у ВНЗ I-II рівнів акредитації для підготовки компетентісного ФЛГ.

Встановлення МПЗ фізики і лісівничих дисциплін сприяє глибшому засвоєнню знань, формуванню наукових понять та законів, узагальненню навчально-виховного процесу і оптимальній його організації, формуванню наукового світогляду, єдності матеріального світу, взаємозв'язку явищ як у природі, так і в людському оточенні. Це має велике виховне значення. В подальшому МПЗ сприяють підвищенню рівня компетенції студентів, розвитку логічного мислення і їх творчих можливостей. Реалізація МПЗ усуває дублювання у вивченні матеріалу, економить час та створює сприятливі умови для формування загальнонавчальних вмінь та навичок студентів.

Взаємозв'язки наук знаходять адекватне відображення в навчальних предметах, що являють, по суті, основи відповідних наук – в цьому проявляється один з аспектів дидактичної проблеми міжпредметних зв'язків. Тому цілком закономірно, що взаємне вивчення фізики і ПОД в лісних ВНЗ I-II рівнів акредитації знаходить відображення у міжпредметних зв'язках навчальних дисциплін. Необхідність зв'язків між навчальними предметами диктуються дидактичними принципами навчання, виховними завданнями ВНЗ I-II рівнів акредитації, зв'язку навчання з життям, підготовкою компетентісного майбутнього лісівника.

При вивченні питання *«Дослідне підтвердження основних положення молекулярно-кінетичної теорії»* на занятті фізики дуже важливо перерахувати і дати визначення фізичним явищам: дифузія, осмос, тургор. Виникає потреба на підкресленні екологічної ролі дифузії: *змішування повітря і диму від спалювання сухої рослинності є дифузією в газах, і цей процес згубно діє на навколишнє середовище*. На заняттях екології слід вести мову про розповсюдження шкідливих речовин в навколишньому середовищі, дифузію і рослинний світ,

вплив температури на швидкість розповсюдження шкідливих речовин у навколишньому середовищі.

Застосування знань про дифузію на заняттях лісівництва є обґрунтованим і доцільним при вивченні поняття про повітря і атмосферу, значення складових частин повітря для лісу, забруднення повітря і його вплив на ліс, відношення деревних порід до забруднення повітря, шляхи підвищення газостійкості лісових насаджень. Тобто, у зв'язку із застосуванням раніше вивченого на заняттях фізики матеріалу: *в основі кореневого живлення рослин лежить осмос. Осмос – проникнення молекул рідин крізь пористі перегородки твердого тіла.* На заняттях фізіології рослин доцільно використати цей матеріал при вивченні *осмотичного потенціалу, дифузії в житті рослин, клітини як осмотичної системи, механізму поглинання води рослиною клітиною, росту та розвитку рослин, кореневого тиску, будови і функції кореня, кореневого живлення, тургору.*

Щоб досягти глибоких та міцних знань, стійких умінь і навичок студентів допомагають МПЗ під час вивчення фізики й узагальнення та систематизація знань після вивчення кожної з основних тем курсу.

Використання МПЗ значною мірою виключає просте заучування понять, закономірностей перебігу явищ.

Глибокі зв'язки між науками повинні знайти адекватне відображення в системі МПЗ і тим самим в практиці навчання.

Метою системи МПЗ є цілеспрямоване формування в уяві студентів необхідного ланцюжка асоціацій, що пов'язують уяву, поняття, теорії, які формулюються в різних навчальних дисциплінах, в єдину логічно пов'язану систему знань, яка забезпечує формування компетентнісного фахівця лісового господарства.

Так, знання з теми *«Капілярність. Капілярні явища в природі»*, що отримані на заняттях фізики, дають студентам можливість використовувати їх у видозмінених умовах і у професійній діяльності. На занятті фізики: *капіляр – це тоненька трубка, діаметр якої менший за діаметр волосини. Явища підняття*

або опускання рідини в капілярі називають капілярними явищами. Як приклад капілярів в природі є капіляри в деревині, ґрунтові капіляри. Для руйнування капілярів проводять механічні і фізичні процеси. На заняттях ґрунтознавства: ґрунтові капіляри – система зв'язаних ґрунтових пор дрібного діаметру. Волога, що утримується в ґрунтових капілярах при частковому їх заповненні утворює меніски, завдяки чому виникають капілярні явища. З підвищенням температури діаметр ґрунтового капіляру збільшується, тобто вони лопаються, з'єднуються між собою і утворюються тріщини на поверхні ґрунту. Для збереження вологи в ґрунті проводиться процес боронування. При вивченні деревиназнавства: капіляри в деревині – це пори малого діаметру в деревині по яких рухається волога. Для запобігання короблення деревини потрібно у сонячну погоду зберігати її під накриттям, або в тіні. У студентів виникають запитання: «Для чого під час боронування щільних ґрунтів борони додатково навантажують?», «Чому інколи проводять процес каткування посівів?», «Чому під час сушіння дров на сонці на кінці поліна, зверненому в тінь, виступають крапельки вологи, або смоли?», «Чому обробка деревини відбувається вздовж її росту?»

Аналіз практичної діяльності майбутніх лісівників дає можливість провести асоціації з фізичними явищами, які відбуваються у лісових та паркових насадженнях: кореневе живлення – осмос, рух розчинених у воді поживних речовин – капілярні явища, проростання грибів – тургор, зникнення вологи з поверхні листків – випаровування, поява роси на поверхні листочків або крилах комах – конденсація, змочуваність і незмочуваність, руйнування дерева – механічна напруга, поріг міцності твердого тіла, пластичність деревини, деформація, дефекти, фотосинтез – оптичні явища, хімічна дія світла, коливання дерева завдяки вітру – пружність твердого тіла, вільні коливання, збирання насіння, яке знаходиться на деякій висоті – вимушені коливання, шум вітру, рух звірів і птахів – поняття швидкості, прискорення, рівноприскореного і рівномірного рухів, поняття звуку, механічних коливань та хвиль, лікувальні властивості дихальних шляхів завдяки хвойних і квіткових, забруднення повітря

*продуктами горіння або шкідливими речовинами – дифузія.*

Виникає необхідність формування у студентів не часткових, а узагальнених вмінь, що володіють якістю широкого переносу. Такі вміння, сформовані у процесі вивчення будь-якого предмета, потім вільно використовуються студентами при вивченні інших предметів і в практичній діяльності. Наприклад, вивчення теми *«Властивості твердих тіл»* призводить до формування фізичних понять: *анізотропія, дефекти, деформація, види деформацій, типи деформацій, міцність, пружність, пластичність, крихкість, механічна напруга*, які в подальшому використовуватимуться при вивченні питання *твердості та пластичності ґрунту* (ґрунтознавство), *анізотропія і деформація деревини, деформативність, запас міцності, модуль пружності, міцність, пружність, пластичність деревини* (деревинознавство і лісове товарознавство). У практичній діяльності зустрічається короблення (дефект), згин (пружність) деревини і липкість (пластичність) ґрунту, затверділа смола на стовбурах хвойних (аморфні речовини).

Завдання полягає в тому, щоб студенти досягли розуміння цілісної наукової картини про явища взагалі, більш того – цілісної наукової картини світу, і зрозуміли роль та місце в ній вивченого явища. Для цього, наприклад, вивчаючи оптичні явища, природу та дію світла, окрім основних понять, що стосуються безпосередньо курсу фізики, доцільним буде вказати його (знання про світло) місце при вивченні спецдисциплін і роль для світу флори і фауни:

- екологічні чинники та їх вплив на життя звірів: світло (*біологія мисливських звірів і птахів*);
- ліс і світло, роль світла в житті лісу, відношення деревних порід до світла, ознаки світлолюбивих і тіневитривалих рослин, вплив світла на ріст лісових насаджень (*лісівництво*);
- пошкодження деревини (*деревинознавство і лісове товарознавство*);
- зовнішні фактори проростання насіння: світло і фотоперіоди, екологія фотосинтезу, ріст рослин (*фізіологія рослин*);



- фотосинтез, живлення рослин, вплив світла на живлення рослин (екологія);

В деякій системі, поряд із вже відомими людству законами, що склалися, ідеями, теоріями, поняттями до змісту предмету повинні бути включені деякі проблеми, що визначають подальший пошук у науці, тенденції її розвитку, які потребують в ряді випадків кооперування та інтеграції наук.

Як показав проведений нами аналіз навчальних програм і навчальної літератури (п.п. 1.2) фізики та спецдисциплін, здійснення МПЗ сприяє формуванню у студентів цільового уявлення про явища природи та взаємозв'язки між ними і тому робить знання практично більш значущими та застосовуваними. Ми впевнені у тому, що це допомагає студентам опанувати необхідні знання і вміння, які вони отримують при вивченні одних дисциплін, використовувати при вивченні інших, дасть можливість використовувати їх в конкретних ситуаціях: при вивченні професійних питань як в навчальній, так і в позааудиторній діяльності, в майбутній виробничій, науковій практиці та громадському житті.

Реалізація МПЗ усуває дублювання у вивченні матеріалу, економить час та створює сприятливі умови для формування загальнонаукових умінь і навичок у студентів.

За допомогою багатосторонніх МПЗ не тільки на якісно новому рівні розв'язується завдання в навчанні, розвиток та виховання студентів, але також закладається фундамент для комплексного бачення підходу і розв'язання складних проблем реальної дійсності. Саме тому МПЗ є важливою умовою та результатом комплексного підходу до навчання та виховання студентів.

У своїй роботі ми в якійсь мірі поділяємо точку зору Ф.І. Потапова, і розглядали МПЗ як відображення в навчальному процесі міжнаукових зв'язків, що складають одну з характерних рис сучасного наукового пізнання [157].

При всій багатогранності видів міжнаукової взаємодії ми виділили три найбільш загальні напрямки:

1. Комплексне вивчення різними науками одного й того ж об'єкта.

2. Використання методів однієї науки для вивчення різних об'єктів в інших науках.

3. Залучення різними науками одних і тих теорій та законів для вивчення різних об'єктів.

У теперішній час, у зв'язку з вимогою суспільства підготовки компетентнісного фахівця лісової галузі, дана проблема набула ще більшого значення, встановлення МПЗ стало одним із важливих завдань дидактики та конкретних методик, і зокрема методики навчання фізики.

Обсяг і зміст навчального матеріалу, що складають основу теперішньої середньої освіти, можуть бути засвоєні студентами тільки в системній єдності, не тільки і навіть не стільки за допомогою пам'яті, скільки за допомогою логічного мислення, свідомо та творчо, не фрагментарно, а узагальнено. Все це потребує використання інформації з однієї галузі знань в суміжних галузях, опори на всю вироблену сукупність знань і вмінь увсій системі понять, а не тільки в конкретній навчальній дисципліні. Іншими словами, на сучасному етапі освіти МПЗ є необхідною умовою формування компетентнісного фахівця лісового господарства.

Наявність ряду лісогосподарських дисциплін (фізіологія рослин, метеорологія, ґрунтознавство, екологія, лісівництво, деревинознавство і лісове товарознавство, біологія мисливських звірів і птахів і т.д.) і виробничої практики поряд з загальноосвітніми (фізика, хімія, біологія і т.д.) предметами призводять до великої напруженості навчального плану: відсутність чітких меж між лісогосподарськими і загальноосвітніми дисциплінами, призводить до непотрібного дублювання навчального матеріалу. Разом з тим, через неузгодженість навчального матеріалу нерідко один і той же матеріал викладачами-предметниками на заняттях різних дисциплін викладається по-різному. Цей різнобій закріплюється навчальними посібниками, що часто призводить до дублювання (один і той же матеріал подається в різних формулюваннях та з використанням різних позначень одних і тих же величин). Є необхідність тісного співробітництва викладачів загальноосвітніх предметів та

спеціальних лісогосподарських дисциплін для створення дієвої системи міжпредметних зв'язків. Зазначені напрямки ми поклали в основу розробки методики реалізації взаємозв'язку навчання фізики і ПОД при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

#### **1.4. Аналіз теоретичних аспектів формування знань і умінь студентів на основі міжпредметної пізнавальної діяльності**

Необхідною передумовою соціально-економічного розвитку суспільства є використання плідного взаємозв'язку науки з виробництвом. Державна система заходів удосконалення навчально-виховних процесів у середній та вищій школі спрямована на досягнення якісно нового рівня підготовки молодого покоління до трудового життя.

З точки зору психології людині властива тяга до пізнання. Кожен викладач із своєї практики знає, що відношення студента, майбутнього фахівця певної галузі, до навчального матеріалу суттєво залежить від усвідомлення ним важливості наукової проблеми, складності її розв'язання, застосування у професійній діяльності.

Сучасні завдання ВНЗ I-II рівнів акредитації потребують всебічного посилення світоглядної та професійної спрямованості навчання, єдності навчального та виховного процесів, активного втілення досягнень педагогічної науки в практику.

МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового спрямування, на нашу думку, є конкретним вираженням інтеграційних процесів, що проходять сьогодні в науці і в житті суспільства. Ці зв'язки відіграють важливу роль у підвищенні практичної та науково-теоретичної фахової підготовки майбутніх фахівців, що реалізовується через компетентністний підхід.

З пізнавальної точки зору МПЗ фізики з ПОД мають в своїй основі єдність системи асоціацій, що виникають у процесі формування сукупності понять, їх закріплення в пам'яті та активне використання в майбутній

практичній та професійній діяльності. Очевидно, що між поняттями, які формулюються в різних навчальних дисциплінах, завжди встановлюються ті чи інші зв'язки. Однак діяльність студентів у цій галузі нерідко виявляється малоефективною.

На даний час у зв'язку із збільшенням обсягу інформації, яка підлягає засвоєнню в період шкільного вивчення фізики, і в зв'язку з необхідністю підготовки всіх студентів до роботи на основі самоосвіти особливо важливого значення набуває роль МПЗ для активізації їх пізнавальної діяльності.

На наше глибоке переконання, що одночасно впливає із досвіду роботи, проблема МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ, має характеризуватися бодай двома аспектами: методологічним і пізнавальним. З методологічної точки зору МПЗ фізики з ПОД в освітніх лісних навчальних закладах I-II рівнів акредитації відображають в своїй основі єдність світу, що зводиться до його матеріальності, єдності природи та суспільства. Так, всі природничі науки розглядають ті чи інші властивості матерії, які в процесі пізнання розглядаються різними науками. Однак ці науки не ізольовані одна від одної, їх предметні галузі та методи часто перетинаються. Так, будова та властивості речовини на атомно-молекулярному і частково на макроскопічному рівнях є предметом вивчення як фізики, так і біології, де, зокрема, використовується і ряд загальних методів дослідження: (спектральний) аналіз, парамагнітний та ядерний резонанси, месбауерівська спектроскопія і т.д. Методи квантової механіки, термодинаміки та кінематики однаково успішно застосовуються і в фізиці, і в біології, і в астрономії. Аналогічні тісні зв'язки мають місце між фізикою та ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ, де застосування теоретичних та експериментальних методів є досить плідним.

Роль МПЗ фізики саме з ПОД в лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації розвитку пізнавальних можливостей, активності розумової діяльності раніше не була досліджена педагогами і дидактами. До цих пір немає точного загальновизнаного визначення МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів

акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ. Тому виникла потреба у створенні власної методики для взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін, яка призначалася б для всебічної підготовки майбутніх лісівників: теоретичний матеріал курсу фізики повинен збагачуватися матеріалом професійних дисциплін, підкріплюватися запитаннями і задачами міжпредметного змісту, супроводжуватися комп'ютерно-медійною технікою. Аналіз навчальних програм і літератури спецдисциплін (детальніше п.п. 1.2) дає нам можливість заповнити наукові прогалини для взаємного вивчення фізики і лісівничих дисциплін з використанням міжпредметних зв'язків у навчальному процесі лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації.

У навчальному процесі лісогосподарських навчальних закладів I-II рівнів акредитації реалізуються головним чином бінарні, в деяких випадках трипарні зв'язки (між двома чи трьома предметами). Не повністю розроблені зв'язки міжциклові (лісівничих дисциплін та природничо-математичних предметів). Тому виникла потреба у розробці і проведенні занять з використанням інформаційно-комунікативних технологій, інтерактивних методів навчання для всеохопленні як найбільшого об'єму навчального матеріалу міжпредметного змісту, для його всебічного вивчення. Безперечно, проведення занять із залученням фахівців лісового господарства на заняттях з фізики чи викладачів фізики на заняттях спецдисциплін призведе до формування знань й умінь студентів на основі міжпредметної пізнавальної діяльності. Застосування методики проведення занять фізики із залученням матеріалу лісівничих дисциплін дає можливість для проведення навчальних занять інших типів (лекційні, лекційно-семінарські, лабораторні), без залучення викладачів лісівничих дисциплін.

Науково не обґрунтована практична методика взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації. Вирішення цих питань можливе лише на основі тісної співпраці вчених, що займаються саме цією проблемою, – з одного боку, і викладачів ВНЗ I-II рівнів акредитації – з іншого. Це спонукає до розробки і проведення лабораторних занять з елементами

лісівничих дисциплін, що дає можливість підкреслити роль фізичних процесів у світі флори, ознайомитися з професійними приладами, які використовуються як на заняттях спецдисциплін, так і в професійній діяльності майбутніх лісівників, призводить до підвищення їх фахової підготовки, формуватиме розвиток спостережувально-пізнавальних і практичних якостей особистості майбутнього фахівця лісового господарства.

Фізика як наука про природу, не може успішно розвиватися і її неможливо зрозуміти у відриві від діалектичного матеріалізму, що відображає загальні закони розвитку природи, суспільства та мислення. Діалектичний матеріалізм визнає світ як об'єктивну реальність, яка відображається у відчуттях та свідомості людини, існуючи незалежно від них, визнає можливість пізнання законів розвитку всесвіту та активного впливу на його вдосконалення; навчає, що в світі все знаходиться у взаємозв'язку, неперервному русі та розвитку; що джерелом цього розвитку є внутрішні протиріччя предметів і явищ; що у всіх процесах розвитку поступові накопичення кількісних змін на певному етапі неминуче викликають якісні зміни; що нова якість виступає як заперечення заперечення.

МПЗ сприяють формуванню особистості студента як суб'єкта праці і як суб'єкта пізнання та спілкування. Під їх впливом у навчально-пізнавальній і трудовій діяльності студента виробляється вміння комплексного, творчого застосування знань, одночасного розв'язання багатопланових завдань.

При дослідженні проблеми МПЗ вбачається в них дидактична умова формування системи знань, умінь, навиків, світогляду, пізнавальної активності студентів. Такий підхід не розкриває багатогранність педагогічних функцій МПЗ, звужує їх значення. Крім того, самі дидактичні умови в процесі навчання виникають у результаті реалізації його принципів.

Розкриваючи сутність МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського профілю, можна підкреслити гносеологічні особливості процесу пізнання завдяки теоретичному та практичному аспектам взаємного навчання з використанням комп'ютерно-медійних технологій та інтерактивних

методів на занятті:

- активність студентів, яку викликає використання на заняттях міжпредметного матеріалу з елементами природи;
- ступінчастість в оволодінні знаннями про навколишнє середовище;
- всебічність у науковому пізнанні процесів у лісовому господарстві завдяки взаємному навчанні фізики і спецдисциплін.

У відповідності з діалектичним методом пізнання МПЗ фізики з ПОД розкривають процеси, що вивчаються, та явища в розвитку і одночасно у взаємозв'язку, в єдності та боротьбі протиріч.

Так, вивчаючи на заняттях біології та фізики будову речовини, ми розкриваємо єдність живої та неживої природи, процеси життєдіяльності рослин значною мірою визначаються фізичними умовами середовища, в якому розвиваються рослини: світловим, тепловим, водним і повітряним режимами. Не менш важливим є вирішення аналогічного завдання стосовно тварин: тепловий баланс організму, пристосування їх до коливань температури у навколишньому середовищі, ролі змочуваності та незмочуваності рідин у їх життєдіяльності. Наукове завдання фізики полягає у вивченні цих умов та встановленні найбільш сприятливих режимів для росту культур і життєдіяльності тварин.

**Міжпредметна діяльність** – це особливий вид навчально-пізнавальної діяльності студентів при взаємному навчанні фізики і лісівничих дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації. У центрі міжпредметної пізнавальної діяльності стоїть важливе освітнє завдання навчання – формування системи професійних знань студентів: всесторонні теоретичні знання та практична підготовка.

Під впливом МПЗ фізики з ПОД у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування синтез предметних знань проходить на основі методичних принципів, взаємозв'язку законів суспільних і природничих наук. Знання для майбутніх фахівців лісового господарства набуватимуть системний, всебічний, пізнавальний, діючий характер завдяки використанню на заняттях задач і завдань міжпредметного змісту, інформаційно-комунікаційних технологій, інтерактивних методів навчання.

Найголовнішу роль у міжпредметній діяльності студентів відіграють їх пізнавальні інтереси, які багато в чому визначають особисту мотивацію [19].

За цих умов мотивація в пізнавальній діяльності функціонує і як зовнішній збуджувач активності, і як внутрішній, що розвивається безпосередньо в самому процесі пізнання.

Виходячи з того, що вміння характеризують способи досягнення студентами конкретної пізнавальної мети, зазначимо що вирішення міжпредметних завдань потребує особливих вмінь, серед яких особливими є такі: пов'язувати між собою та узагальнювати предметні знання; бачити об'єкти в єдності їх різноманітних властивостей і відношень; оцінювати часткове з позиції загального, що забезпечує процесуальну сторону формування наукового світогляду студентів.

Важливо, щоб при цьому можна було б забезпечити зростання пізнавальних вмінь та навчальних успіхів, що закріплюють самостійність та інтерес студентів до пізнання зв'язків між знаннями з різних предметів. Ми поділяємо точку зору В. М. Максимової [114], яка методику організації процесу навчання розбиває на такі етапи:

–односторонні міжпредметні зв'язки на заняттях з суміжних дисциплін на основі репродуктивного навчання і елементів проблемності;

–ускладнення міжпредметних пізнавальних завдань та самостійність студентів у пошуках їх розв'язання;

–включення в процес навчання двосторонніх, а потім і багатосторонніх зв'язків між предметами через кординацію діяльності викладачів;

–включення в процес навчання МПЗ як стимулу пізнавального інтересу якісно перетворює інші його стимули.

Зв'язки суміжних курсів дозволяють глибше проникати в сутність предметів, розкривати, наприклад, явища фізики в біологічних процесах та інших лісівничих спецдисциплін у процесі підготовки ФЛГ у ВНЗ I-II рівнів акредитації.



## Висновки до розділу 1

За аналізом навчальних програм спецдисциплін, вивчення яких здійснюється у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які забезпечують підготовку майбутніх лісівників, визначений міжпредметний матеріал курсу фізики, який стає основою для побудови взаємного вивчення фізики з лісогосподарськими дисциплінами через міжпредметні зв'язки у ВНЗ I-II рівнів акредитації, що здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства.

Виявлена мета використання методичної системи реалізації міжпредметних зв'язків у лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації, яка головним чином спрямована на:

- формулювання узагальнених знань й умінь з курсів фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці фахівців лісового господарства для використання в практичній діяльності;
- усунення дублювання навчального матеріалу та розвантаження навчальних програм;
- активізацію індивідуальної навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Визначено, що предмети лісогосподарського циклу дають студентам знання про живу і неживу природу, про матеріальну єдність світу. Загальні навчально – виховні завдання цих предметів спрямовані на формування наукового світогляду, професійних знань і вмінь студентів, всебічний професійний розвиток особистості. На основі вивчення спільних законів розвитку природи, особливостей окремих форм руху матерії та їх взаємозв'язків, формулюються у студентів сучасні уявлення про природничо – наукову картину світу.

Вивчення фізичних аспектів природних явищ здійснюється за допомогою міжпредметних зв'язків фізики з професійно-орієнтованими лісівничими дисциплінами, що розкривають закономірні залежності: вплив фізичних явищ, що відбуваються в природі, на навколишнє середовище – біологічні та

екологічні наслідки.

Забезпечення міжпредметних зв'язків фізики при вивченні дисциплін лісогосподарського циклу, як і предметів загальноосвітнього циклу, в значній мірі залежить від стійких умов організації навчально – виховного процесу та його навчально – методичної бази: відображення міжпредметних зв'язків в навчальних програмах і підручниках спецдисциплін; удосконалення логіки побудови навчальних дисциплін; поглибленого вивчення у всіх дисциплінах основного професійного навчального матеріалу.

У лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації використовуються прямі та зворотні, перспективні, супроводжувальні і випереджувальні зв'язки, які дозволяють засвоїти взаємозв'язки між фізикою і професійно-орієнтованими дисциплінам, сприймати всі дисципліни навчального плану не виокремлено одна від одної, а як систему інтегрованих знань, необхідних для оволодіння обраною професією. Під впливом прямих і зворотніх міжпредметних зв'язків підвищується престиж загальноосвітніх дисциплін, усвідомлення їх необхідності для становлення майбутнього фахівця лісової галузі.

Міжпредметні зв'язки фізики з спецдисциплін в освітніх закладах, які здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства, вимагають взаємну систематизовану узгодженість: змісту освіти з різних навчальних предметів; відбору навчального матеріалу та його побудови, виходячи із спільних цілей освіти і специфіки кожного навчального предмету. Міжпредметні зв'язки фізики, відображаючи міжнаукові галузі знань, у відповідності з діалектичним принципом взаємозв'язку предметів та явищ природи, обумовлюють цілісність структури змісту природничо-наукової освіти й одночасно сприяють формуванню професійних компетентностей фахівця лісового господарства. З метою ефективного вирішення зазначеної проблеми має бути розроблена і запропонована відповідна методична система взаємопов'язаного вивчення курсу фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації з підготовки фахівців лісового господарства.

## РОЗДІЛ 2

### **МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ І ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН В НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ I-II РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

#### **2.1. Науково-теоретичні засади створення методичної системи взаємного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці молодших фахівців лісового господарства**

Особливістю підготовки фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації є та обставина, що навчальні предмети, зокрема фізика і лісогосподарські спецдисципліни, тісно взаємопов'язані, а їхні МПЗ вимагають постійного удосконалення й оновлення змісту навчання з урахуванням науково-технічних досягнень і розробки відповідних методів, прийомів і засобів та сучасних педагогічних технологій, що дозволяють забезпечити потреби суспільства у зазначених фахівцях та відповідно до їхньої міжнародної шкали кваліфікації.

Аналізуючи проблему використання сучасного і реалізації у процесі навчання фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства з позиції оцінки можливості взаємного вивчення курсу фізики і спецдисциплін, про що йде мова в пункті 1.2 першого розділу, маємо наголосити, що формування у студентів міцних і глибоких фізичних знань, має передбачати розширення змісту курсу фізики (пункт 1.2), умінь і навичок використовувати під час вивчення спеціальних дисциплін (грунтознавства, деревинознавства і лісового товарознавства, екології, лісівництва, біології мисливських звірів і птахів, фізіології рослин, метеорології, лісової таксації), так і в професійній діяльності, а також під час практики з організації різних видів діяльності виконання усіх вимог та передумов для забезпечення ефективного ведення лісового господарства. До цього ж спрямовують навчально-виховний процес

профілактичних і цілеспрямованих досліджень у виконання природньому лісовому середовищі, вивчення окремих явищ та їх проявів і вплив на інші його складові. Не менш важливим виступає потреба у виконанні низки вимірювань, встановлення відповідних параметрів і залежностей між ними, що виступають як досить важливі і вагомі для забезпечення розвитку лісового господарства чи з метою його передбачення та сприяння його розвитку. Поряд з цим фахівець лісового господарства має бути готовим запроваджувати і набуті ним практичні уміння і навички, які не можуть бути відірваними від умінь і навичок користуватися приладами та відповідним обладнанням, з якими зазвичай він працює у фізичній лабораторії, під час виконання, наприклад, конкретної лабораторної роботи, певного проекту чи відповідного дослідницького завдання за обраним напрямком.

Крім того передбачається у навчальному процесі ще й розвиток активності та самостійності студента у навчанні. Враховуючи, що процес навчання являє собою спільну діяльність викладача і студента, то з цього випливає, що забезпечення розвитку пізнавальної діяльності за своєю сутністю передбачає розвиток у студентів саме умінь та навичок експериментування, а також моделювання і головне організації власної пізнавальної діяльності у навчанні. Сучасний стан розвитку освіти такий, що знання досягти неможливо без розвитку активної навчальної діяльності кожного студента, бо реалізація навчальних цілей значною мірою залежить саме від характеру активності кожного студента, коли він виступає об'єктом процесу навчання. Отже, досягнення відповідних цілей навчання взагалі, і зокрема професійної підготовки, стимулювання пізнавальної діяльності та активності студентів, що вимагає забезпечення такого управління навчанням, яке реалізується на рівні самостійного його регулювання студентом і пов'язаний із формуванням індивідуального стилю діяльності, зокрема завдяки цілеспрямованій самостійній навчальній діяльності студента у навчанні фізики і наступним опануванням професійно-орієнтованих дисциплін, які розвивають фізичні знання та надають їм професійно спрямоване звучання.

На думку відомого в Україні методиста П. Атаманчука [1], для утвердження такого феномену необхідно, щоб цілі навчання відповідали принципу зростаючої складності відповідно до ієрархії цілей, охоплюючи усі сфери діяльності особистості студента. До того ж дуже важливо, щоб забезпечувалася діагностика та відповідна забезпеченість процесу досягнення навчальних цілей, а також мала місце націленість на кінцевий результат, що веде до того, що мета навчання була сприйнятою студентом як суб'єктом навчання. Зазначене вимагає, щоб навчальний процес з курсу фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства був би забезпечений технологічно відповідною методичною системою та її методичним забезпеченням, методикою і матеріально технічною базою, котра передбачала б єдність інтелектуального та особистісного розвитку студентів, а також сприяла б виробленню навичок самоорганізації пізнавальної діяльності студента.

Виходячи із засад створення такої методичної системи у зв'язку із взаємопов'язаним вивченням фізики і лісівничих дисциплін, що сформульовані і впливають із аналізу МПЗ, що зроблено у першому розділі, ми пропонуємо модель реалізації цієї методичної системи і методики реалізації МПЗ у ВНЗ I-II рівнів акредитації для підготовки ФЛГ, в основу якої покладено наступні засадничі положення:

1. Модель методичної системи методики реалізації МПЗ у процесі навчання курсу фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства проектується на засадах активного навчання і передбачає запровадження індивідуальної самостійної цілеспрямованої навчальної діяльності студентів, засобів інформаційно-комунікаційних технологій, а також комп'ютерної техніки;

2. Модель методичної системи і відповідної методики взаємного вивчення курсу фізики і ПОД передбачає розширення фізичних основ і їх спрямування на розвиток фізичних знань у спецдисциплінах, а відповідно вимагає розширення обсягу навчальної інформації з фізики. З цією метою доцільним має бути підготовка і видання посібника чи додатків до підручника з фізики, за яким відбувається вивчення курсу фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісівничого

спрямування; формування практичних умінь і навичок з фізики з метою запровадження їх у майбутній професійній діяльності вимагає розробки задач і вправ професійного спрямування, а також розробки і впровадження нових лабораторних робіт, індивідуальних завдань, виконання дослідницьких проектів і розрахункових домашніх задач.

За цих обставин реалізація методики дослідницької діяльності студента з метою взаємного вивчення курсу фізики і ПОД будується на основі інтеграції МПЗ, передбачаючи підготовку майбутніх лісівників й одночасно передбачає *розвиток теоретичних знань і практичних умінь та навичок* у студентів (знання теоретичного матеріалу, володіння різноманітними методами, прийомами і способами розв'язування експериментальних завдань, уміння користуватися фізичними приладами, фізичним обладнанням та устаткуванням, уміння виконувати вимірювання фізичних величин, навички виконання дослідів і спостережень, володіння методами обробки та аналізу одержаних результатів вимірювання тощо); *пошуково-орієнтаційних умінь* (уміння оперативно відшукувати необхідний теоретичний матеріал, уміння організувати власну розумову і практичну діяльність для досягнення поставленої мети та одержання бажаного результату); *творчих здібностей* (уміння знаходити нестандартні варіанти і способи розв'язування навчальних завдань), що забезпечує розвиток рівнів активності пізнавальної діяльності студентів та результативність навчання;

3. Розвиток експериментальних умінь, а відповідно пізнавальної діяльності студента з фізики у взаємозв'язку з ПОД та відповідними МПЗ між ними реалізується з урахуванням психолого-педагогічних чинників, які дають можливість кожному студентові планувати свою особисту пізнавальну діяльність (з урахуванням здібностей, можливостей, психологічних особливостей, експериментальних потреб тощо) на основі використання конкретних методів, прийомів, форм і засобів навчання, котрі забезпечують не лише успішне виконання індивідуальних навчальних завдань та досягнення поставленої мети, а й значною мірою стимулюють студентів до здійснення

активної пізнавальної діяльності, використовуючи відповідні задачі, вправи і завдання дослідницького характеру;

4. Запроваджувана методична система вивчення курсу фізики із ПОД лісівничого спрямування має бути готовою уможливити забезпечення лекційних занять досить ефективним демонстраційним експериментом, практичні заняття з фізики – практичними завданнями пошукового змісту; лабораторні заняття – дослідницькими лабораторними роботами, а самостійну (індивідуальну) роботу студентів – експериментальними розрахунково-графічними завданнями (індивідуальними, графічними, дослідницькими) з використанням віртуального експерименту і персонального комп'ютера, що передбачає моделювання фізичних явищ чи процесів, а також виконання курсових і кваліфікаційних робіт тощо. Зміст пропонованих завдань має містити не лише основні фізичні поняття, закони, принципи, моделі фізичних явищ чи процесів та їх наслідки, фізичні теорії тощо, а й ілюструвати приклади застосування фізичних знань у побуті й техніці, у повсякденному житті людини, а головне – не обмежувати можливості студента у його дослідницькій діяльності для представлення практичної спрямованості отриманих фізичних знань, що розвиває пізнавальний інтерес та стимулює студентів до вирішення проблем практичного спрямування у майбутній професійній діяльності фахівця лісового господарства. За цих умов матеріально-технічне забезпечення, поєднуючи вимірювальні прилади з алгоритмами, а також наявними прикладним програмним забезпеченням разом з методичним забезпеченням мають створювати уніфіковане навчальне середовище;

5. Дослідницький експериментальний метод у методиці реалізації МПЗ фізики і ПОД у підготовці майбутніх лісівників має виступати потужним чинником розвитку самостійної (індивідуальної) пізнавальної діяльності студента, що одночасно сприяє усвідомленню та опануванню фізичних знань і зумовлює наповненість процесу навчання відповідними вміннями і навичками інтегрального характеру відповідно до взаємозв'язків фізики і конкретно професійно-орієнтованої дисципліни: фізики і ґрунтознавства, фізики та

деревинознавства і лісового товарознавства, фізики і лісівництва, фізики і екології, фізики і біології мисливських звірів і птахів, фізики і метеорології, фізики і фізіології рослин, фізики і лісової таксації.

6. Методика виконання різних видів задач, завдан і вправ дослідницького характеру та різних видів пізнавальної діяльності студента та відповідних засобів інформаційно-комунікаційних технологій мають слугувати у пропонованій моделі одночасно і для здійснення діагностики результатів навчальної діяльності студентів, яка може проявляти інформативну, прогностичну та коригувальну функції, що реалізуються на основі різних видів завдань з метою досягнення поставленої цілі та отримання бажаного результату. При цьому за допомогою діагностики здійснюється зворотних зв'язків, який дає можливість на кожному етапі взаємопов'язаного вивчення навчального матеріалу і МПЗ з фізики і спецдисциплін лісівничого напрямку давати викладачу та незалежно студенту інформацію про результати навчальних досягнень, що виступають показником успішності у навчанні фізики.

На сучасному етапі вдосконалення фізичної освіти у навчальних закладах лісового господарства виховний процес неможливий без використання сучасних технологій та засобів інформаційно-комунікаційних технологій, що слід розглядати як сучасну тенденцію розвитку і пізнавальної діяльності студентів, й у створенні відповідного комп'ютерно орієнтованого середовища. Одночасно створювана методична система реалізації МПЗ має дозволяти розробку студентами власних підходів до здійснення аналізу досліджуваних фізичних явищ і процесів, котрі складають предмет пізнавальної діяльності, що забезпечують з'ясування фізичного змісту і сутності запроваджуваного лекційного демонстраційного експерименту та індивідуальних досліджень. Поєднання таких видів навчальної діяльності передбачає опрацювання як результатів реальних фізичних експериментів, так і моделювання відповідних явищ і процесів, які особливої значущості набувають для вивчення основних законів та закономірностей і відповідних МПЗ фізики з професійно-орієнтованими дисциплінами лісового господарства.





Рис. 2.1 Схеми методичної системи взаємного вивчення фізики і ПОД на основі МПЗ у навчальному закладі лісового господарства

7. Для оцінювання, контролю та корекції рівня навчальних досягнень студентів у процесі взаємного вивчення фізики і ПОД передбачається використання різних видів контролю знань, умінь і навичок студентів, які є традиційними і пропоновані як поточний, модульний, підсумковий контроль, а реалізується у вигляді різноманітних сучасних форм контролю (тестові завдання з відкритою та закритою формою завдань, усне опитування, письмові модульні контрольні роботи тощо).

За цих обставин для досягнення ефективних результатів вагомим є відповідне забезпечення, що має бути представлене відповідними описами, рекомендаціями, інструкціями і вказівками до лабораторних робіт та педагогічних програмних засобів.

Запропонована модель реалізації методичної системи і відповідної методики взаємного вивчення фізики і ПОД лісового господарства на основі МПЗ між ними може бути представлена схематично із взаємозв'язками між її компонентами на рис. 2.1.

Відтак, для реалізації зазначеної моделі ми поставили за мету розробити методику взаємного вивчення фізики і ПОД на основі МПЗ, який дозволяє розв'язати завдання підготовки майбутніх фахівців лісового господарства.

## **2.2. Науково-методичні передумови створення посібника «Фізика в живій природі» для лісних навчальних закладів I-II рівнів акредитації**

У зв'язку з відсутністю повноцінного навчального матеріалу, який розкривав би сутність і специфіку лісгосподарських дисциплін у процесі взаємного вивчення фізики з спецдисциплінами з урахуванням МПЗ, визріла необхідність створення посібника, який би містив такий матеріал, котрий допоміг би студентам ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового спрямування отримати початкові відомості про вибрану спеціальність та професійно-орієнтовані дисципліни, дав би можливість отримати ґрунтовніші знання про навколишній світ та явища, що відбуваються в ньому, а також про можливості їх

поглибленого дослідження і пізнання та упорядкування і планового ведення лісового господарства.

Актуальність розробки такого посібника полягає в тому, що йому належить особливе функціональне навантаження.

Інформація, яка міститься в такому посібнику, має на меті такі основні педагогічні функції:

✓ *інформаційна* – фіксує предметний зміст освіти й види діяльності; при цьому визначається обов'язковий для учнів та студентів обсяг інформації;

✓ *закріплення і самоконтролю* – допомагає студентам самостійно узагальнювати навчальний матеріал та ліквідувати прогалини в знаннях, міцно засвоювати обов'язковий навчальний матеріал;

✓ *самоосвіти* – допомагає формувати у студентів бажання й уміння самостійно здобувати знання, розвивати в них потребу в пізнанні;

✓ *інтеграційна* – навчає використовувати знання, отримані на заняттях фізики при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін;

✓ *виховна* – сприяє активному формуванню найважливіших рис гармонійно розвинутої особистості;

Аналіз навчально-методичної літератури з теми дослідження (Е.А. Безденежних [11], Ц.Б. Кац [96]), а також дисертаційних робіт О.П. Войтович [36], В.В. Мендерецького [124], Л.А. Шаповалової [196] свідчить про те, що в них відображається взаємозв'язок вивчення фізики саме із загальноосвітніми предметами. Створений і запропонований нами посібник містить матеріал, який показує взаємозв'язок вивчення фізики з професійно-орієнтованими лісівничими дисциплінами у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

Процес навчання за вказаним посібником містить наступні елементи: знання, способи дії, засоби творчої переробки знань й емоційно-цілісного впливу на студентів, тісно прослідковуються міжпредметні зв'язки фізики і лісогосподарських спецдисциплін. Ставлячи в основу побудови змісту навчального посібника логіку міжпредметного змісту, ми виходили з того, що необхідно орієнтувати всі елементи посібника на формування світогляду

студентів і розвиток їх готовності застосовувати отримані знання при вивченні лісівничих спецдисциплін. Для реалізації цієї мети на початку висвітлення матеріалу міжпредметного змісту необхідно вказувати галузі його застосування (назвати суміжні з даним матеріалом спецдисциплін), підсилити роль узагальнень і систематизації знань у різних формах: запитання, вправи і задачі міжпредметного змісту, домашні завдання, лабораторні роботи, найпростіші експериментальні дослідницькі завдання, індивідуальні навчальні вправи, задачі.

І.Я. Лернер виділяє наступні етапи навчальної діяльності, які повинні відобразитися в навчальному посібнику:

а) постановка мети викладення інформації, (в даному випадку підкреслити роль навчального матеріалу фізики для становлення спеціаліста лісової галузі);

б) повідомлення нової інформації, що у кожному випадку передбачає урахування (матеріал лісогосподарських спецдисциплін);

в) розкриття орієнтирів для майбутніх дій (використання матеріалу курсу фізики на заняттях спецдисциплін);

г) відпрацювання цих дій у розумовій формі (репродуктивній і творчій);

д) контроль, самоконтроль у процесі здійснення дій на завершальному етапі;

е) підсумкова систематизація протягом всієї навчальної діяльності і підведення підсумків про результати навчальних досягнень студентів.

Всі ці етапи становлять тактичну модель навчального процесу, оскільки в реальний сценарій процесу навчання викладач неминуче вносить свою послідовність етапів, залежно від педагогічної ситуації [108].

Посібник «*Фізика в живій природі*» [216] розглянутий і затверджений цикловою комісією природничо-математичних дисциплін Березнівського лісового коледжу (протокол № 7 від 12 лютого 2009 року), рекомендований до використання в навчальному процесі методичною радою НМК (протокол № 90 від 10 березня 2009 року) для студентів вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації (Галузь знань 0901 Сільське господарство і лісництво) та містить

інформацію міжпредметного змісту, яка показує взаємозв'язок вивчення фізики з ПОД, **забезпечує реалізацію таких методів:** 1. – метод усного викладу матеріалу міжпредметного змісту (розповідь, пояснення, бесіда); 2. – метод самостійної роботи студентів, який полягає у залученні студентів до виконання вправ, роботи з книгою, проведення спостережень; 3. – метод перевірки знань, умінь і навичок (усна перевірка знань, контрольні роботи); 4. – метод позааудиторної роботи студентів, який призводить до розв'тку їх самоосвіти, самоконтролю, самоперевірки, самоаналізу з урахування посилення ролі і результативності індивідуальної діяльності кожного студента.

Навчальний матеріал для створення посібника, що посилює роль у навчальному процесі матеріалу міжпредметного змісту, містить доробки видатних вчених-фізиків та методистів П.С. Атаманчука [1], Є.А. Безденежних [11], С.У. Гончаренка [49]; [50]; [51], А.А. Давиденка [58], Ц.Б. Кац [95]; [96]; [97], Ю.І. Посудіна [156], Є.В. Коршака [189].

Даний посібник вирішує наступні педагогічні проблеми:

– поглиблення і розширення знань у питаннях, викладених у параграфах, що проводиться за допомогою і на основі матеріалу міжпредметного змісту курсу фізики і дисциплін фахового спрямування;

– організація самостійної роботи студентів (зменшення кількості навчальних годин з ПОД призводить до того, що велика кількість навчального матеріалу виноситься на самостійне опрацювання), а тому зростає роль самостійної роботи студентів, а відтак і самоосвіти, самоконтролю, самокорекції результатів навчання; до цього студент, уже будучи випускником, це має використати у своїй професійній діяльності.

Матеріал, який поданий в підготовленому нами посібнику, є джерелом як професійного становлення студента як майбутнього висококваліфікованого фахівця, так і як особистості, до якої сьгоднішнє суспільство ставить відповідні вимоги. Посібник розроблений з метою використання міжпредметного матеріалу природничого характеру на заняттях фізики і є додатковою інформацією до основного матеріалу курсу фізики, вивчення якого передбачене навчальною

програмою, що затверджена Вченою радою Науково-методичного центру вищої освіти Міністерства освіти і науки України (протокол № 4 від 21.06.01 р.).

До структурних елементів розробленого нами посібника відносяться наступні:

- зміст;
- передмова;
- основний текст (теоретична частина);
- питання для самоконтролю;
- додаткові задачі (завдання), приклади.

У передмові навчального посібника характеризується роль та значення фізики у підготовці фахівця лісової галузі, вказане місце навчального матеріалу фізики серед лісогосподарських дисциплін, сформульовані основні завдання, що стоять перед студентом при вивченні фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісівничого спрямування.

Основний текст (теоретична частина) методично оброблений і систематизований навчальний матеріал міжпредметного змісту (складеного відповідно до робочої програми курсу фізики) у вигляді конспекту лекцій, оскільки досвід роботи показав, що при наявності підготовлених конспектів підсилюється керівництво студентів своєю пізнавальною діяльністю, активізовує їх самостійну роботу. Підготовлений нами посібник орієнтований на формування професійно значущих умінь майбутніх лісівників. Лекційні і практично-семінарські заняття з усіх розділів, які охоплюють вивчення всього курсу фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства для студентів галузі знань «Сільське господарство та лісництво».

Обсяг теоретичної частини систематизованого матеріалу міжпредметного змісту становить 92 сторінки. У підручнику, що є основним для вивчення фізики у лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації: *«Підручник з фізики для середніх спеціальних навчальних закладів»* автором якого є Л.С. Жданов [69], міститься матеріал загального змісту (фундаментальний матеріал) за весь період вивчення систематизованого курсу фізики. Обсяг кожної лекції у

підготовленому нами посібнику не перевищує 6 сторінок друкованого тексту. Матеріал викладається невеликими порціями. На початку викладення матеріалу міжпредметного змісту вказується напрям його застосування (суміжні з фізикою лісогосподарські спецдисципліни і їх теми).

Студенти можуть використовувати даний підручник самостійно як безпосередньо на занятті, так і в позааудиторній роботі, адже становлення кваліфікованого спеціаліста неможливе без систематичної самостійної роботи. Робота з навчальною книгою вважається універсальним навчальним вмінням, воно має бути сформованим у кожного студента, який у своїй навчально-професійній діяльності використовує його і доводить рівень своєї професійної підготовки до необхідного рівня.

Самостійність – багатоаспектний і психологічно непростий феномен особистісно-орієнтованого підходу. Це об'єктивний чинник розвитку, існування і самореалізації особистості. Річ у тім, що наукова інформація, яка доводиться до студентів викладачем, розуміється кожним студентом, але разом з тим не засвоюється одночасно у вигляді глибоких переконливих і дієвих знань та умінь. Поширена в дидактиці теза «передача знань» є не зовсім обґрунтована, бо знання й уміння у готовому вигляді передаватися не можуть. Суперечність, яка виникає на стику між повідомленням знань та їх засвоєнням у взаємозв'язку теорії і практики, розв'язується у формі обов'язкової самостійної індивідуальної діяльності студентів. Цим і забезпечується істотна її роль, як одного із фундаментальних компонентів навчально-виховного процесу в навчальному закладі.

Самостійну діяльність можна розглядати як спосіб спілкування, прийом навчальної роботи, форму організації діяльності (навчальної, пізнавальної) тощо. Студент, який володіє навичками самостійної роботи, активніше, швидше і ґрунтовніше засвоює навчальний матеріал, виявляється краще підготовленим до творчої праці, самоосвіти і продовження навчання та самовиховання.

При самостійному вивченні матеріалу високі результати дає наявність вправ, питань і завдань, що у пропонованому посібнику розташовані після

кожного блоку теоретичного матеріалу. Виконання таких завдань спрямоване на розвиток навичок самостійного мислення, розвиток пізнавального інтересу до вивчення фізики, підкреслення її ролі в лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації, встановлення взаємозв'язків фізики з ПОД. Студенту рекомендується звернути увагу на питання і завдання й спробувати відповісти на них. Можливість звірити свій варіант відповіді з правильним дозволяє краще і глибше засвоїти прочитаний матеріал.

Домашні завдання подаються після теоретичного матеріалу міжпредметного змісту. Це привертає увагу студентів та сприяє їх успішному виконанню. Велику роль відіграють найпростіші дослідження в домашніх умовах. Вони привчають студентів до самостійної праці, дослідницької роботи, розвивають мислення, сприяють конкретизації вивченого матеріалу, свідомому і міцному засвоєнню його. Крім того, студенти набувають цінних навичок монтажу робочих установок, умінь і навичок проведення нескладного експерименту з метою дослідження явищ природи як однієї із обов'язкових складових професійної діяльності майбутнього ФЛГ.

Після вивчення кожного розділу фізики пропонуємо студентам цікавий матеріал міжпредметного змісту, який представлений у додатку В.2.

Цей розроблений навчальний матеріал міжпредметного змісту розрахований не тільки для вивчення на заняттях фізики, але й на заняттях дисциплін лісогосподарського циклу. Систематичне використання зазначеного матеріалу даного посібника дозволяє забезпечувати високу якість навчання та уміння інтегрувати знання з різних навчальних дисциплін (наприклад, фізики і лісівництва, ґрунтознавства, деревинознавства та лісового товарознавства, екології, фізіології рослин, метеорології, біології мисливських звірів і птахів).

Навчальний посібник може використовуватися як студентами, так і викладачами спецдисциплін.

Як приклад методики використання такого посібника на занятті проаналізуємо вступну лекцію курсу фізики.

У вступній частині заняття оголошуємо його тему «*Основні положення*



*молекулярно-кінетичної теорії. Дослідне обґрунтування молекулярно-кінетичної теорії. Дослід Штерна», місце і роль матеріалу в системі інших тем та мету. Повідомляємо студентам значення навчального матеріалу у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства (перераховуємо спецдисципліни і теми цих дисциплін, вивчення яких базується на знаннях даної теми курсу фізики). Зокрема зазначаємо, що матеріал пов'язаний із такими спецдисциплінами:*

- фізіологія рослин;
- ґрунтознавство;
- лісівництво;
- лісозахист (ентомологія);
- екологія;
- метеорологія.

В основній частині заняття проводимо викладення змісту обов'язкового навчального матеріалу лекції, частина матеріалу з елементами лісівничих дисциплін студенти опрацьовують самостійно.

Після вивчення основного матеріалу питання **«Основні положення молекулярно-кінетичної теорії»** наданому першому лекційному занятті, пропонуємо студентам скористатися додатковою інформацією, що міститься у посібнику «Фізика в живій природі» [216]

Додатковою інформацією майбутнім ФЛГ під час вивчення питання *"Дослідне підтвердження основних положень молекулярно-кінетичних положень"* буде порція знань про фізичні процеси в природі.

Після введення понять *"дифузія", "осмос", "тургор"*, користуючись посібником «Фізика в природі», вказуємо на їх роль в живій природі (рис. В. 4.1, додаток В).

У заключній частині для закріплення навчального матеріалу даної теми поряд з питаннями, що стосуються основного тексту, використовуємо питання і задачі міжпредметного змісту (додаток В.1, після теоретичного матеріалу).

Як домашнє завдання пропонуємо студентам, скориставшись навчальною

літературою лісогосподарських спецдисциплін, вибрати теми, які містять матеріал, який стосується основних положень молекулярно-кінетичної теорії, і з'ясувати, як саме цей зміст пов'язаний з відповідними процесами чи явищами природи.

Ділимо студентів на мікрогрупи. Кожна мікрогрупа працює з обмеженою кількістю спецдисциплін, що полегшує роботу студентів, дає можливість опрацювати максимальну кількість спецдисциплін, виключає повторюваність інформації, навчальною діяльністю зайняті всі представники навчальної групи.

На наступному занятті студенти діляться своїми напрацюваннями і вибудовують ланцюжки знань взаємного вивчення фізики і спецдисциплін, які вивчаються згодом на другому, третьому і четвертому курсах лісних ВНЗ I-II рівнів акредитації (див. табл.1.4 - 1.9): фізика – екологія – метеорологія – фізіологія рослин, фізика – ґрунтознавство (екологія) – лісівництво і т.д.

Таким чином, створений нами посібник є основою у запровадженій моделі методичної системи взаємного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін для підготовки ФЛГ і тісно пов'язаний з усіма компонентами цієї системи.

### **2.3. Методика взаємного вивчення фізики та професійно-орієнтованих дисциплін в лісогосподарських навчальних закладах I-II рівнів акредитації**

Аналіз навчальних програм та навчальної літератури фізики і спецдисциплін, що детально описаний у підпункті 1.2, підтверджує існування проблеми взаємного навчання фізики і професійно-орієнтованих лісогосподарських дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації. Саме вирішення проблеми взаємозв'язаного і взаємообумовленого вивчення цих дисциплін дозволяє певною мірою розв'язати одну з основних педагогічних проблем у навчальних закладах, що готують фахівців лісового господарства – формування глибоких і міцних знань як з курсу фізики, так і з лісогосподарських дисциплін [213].

Для правильної побудови заняття і вмілого керівництва навчально-пізнавальною діяльністю студентів важливе значення має дидактичний аналіз структури процесу засвоєння знань, визначення його компонентів і розкриття взаємозв'язку між ними, а також характеристики деяких факторів, які впливають на цей процес.

Основними завданнями сучасного підходу до організації заняття є:

- забезпечення студентів свідомими, глибокими і міцними знаннями, навичками та вміннями, узагальненими способами виконання дій;
- на основі глибоких знань формувати у студентів наукові переконання;
- формувати у студентів самостійність, активність, творчу ініціативу, вміння творчо вирішувати будь-які завдання, які можуть зустрічатися в житті, а головне – у професійній діяльності;
- посилювати розвиток розумових здібностей;
- формувати вміння та навички самостійно вчитися, набувати і поглиблювати знання та творчо використовувати їх на практиці;
- підвищувати виховний ефект навчання;
- формувати у студентів позитивні мотиви навчання, потребу в розширенні знань [136].

У ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ, велика увага приділяється саме вивченню лісівничих дисциплін. При цьому практично не згадуються методи вивчення загальноосвітніх предметів, в тому числі і фізики. Для вирішення цієї проблеми використаємо структурно-логічну схему напрямку вивчення навчальних дисциплін в лісних навчальних закладах. У цих схемах визначені базові предмети на кожному курсі навчання, а також вказані взаємозв'язки між ними (п.п. 1.2).

На першому курсі навчання студентів у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування одним з предметів, які створюють підґрунтя для подальшого успішного вивчення лісогосподарських дисциплін, безумовно, є фізика. Використання міжпредметного матеріалу на заняттях фізики має забезпечити ознайомлення з ПОД, вивчення яких відбувається на старших

курсах. При проведенні занять шкільного курсу фізики здійснюються міжпредметні зв'язки перш за все з математикою та біологією. Тому чітко вказуємо галузі застосування матеріалу, що розглядається на заняттях фізики, а саме підкреслюємо ті спецдисципліни, на заняттях яких будуть використовуватися знання з фізики. Для досягнення цієї мети співпрацюємо з викладачами спецпредметів і математики.

Спецдисципліни лісівничого спрямування у ВНЗ I-II рівнів акредитації в яких проводився експеримент ділимо на дві групи: професійно-технічні та професійно-природничі. Взаємне вивчення фізики з блоком професійно-технічних та професійно-природничих дисциплін подано на рисунку 2.2.

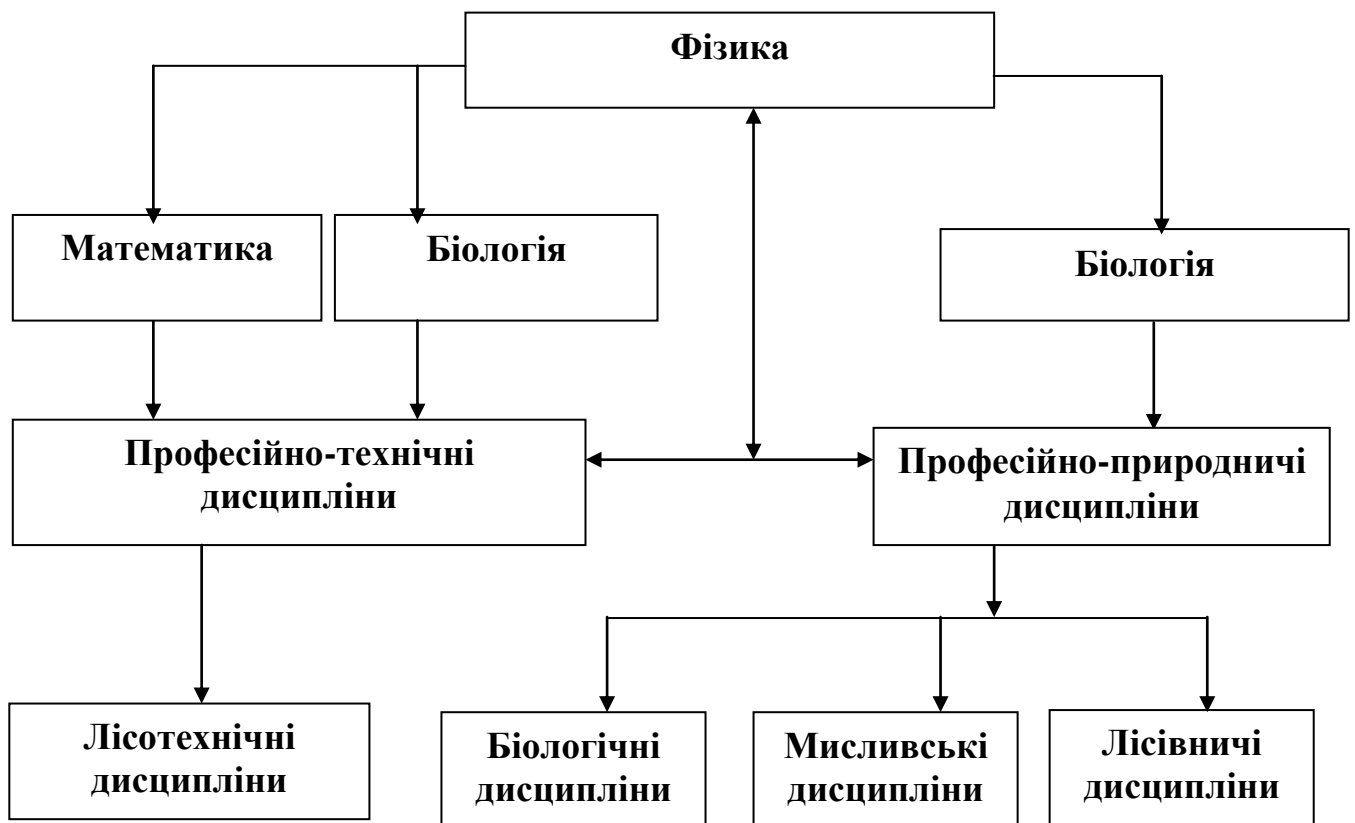


Рис. 2.2. Схема взаємного вивчення фізики і професійно-технічних та професійно-природничих дисциплін в лісних навчальних закладах I-II рівнів акредитації

Професійно-природничі дисципліни поділяються на такі групи: біологічні, мисливські, лісівничі дисципліни. В лісових ВНЗ I-II рівнів

акредитації велика роль у становленні і професійному розвитку молодого спеціаліста відіграє саме професійно-природнича група дисциплін, тому вже на першому курсі на заняттях з фізики використовуємо біологічний матеріал.

Для всесторонньо розвиненого майбутнього фахівця лісової галузі на заняттях фізики використовуємо супроводжувальні міжпредметні зв'язки з біологією та математикою (при розв'язуванні задач, розрахунках даних фізичного експерименту), і запроваджуємо випереджувальні щодо професійно-технічних лісівничих дисциплін.

При взаємному вивченні фізики і блоку професійно-природничих дисциплін більшу увагу приділяємо супроводжувальним міжпредметним зв'язкам фізики і біології та випереджувальним щодо лісівничих дисциплін: ґрунтознавства, екології, фізіології рослин.

На занятті з фізики, під час вивчення питань будови речовин та основних положень молекулярно-кінетичної теорії та їх дослідних підтверджень даємо можливість студентам самостійно висловити думки щодо даного матеріалу: всі речовини складаються з молекул (атомів), поширеною в природі є молекула води, її хімічна формула  $H_2O$ . Ставимо студентам наступні питання: «З чого складаються живі організми?», «Яку назву має елементарна одиниця всього живого». Приходимо до висновку, що живі організми складаються з клітин. Розвиваємо думку студентів запитанням: «Використовуючи знання з біології, скажіть, чи входить вода до складу клітин?». Об'єднавши відповіді студентів і використовуючи основні положення молекулярно-кінетичної теорії, повідомляємо студентам фізичні явища у клітинах живого організму: тургор – це внутрішньоклітинний тиск, дифузія – це вирівнювання концентрацій молекул різних речовин, або, з точки зору біології, це процес проникнення речовин крізь пори в оболонці клітини внаслідок теплового руху молекул. Отже завдяки взаємному вивченні фізики і біології ми розширюємо знання студентів з обох навчальних дисциплін. Цей навчальний матеріал є випереджальним для вивчення осмотичний потенціалу, дифузії в житті рослин, клітини як осмотично системи, механізму поглинання води рослинною клітиною, росту і розвитку

рослин, кореневого тиску, кореневого живлення, тургору в курсі фізіології рослин; значення води в ґрунті, форми води у ґрунті, водні властивості ґрунту: вологоємність, водопід'ємна здатність ґрунту, водопроникність і здатність ґрунту до випаровування вологи при вивченні ґрунтознавства; розповсюдження шкідливих речовин в навколишньому середовищі, дифузія і рослинний світ, тургор, вплив температури на швидкість розповсюдження шкідливих речовин у навколишньому середовищі на заняттях екології.

Проведення занять фізики в лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації, а також спецдисциплін з елементами фізики показали, що для формування міцних знань студентів та для виховання всебічного розвиненого спеціаліста лісової галузі доцільно використовувати на заняттях фізики попереджувальні МПЗ, так як в більшості випадків вивчення матеріалу курсу фізики випереджає його застосування на заняттях спецдисциплін. У цьому випадку викладачі спецдисциплін на своїх заняттях спираються на знання, отримані студентами на заняттях фізики.

Використання випереджувальних МПЗ у методиці взаємозв'язаного вивчення фізики лісомисливських дисциплін пропонується на прикладі вивчення теми *«Пристаосування тварин до різних кліматичних умов існування. Сезонні зміни зовнішніх покривів»* навчальної дисципліни **«Біологія мисливських звірів і птахів»** для студентів спеціальності **«Мисливське господарство»**, майбутніх лісників-егерів при проведенні інтегрованого заняття, позитивними елементами якого є: економія часу забирає для підготовки домашніх завдань; можливість для глибшого занурення в окремі моменти змісту матеріалу; можливість для забезпечення рівневої підготовки та впровадження ідеї модульності [110].

На початку такого інтегрованого заняття оголошуємо його тему. Для того, щоб активізувати студентський колектив, викладач спецдисципліни **«Біологія мисливських звірів і птахів»** вказує ті дисципліни, на навчальний матеріал яких спиратиметься вивчення теми даного заняття: **фізика, ґрунтознавство, лісівництво.**

Підкреслюємо особливу роль при цьому навчального матеріалу

шкільного курсу фізики. Основу матеріалу з даної теми складає вивчення не однієї, а декількох тем розділу молекулярної фізики. Перераховуємо теми курсу фізики, явища та поняття яких будуть використовуватися на занятті і подаємо у вигляді схеми, що зображена на рисунку:

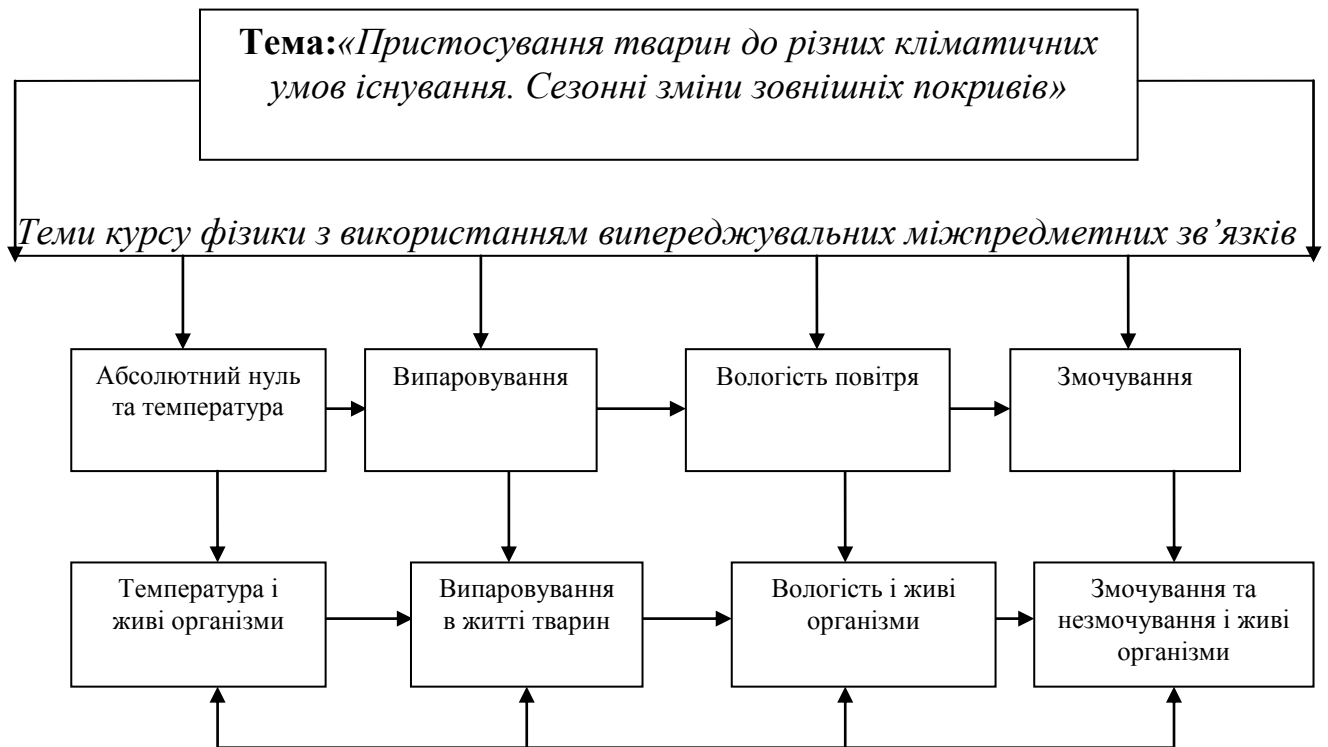


Рис.2.3. Схема взаємного навчання фізики та біології мисливських звірів і птахів при вивченні теми «*Адаптація тварин до різних кліматичних умов існування. Сезонні зміни зовнішніх покривів*».

Для повторення вже на занятті лісогосподарської дисципліни використовуємо поняття «*температури*». З курсу фізики відомо, що *температура* – це ступінь нагрятості тіла. Даємо можливість студентам самостійно перерахувати відомі їм температурні шкали та прилади для вимірювання температур. Більшість студентів називає шкалу Цельсія і шкалу Кельвіна (абсолютна температурна шкала) та ртутний термометр, як прилад для вимірювання температури повітря і температури тіла тварин. Незначна кількість студентів змогла пригадати співвідношення між абсолютною температурою і температурою за шкалою Цельсія:  $T = 273,15 + t$  °C.

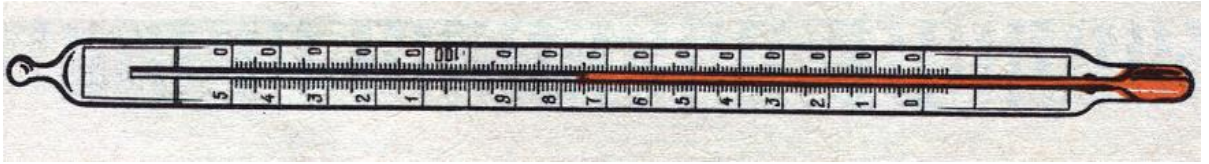


Рис. 2.4. Прилад для вимірювання температури повітря і тіла тварин

Даємо студентам можливість скористатися цією формулою, розв'язавши таку задачу:

*В середньому температура тіла тварин  $37^{\circ}\text{C}$ . Виразіть цю температуру за шкалою Кельвіна?*

Крім відомого приладу вимірювання температури повітря для майбутніх спеціалістів показуємо й прилад, що використовується у лісовій галузі. Так, для вимірювання температури ґрунту використовується термометр Савінова:

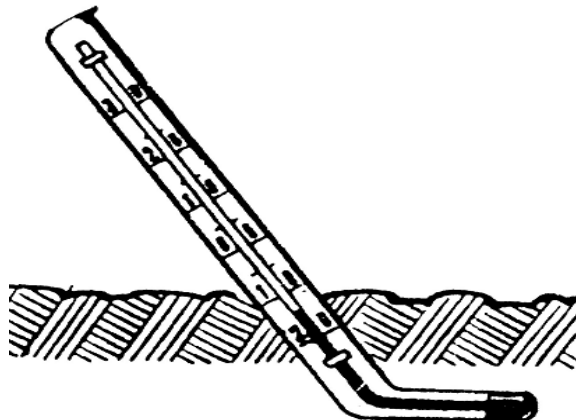


Рис. 2.5. Термометр Савінова

Про роль температури для живих організмів використовуємо матеріал, який підбираємо з навчального підручника «Біологія лісових звірів і птахів» [61, с. 55, с. 331, с. 335]:

*Для того, щоб зберегти температуру тіла постійною, тварини повинні або зменшити втрати тепла ефективним захистом, або збільшити виробництво тепла. Це досягається різними способами. Перш за все важливий захисний покрив (шерсть, пір'я, жировий шар). Захисний покрив тварин затримує конвекційні потоки, гальмує випаровування. Розпушивши пір'я і*



*шерсть, птахи і звірі утворюють повітряну подушку з добрими теплоізоляційними властивостями. Завдяки жировому шару, тюлені, кити, моржі можуть годинами знаходитися в крижаній воді. Вуха, хвіст, лапи тварин тим коротші, чим холодніший клімат. Температура лап тварин відрізняються від температури тіла. Вона рівна температурі навколишнього середовища. Це досить важливо. Якби лапи, які торкаються снігу, були теплими, то сніг під ними розставав би. Крім того, зниження температури кінцівок знижує тепловіддачу.*

*Птахи, які ведуть наземний спосіб життя (тетеруки, куріпки та інші), зариваються в сніг, а деякі ночують групами.*

Перед студентами виникає питання: «Чому окремі птахи ночують у снігових заметах?». Більшість студентів дають відповідь: «Тому що там, мабуть, тепло». Після такої відповіді студентським колективам ставимо наступне запитання: «Чому?».

З допомогою викладача фізики студенти поступово приходять до висновку про те, що сніг має погану теплопровідність, а це пояснюється його внутрішньою будовою. Кожен студент відразу дає відповідь про те, що сніг легкий і пухкий, а це означає, що між частинками снігу міститься повітря, яке є поганим провідником тепла. Птах дихає, таким чином нагріває у своїй схованці повітря. При цьому відбувається нормальний теплообмін організму з навколишнім середовищем, що забезпечує вибір місця з необхідною температурою.

Після цього запитуємо студентів про явище терморегуляції у тваринному світі: «Чим пояснюється різновидність волосяних покривів тварин, або наявність їх підшкірного жирового шару?» Наводимо студентам приклади залежності щільності і форми волосяного покриву на тілі тварин від фізичних факторів впливу: від температури (грубе остьове волосся у дикого кабана, густий і довгий у тварин холодного клімату); від вологості (густе підшерстя у видри річкової); від випаровування для регулювання температури, або терморегуляції (голки у дикобразів).

У навчальному підручнику «Біологія лісових звірів і птахів» відсутній матеріал, що стосується значення явища випаровування для тварин. Тому основним завданням при розкритті цього питання є використання на заняттях матеріалу спецдисципліни знань, котрі отримали студенти на заняттях фізики. Розгляд питання «*Випаровування в житті тварин*» розпочинається з вивчення процесу випаровування. Для цього використовуємо визначення про те, що: *пароутворення, яке відбувається з вільної поверхні рідини, що межує з газоподібним середовищем або вакуумом, називається випаровуванням*. Студентам задаємо питання: «*Від чого залежить швидкість випаровування?*». Більшість з них назвають:

- *температури рідини;*
- *площі вільної поверхні рідини.*

Окремі студенти назвають ще й:

- *роду рідини;*
- *густини пари над поверхнею рідини;*
- *зовнішнього тиску на поверхню рідини.*

Викладач фізики говорить про те, що під час випаровування тіло тварин покидають молекули з досить великою кінетичною енергією, тобто воно (тіло) охолоджується. Підвищення кінетичної енергії залежить від значення абсолютної температури:

$$E_k = \frac{3}{2} kT ,$$

де  $k$  – стала Больцмана;

$T$  – абсолютна температура.

Пригадуємо, що називають абсолютною температурою, вираз для перетворення температури Цельсія у абсолютну температуру. Наголошуємо на тому, що внутрішню енергію тіла становить сума кінетичної і потенціальної енергії всіх його молекул. Тому випаровування – це найбільш легко регульований спосіб зменшення внутрішньої енергії тіла. Для терморегуляції організму важливу роль відіграє потовиділення, яке забезпечує температуру тіла

тварин сталою, наприклад у літню пору року (у спеку).

Повідомляємо студентам про те, що одним з абіотичних чинників, або чинників неживої природи, є вологість. Даємо студентам завдання опрацювати параграф «Вологість повітря» підручника з фізики [49]; [50]; [51]; [69] і ознайомитися (для окремих студентів це буде повторенням раніше вивченого в школі матеріалу) з основними поняттями: «*вологість*», «*абсолютна та відносна вологість*», «*гігрометр*». Вплив вологості на поширення звірів не такий помітний. Для тваринного світу несприятливе як дуже сухе повітря, так і занадто вологе. Лише невелика частина звірів з голою шкірою або з рідким волосяним покривом негативно реагує на низьку вологість. Більшість звірів живе при різній вологості. Пристосування до вологості окремих видів тварин зумовлюється їх поширенням. Наприклад, поширення вовків, лисиць в різних природних зонах вказує на те, що вони переносять великі коливання вологості.

Наукове обґрунтування поняття явища змочуваності студентами зустрічається досить рідко і не в повній мірі. Для студентів викладач фізики пропонує виконати таке завдання: *Як ви розумієте приказку: «Як з гуски вода»*. Більшість студентів роблять висновок про те, що гуска є водоплавним птахом, пір'я яких не змочується водою. Така відповідь була не обґрунтованою. Виникає нове запитання: «*Чому пір'я водоплавних птахів не змочується у воді?*» – це завдання стало для студентів більш складним. Для його вирішення викладач фізики пропонує студентам пригадати основні положення молекулярно-кінетичної теорії:

*– усі види речовин складаються з молекул (в тому числі вода і пір'я), між якими є міжмолекулярні проміжки;*

*– молекули в будь-якій речовині безперервно і хаотично рухаються;*

*– на невеликих відстанях між молекулами діють сили притягання і відштовхування (сили взаємодії між молекулами).*

Звертаємо увагу студентів на останньому положенні і застосовуємо його для пояснення змочуваності водою пір'я водоплавних птахів, та незмочуваності пір'я окремих свійських. Вода – це рідина, а пір'я – тверде тіло. Отож, за

першим положення молекулярно-кінетичної теорії і рідина, і пір'я складаються з молекул. Як повторення, даємо студентам визначення (якщо вони самі цього не зроблять) змочуваної і незмочуваної рідин: якщо молекули рідини притягуються одна до одної слабше, ніж до молекул твердої речовини, то рідину називають *змочуваною*. Студенти роблять висновок про те, що сили взаємодії між молекулами води слабші ніж до молекул пір'я окремих свійських птахів. У випадку незмочуваності пір'я водоплавних птахів водою більшість студентів вказують на те, що молекули води сильніше взаємодіють одна з одною, ніж з молекулами твердого тіла (пір'я). Тобто, це вказує на те, що в цьому випадку вода є незмочуваною. Дане пояснення не в повній мірі є вірним як для майбутнього фахівця лісової галузі. Перед студентами виникає нове запитання: *«Чому в першому випадку пір'я було змочене водою, а в другому – ні?»*. Викладач біології мисливських звірів і птахів пояснює особливості будови птахів в тому числі, говорить про те, що *догляд за оперенням полягає у змащуванні його секретом куприкової залози – «пудри»*. *Із шкірних залоз у птахів розвивається лише куприкова, яка розміщена в основі хвоста і добре розвинена у водоплавних птахів. Постійне змащування пір'я секретом цієї залози (жирові виділення) надає йому сталої форми та захищає від намокання*. Студенти приходять до висновку про те, що молекули води сильніше взаємодіють одна з одною, ніж з молекулами жиру, яким змащене пір'я водоплавних птахів, до яких належить і гуска. Завдяки незмочуваності пір'я водоплавних птахів підвищується їх «запас плавучості».

Отже, для компетентнісної підготовки майбутніх фахівців лісового господарства при вивченні теми «Пристосування тварин до різних кліматичних умов існування. Сезонні зміни зовнішніх покривів» ми розробили методику інтегрованого заняття з використанням взаємозв'язків фізики, ґрунтознавства та біології мисливських звірів і птахів.

Тому, завдяки розробленій методиці проведення інтегрованого заняття спрямоване на уникнення тих навчальних прогалин, які були допущені при вивченні фізики, формування цілісного уявлення про об'єкт вивчення, отже,

формування системи інтегрованих знань з фізики і спецдисципліни, у максимально можливій мірі реалізуються міжпредметні зв'язки для досягнення мети професійної підготовки майбутніх фахівців лісового господарства, котрі отримують якості компетентності під час навчання у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

#### **2.4. Використання інтерактивних методів навчання у процесі професійної підготовки студентів на заняттях фізики**

Використання найбільш ефективних методів навчання при проведенні занять фізики для становлення спеціалістів лісгосподарської галузі відіграє значну роль. Одним із засобів підвищення ефективності навчання є заняття з використанням інтерактивних технологій при вивченні ПОД у освітніх лісових навчальних закладах I-II рівнів акредитації [139].

З розвитком суспільства в усіх сферах виникає необхідність формування у студентів вміння творчо мислити, швидко орієнтуватися і приймати рішення у складних ситуаціях, застосовувати свої знання у цілком нових умовах. Вирішення цих завдань пов'язане з навчально-виховним процесом. Саме навчальний процес відбувається за умов постійної активної взаємодії всіх студентів, де студент і викладач є рівноправними, рівнозначними суб'єктами навчання. Викладач виступає лише в ролі організатора, лідера групи студентів [212]. Організація інтерактивного навчання передбачає моделювання життєвих ситуацій, використання рольових ігор, спільне вирішення проблем. Головною ідеєю застосування інтерактивних методів є:

- активізація розумової діяльності студентів;
- активізація опорних знань;
- індивідуалізація навчального процесу;
- надання можливості самостійного осмислення студентами значення отриманих знань для використання їх на практиці.

I.В. Малафійк [110] виділяє такі характеристики істотних ознак технологій

навчання:

1. Діагностичність цілей навчання та результативність. Ця ознака передбачає гарантоване досягнення цілей навчання, тобто граничну, або майже граничну в даних умовах результативність.

2. Економічність. Вона виражає якість педагогічної технології, яка забезпечує досягнення запланованих результатів, оптимізацію праці викладача, а також резерв навчального часу.

3. Вся послідовність дій легко повторюється і відтворюється викладачем у будь-якому навчальному закладі. Кожен прийом і етап роботи строго обґрунтований і не може бути заміненим іншим. Принципи роботи мають однозначний зміст – порушення одного з них погіршує кінцевий результат роботи.

4. Коректування передбачає можливість оперативного зворотного зв'язку, оцінки ступеня досягнення цілей навчання і внесення адекватних коригуючих впливів.

Інтерактивні технології – різновид активних методів навчання, які найбільше відповідають особистісно зорієнтованому підходу до навчання і дають можливість забезпечити глибину вивчення змісту. Студенти опановують усі рівні пізнання (знання, розуміння, застосування, аналіз, синтез, оцінку). Тому і виникає необхідність використовувати ефективні методи навчання зі студентами при проведенні різних видів занять, а також в позааудиторній роботі [138].

На занятті викладач використовує принципи диференційованого та індивідуального підходів до студентів, проблемний метод навчання.

Сучасна система навчання вимагає від викладача охоплення великого обсягу інформації й орієнтована на рівні знань студентів та їх розуміння. Тому перед викладачем на заняттях стоїть непросте завдання у вирішенні цих питань. Педагог вимагає від студентів думати, розуміти сутність речей, осмислювати ідеї, трактувати їх і застосовувати в конкретних умовах [138].

Особистість студента розглядається не ізольовано, а як складова частина

освітянської галузі. На цій основі формуються основні принципи педагогічної взаємодії та забезпечується їх реалізація в навчальних планах, програмах, методах навчання та виховання [2].

Щоб досягти на занятті поставленої мети, викладач використовує різноманітні методи, прийоми, засоби, тобто використовується комплекс, що складається із:

- розробленого набору моделей навчання;
- засобів оцінки для коригування та вибору оптимальних методів, прийомів навчання для конкретної ситуації;
- запланованих результатів.

Тому можемо узагальнити, що технологія інтерактивного навчання – така організація навчального процесу, яка передбачає участь кожного у процесі пізнання: або студент має конкретне завдання, за виконання якого він повинен відзвітуватися, або від його діяльності залежить якість виконання поставленого перед групою завдання. Такі технології охоплюють результат навчання, окремі інтерактивні методи і прийоми, що стимулюють процес пізнання, а також умови й процедури, за допомогою яких можна досягти запланованих результатів. Такі технології визначають кінцевий результат [139].

Серед інтерактивних технологій, які є найбільш ефективними під час професійно-орієнтованого навчання, слід виокремити такі методи як *«Коло знань»*, *«Мікрофон»*, *«Навчаючи – вчуся»* [139]. Метою методу *«Коло знань»* є залучення всіх учасників у дискусію. Він дозволяє уникнути ситуації, коли перша мікрогрупа, що виступає перед всією навчальною групою, подає всю інформацію з проблеми. Такий варіант проведення заняття допомагає:

- активізувати розумову й пізнавальну діяльність студентів;
- створити умови для творчості та самостійності студентів;
- дати студентам можливість стати значущим суб'єктом навчання;
- побачити розмаїття думок та уявлень про тему заняття й організувати роботу з його створення;

- залучити студентів з різним рівнем підготовки з певного предмета, організувати роботу з урахуванням їхнього досвіду і знань.

Розроблена і запропонована нами методична система передбачає використання інтерактивних методів навчання у процесі підготовки майбутніх лісівників на заняттях з фізики.

Підготовка до інтегрованого заняття з використанням інтерактивних методів навчання розпочинається заздалегідь. Для початку оголошуємо тему та мету майбутнього заняття. Даємо можливість студентам самостійно визначити ті навчальні спецдисципліни, де, на їх думку, має місце навчальний матеріал з фізики.

Студентський колектив розділяємо на мікрогрупи по 5-6 чоловік в кожній. Кожна з утворених мікрогруп заздалегідь готує теоретичний матеріал та запитання, що стосуються того чи іншої спецдисципліни: ґрунтознавство, деревинаознавство і лісове товарознавство, лісівництво, мисливствознавство, фізіологія рослин. Тобто, вибір падає на ті предмети, що є основними на кожному курсі навчання в лісових ВНЗ I-II рівнів акредитації:

I-й рік навчання – **фізика**;

II-й рік навчання – **ґрунтознавство, мисливствознавство**;

III-й рік навчання – **деревинаознавство, лісівництво**;

IV-й рік навчання – **лісівництво** (*продовження курсу вивчення*),

**фізіологія рослин.**

Для того, щоб заздалегідь підготувати інформацію, кожен студент повинен провести аналіз навчальної літератури лісогосподарських дисципліни і вибрати той матеріал, вивчення якого відбуватиметься на основі законів фізики, або містить фізичні процеси та фізичні терміни, що стосуються теми заняття. При проведенні такого заняття участь беруть всі студенти групи.

Як приклад використання цього методу є проведення інтегрованого заняття на тему: **«Водяна пара в атмосфері. Абсолютна і відносна вологість повітря. Точка роси. Роль водяної пари та вологості повітря в природі».**

**Мета інтегрованого заняття:** засвоїти та закріпити знання з теми:



**«Водяна пара в атмосфері. Абсолютна і відносна вологість повітря. Точка роси. Роль водяної пари та вологості повітря в природі»**; розкрити значення і роль водяної пари та вологості в природі; залучити студентів до самостійної роботи; розвивати пізнавальний інтерес до предмета та до обраної спеціальності; формувати інтерес до здобуття знань; розвивати бажання застосовувати набуті знання при вивченні спецпредметів.

Для кращого засвоєння матеріалу курсу фізики та його ролі в природі (лісовому господарстві) ми використовуємо на занятті МПЗ з лісогосподарськими спецдисциплінами. На початку заняття даємо можливість студентам самостійно прочитати декілька речень параграфа *«Вологість повітря»* підручника *«Фізика-10»*, з яких стане відомо, що *в атмосфері Землі внаслідок різноманітних випаровувань міститься величезна кількість водяної пари, особливо в нижніх до її поверхні шарах. Наявність водяної пари в повітрі є необхідною умовою існування життя на Землі. Для тваринного і рослинного світу несприятливе як дуже сухе повітря, так і занадто вологе.* З останнього речення робимо висновок про значення вологості в природі, а особливо у лісовому господарстві.

Узагальнюємо і вводимо поняття *«вологість повітря»*, *«абсолютна вологість»*, *«відносна вологість»*, *«точка роси»*. Ознайомлюємо студентів із приладами для визначення вологості повітря: психрометром, гігрометром.

Пропонуємо студентам самостійно вибрати головуючого, який перераховує навчальні підручники спецдисциплін, а також інші джерела інформації, з якими працювали члени мікрогрупи при підготовці до заняття.

Основним джерелом отримання інформації була навчальна література лісогосподарських дисциплін і попередні індивідуальні консультації, що були надані студентам викладачами професійно-орієнтованих лісогосподарських дисциплін.

Ми отримали такі мікрогрупи:

- мікрогрупа лісознавців та мисливствознавців;
- мікрогрупа фізіологів;

- мікрогрупа деревинознавців;
- мікрогрупа метеорологів;
- мікрогрупа ґрунтознавців.

Кожна мікрогрупа робить на занятті повідомлення про роль водяної пари та вологості повітря в природі (в лісовому господарстві), які викликають у решти студентів цікавість і виховують пізнавальний інтерес до фізики та обраної спеціальності.

**Мікрогрупа фізіологів рослин.** Для захисту рослин від приморозків застосовують різні способи, спрямовані на підтримання температури вище тієї, що шкідлива для рослин. З цією метою зменшують нічне променевипромінювання. Наприклад, створюють димовий покрив, для чого спалюють вологий палий матеріал – навіз, сиру соломку, листя, дерен або спеціальні димові шашки. Вогнища розводять з боку вітру.

Збільшення вологості повітря також є заходом проти приморозку, для чого в садах розставляють діжки та інші посуд з водою. При підвищенні вологості повітря конденсація водяної пари у вигляді туману чи роси супроводжується виділенням теплоти пароутворення і сповільненням охолодження ґрунту та нижніх шарів повітря. В особливих випадках, для збереження цінних культур на невеликому просторі, застосовують зрошення ґрунту теплою водою або нагрівання спеціальною системою грілок.

Вирішальну роль в інтенсивності випаровування вологи з рослин відіграє дефіцит вологості.

У житті рослин вологість повітря має велике значення. Знижений процент відносної вологості повітря спричиняє посилене випаровування води як з поверхні ґрунту, так і безпосередньо рослинами. Сильне випаровування швидко і непродуктивно висушує ґрунт, що призводить до посухи. Дуже низькою вологістю характеризуються такі небезпечні й шкідливі для сільськогосподарських культур явища, як суховії. При суховіях відносна вологість повітря не перевищує 50%, а в деяких випадках падає навіть до 10%, рослини втрачають дуже багато води і внаслідок висихання можуть загинути.

*У кращому випадку дія суховію призводить до того, що листя рослин в'яне. Зерно при таких умовах стає порожнім або щуплим. Нарешті, сухе повітря не сприяє росту та розвитку рослин. Через те спостереження за вологістю повітря протягом всього вегетативного періоду розвитку рослин має істотне значення.*

*Висока вологість повітря затримує цвітіння рослин, погіршує умови запилення, дозрівання плодів і насіння, перешкоджає розкриттю шишок і випаданню плодів. Крім того, вона сприяє виникненню і розвитку грибкових та бактеріальних захворювань рослин.*

*Значення відносної вологості відіграє важливу роль не тільки в атмосферних явищах. Її потрібно враховувати і під час збереження насіння та овочів (буряк, морква, картопля). При низькій відносній вологості коренеплоди в'януть, а високий відсоток вологості спричиняє проростання та різні захворювання овочів та інших плодів.*

*Важливим елементом для нормального росту і розвитку рослин у парниках є створення відповідного мікроклімату. Тобто підтримання заданої температури повітря й ґрунту, вологості повітря, а також відповідного вмісту вуглекислого газу в цьому повітрі.*

**Мікрогрупа деревинознавців.** *Маса стовбура складається з деревини, води і повітря, вміст якого за масою незначний. Вода в деревині стовбура міститься в клітинних оболонках, заповнює клітинні і міжклітинні порожнини.*

*Вологістю деревини називають виражену у відсотках кількість води, що міститься в ній, у відношенні до її маси. Це відношення може бути у відсотках до маси абсолютно сухої деревини  $m_0$  або до її маси при певній вологості  $m_w$ .*

*Абсолютна вологість деревини – це відношення маси води до маси сухої деревини.*

*Відносна вологість деревини – це відношення маси води до маси вологої деревини.*

*Для визначення вологості деревини використовуються електровологоміри (рис. 2.6) – прилади, які базуються на чіткій залежності*

між вологою і електричними параметрами деревини та вимірюють електропровідність деревини.

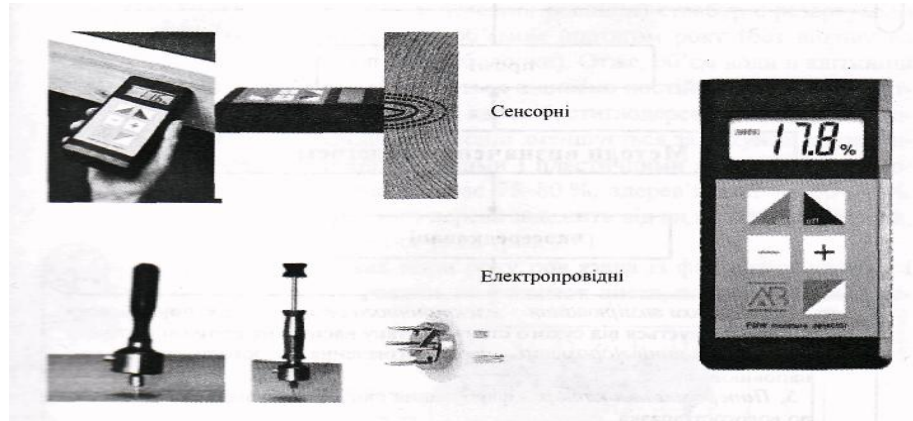


Рис. 2.6. Типи електровологомірів

Для кращої ефективності підготовлені малюнки кожна мікрогрупа проектує на екран за допомогою мультимедійного проектора.

**Мікрогрупа лісознавців та мисливствознавців.** Вологість повітря має важливе значення і для лісу. Причому негативний вплив здійснює як низьке (нижче 30%), так і дуже високе (понад 80%) значення відносної вологості. В період з низькою відотною вологістю і високою температурою різко підвищується випаровування. Джерелами вологи у лісі є: атмосферні опади, конденсаційні опади, ґрунтова волога, підґрунтові води, ріки та інші водойми. Від того, наскільки деревні рослини забезпечені вологою, залежить стійкість лісових насаджень, їх продуктивність, саме існування лісу.

Протягом більшої частини історії живої природи органічний світ був представлений виключно водними формами організмів. З виходом на сушу вони не втратили залежності від води. Достатньо сказати, що вода є складовою частиною тіла живих організмів. Для нормального існування багатьох тварин і рослин необхідна відносна вологість 100%. Втрата більшої частини води – обезводнює організм і призводить до загибелі представників різних видів тварин і рослин.

**Мікрогрупа метеорологів.** В атмосферному повітрі міститься водяна пара, внаслідок випаровування води з вільних поверхонь відкритих водоймищ.

*Вміст водяної пари у повітрі суттєво впливає на життєдіяльність живих організмів (рослин, тварин, людини).*

*Три чверті Землі складають моря і океани, ще п'ята частина суші вкрита водою у твердому стані – льодом і снігом. Вся ця вода випаровується. Тому до складу повітря завжди входить водяна пара. Водяна пара невидима. Туман, роса з'являються при температурі, що називається точкою роси. Важливо вміти визначати точку роси, за якою передбачають весняні та осінні заморозки, що наносять шкоду рослинам, знищують врожаї. Передбачення заморозків за точкою роси ґрунтується на фізичних закономірностях. Під час конденсації водяної пари виділяється велика кількість теплоти і подальше зниження температури припиняється. Як правило, температура нижче за точку роси не опускається.*

**Мікрогрупа ґрунтознавців.** У ґрунтоутворенні, особливо при формуванні родючості, до найважливіших біофізичних реагентів належить вода. Джерелами ґрунтової води є атмосферні опади, підземні води, пароподібна конденсована волога. Кількість вологи, що потрапляє в ґрунт, залежить від клімату, рельєфу, типу рослинності, гідрологічних умов. Вологість ґрунту вираховують за формулою, яка наведена у посібнику [89, с. 71].

$$W = \frac{m}{c} \cdot 100\%$$

де  $m$  – маса води,  $c$  – маса абсолютно сухого ґрунту.

*В залежності від фізичного, хімічного стану та сил, які утримують воду в ґрунті, розрізняються такі форми ґрунтової вологи:*

- хімічно зв'язана вода;*
- пароподібна форма вологи;*
- гігроскопічна вода;*
- капілярна вода;*
- плівчаста вода;*
- гравітаційна вода.*

Після виступу з повідомленнями кожної з мікрогруп пропонуємо

студентам об'єднатися в нові мікрогрупи, які будуть пропонувати по одному представнику з попередніх мікрогруп у створенні нових, тобто ми отримаємо змішані мікрогрупи. Даємо можливість мікрогрупам декілька хвилин попрацювати самостійно: обмінятися навчальною інформацією з даної теми, поставити запитання один одному і, дискутуючи, прийти до спільного висновку.

Пропонуємо студентам повернутися до попереднього складу мікрогруп і самостійно провести обмін отриманою інформацією, після чого надаємо можливість кожному студенту швидко по черзі дати відповідь на запитання, використовуючи «символічний» мікрофон (інтерактивний метод навчання «Мікрофон»):

Запитання, яке стосується теми заняття в цілому:

1. *Які фізичні поняття, що стосуються даної теми, ви запам'ятали?* (повітря, вода, вологість, вологість повітря, абсолютна вологість, відносна вологість, максимальна вологість, пара, водяна пара, насичена пара, психрометрична таблиця, психрометр, гігрометр, волосяний гігрометр, термометр, вологий термометр, сухий термометр, точка роси, парціальний тиск).

Запитання, міжпредметного змісту, що стосуються теми заняття:

1. *Назвіть відомі вам лісогосподарські дисципліни?*
2. *Назвіть лісогосподарські дисципліни, в яких використовується даний навчальний матеріал курсу фізики?*

В основному студенти, даючи відповідь на останнє запитання, називають ті спецдисципліни, які згадувалися на занятті: ґрунтознавство, біологія мисливських звірів і птахів, деревинознавство і лісове товарознавство, лісівництво, метеорологія, фізіологія рослин.

Для закріплення знань студентів викладач пропонує для всього колективу студентів у групі декілька запитань, що стосуються теми заняття:

1. *Яке значення вологості повітря для рослин і тварин?*
2. *Чому можна говорити, що живі організми – це одушевлена вода?*
3. *Чому маленькі комахи не можуть рано-вранці злетіти?*
4. *Увечері при температурі 29 °C відносна вологість повітря становить 60%.*

*Чи випаде вночі роса, якщо температура ґрунту знизиться до  $15^{\circ}\text{C}$ ?*

*5. Над поверхнею, площа якої дорівнює  $5\text{ км}^2$ , шар повітря у  $1000\text{ м}$  має температуру  $20^{\circ}\text{C}$  і відносну вологість  $73\%$ . Повітря охолodилося до  $10^{\circ}\text{C}$ . Визначте масу дощу, який випав, і товщину шару опадів на поверхні землі.*

*6. Щоб проросло насіння огірків і динь, у теплиці треба підтримувати температуру  $30^{\circ}\text{C}$  і відносну вологість  $90\%$ . Чи виконається ця умова, якщо вологий термометр психрометра показує  $29^{\circ}\text{C}$ , а сухий –  $30^{\circ}\text{C}$ ?*

В експериментальних групах ми проводимо заняття з використанням інтерактивного методу навчання «**Навчаючи – вчуся**» та залученням викладачів-спецпредметників. Застосування цього методу навчання дає змогу підкреслити значення теми «**Водяна пара в атмосфері. Абсолютна і відносна вологість повітря. Точка роси. Роль водяної пари та вологості повітря в природі**» при подальшому вивченні спецдисциплін. Викладачі спецдисциплін і фізики на занятті виступають у ролі консультантів та можуть доповнювати відповіді студентів.

Свою роботу з використання інтерактивних методів навчання фізики і лісівничих дисциплін ми організуємо таким чином:

- повідомляємо тему заняття;
- розділяємо студентів на мікрогрупи. Кожна мікрогрупа складається з 4-х студентів;
- кожній мікрогрупі повідомляємо міжпредметний напрям навчання (взаємне вивчення фізики і окрема спецдисципліна): фізика – ґрунтознавство, фізика – деревиназнавство і лісове товарознавство, фізика – лісівництво, фізика – метеорологія, фізика – фізіологія рослин, фізика – біологія мисливських звірів і птахів;
- даємо можливість студентам декілька хвилин попрацювати з навчальними підручниками фізики та спецдисциплін для виокремлення міжпредметного матеріалу;
- студенти спочатку використовують знання з фізики, а потім, з допомогою

викладача спецдисципліни «переносять» фізичні поняття у видозмінені умови – на мову спецдисциплін. Відповіді можуть доповнювати викладачі лісогосподарських дисциплін і фізики.

Для обміну отриманими під час роботи у початкових мікрогрупах знаннями створюємо *перехресні групи* з одночасним застосуванням інтерактивного методу навчання «**Навчаючи – вчуся**»: по одному студенту з кожної мікрогрупи переходять до інших мікрогруп для обміну результатами своєї роботи у початковій мікрогрупі. Наприклад: один зі студентів, які отримали знання з предмету «*Грунтознавство*» переходить у мікрогрупу, де відбувалося використання навчального матеріалу з елементами МПЗ фізики та іншої лісогосподарської дисципліни. Цей процес продовжується доти, поки кожний зі студентів не повернеться до своєї первинної мікрогрупи.

На завершальному етапі даємо можливість студентам-першокурсникам навести приклади застосування фізичного матеріалу при вивченні лісівничих спецдисциплін. При цьому корисними є відповіді на запитання, що представлені у додатку Б.2.

Завдяки методу інтерактивного навчання «**Мікрофон**» студенти-першокурсники ознайомляться з поняттями лісогосподарських дисциплін: *вологопоглинання деревини, адсорбація, сорбція, десорбція, розбухання деревини, вологоємність ґрунту, пластичність ґрунту, прилипання ґрунту, набухання ґрунту, спілість ґрунту, пароподібна форма вологи, адсорбована волога, гігроскопічна волога, ґрунтова волога, плівкова волога, продуктивна волога, волога, що просочується, вологість ґрунту, максимальна молекулярна вологоємність ґрунту, гігроскопічна вода.*

Таким чином, студенти завдяки використанню перспективних (фізика-лісогосподарські дисципліни) і випереджувальних МПЗ (лісогосподарські дисципліни-фізика) відповідно отримують ширші знання із спецдисциплін на базі навчального матеріалу з даної теми фізики.

Отже, завдяки різноманітного підходу до процесу навчання майбутніх лісівників з використанням сукупності інтерактивних методів навчання, які були



використані на занятті з фізики і позааудиторній роботі з фізики, та МПЗ фізики і лісогосподарських спецдисциплін було досягнуто навчальної мети, котра була сформована на початку вивчення теми заняття (с. 112 дисертаційного дослідження), а основне, підготовка компетентнісного фахівця для лісового господарства.

## **2.5. Задачі з біофізичним змістом як метод взаємного вивчення фізики з лісогосподарськими дисциплінами у пропонованій методичній системі**

Різноманітність проявів фізичних закономірностей у живій природі відкриває необмежені можливості застосування на заняттях фізики біофізичного матеріалу. Залучення біофізичного матеріалу сприяє кращому засвоєнню курсу фізики, розширює загальний світогляд студентів, допомагає формувати науковий світогляд, розширює й поглиблює пізнавальний інтерес.

Одією із складових методичної системи навчання студентів фізики зі спецдисциплінами у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування є розв'язування задач. Розв'язування задач з фізики – це творча праця, яка допомагає студентам глибше пізнати закони цієї науки, пов'язує теорію з практикою, фізику з іншими дисциплінами лісогосподарського циклу, розвиває логічне мислення, кмітливість студентів, формує у них компетенції з широкого практичного застосування набутих знань, умінь і навичок.

Для лісових ВНЗ I-II рівнів акредитації визначаємо такі дидактичні функції задач:

- пізнавальна;
- конструктивна;
- систематизуюча.

Велику роль в ознайомленні з елементами лісівничих дисциплін відіграють задачі, пов'язані з фізикою живої природи. Ці задачі повинні задовільняти наступні вимоги: стосуватися матеріалу, що вивчається в курсі

фізики, показувати практичне застосування фізичних закономірностей в лісогосподарських дисциплінах. Задачі з фізики живої природи в лісових навчальних закладах виконують профорієнтаційну функцію і виступають підтвердженням того, що закони фізики мають важливе значення не тільки для явищ неживої природи, але й для живих організмів.

Задачі з фізики живої природи різноманітні за змістом і дидактичними цілями. Їх розв'язування формує стійкі мотиви пізнавальної діяльності, породжує прагнення до самостійного пошуку знань, підвищує рівень теоретичної підготовки, творче застосування набутих знань і навичок у змінних умовах (нестандартних, життєвих ситуаціях). Це пояснюється тим, що пошук шляхів раціонального розв'язування задачі виробничого (профорієнтовного) характеру припиняється після знаходження результату. Характерною ознакою навчальної задачі є те, що її умову не можна змінювати, а це звужує діапазон пошуку варіантів розв'язування. Умову виробничої (профорієнтовної) задачі можна не раз перебудувати для знаходження раціонального результату.

При розв'язуванні більшості фізичних задач явища, що відбуваються насправді, значною мірою спрощують, наприклад, не враховуючи сили тертя, сили протидії тощо. Досить серйозні спрощення необхідні і при розв'язуванні задач, пов'язаних із живими об'єктами. При цьому треба бути обережним, щоб не допустити помилкового трактування біологічного процесу.

Нами в навчальному процесі були використані такі типи задач:

- задачі – вправи, спрямовані на формування певних навичок і вмінь, а також на закріплення у пам'яті формул, законів тощо;
- задачі на з'ясування суті явищ, подій, процесів;
- задачі на широке перенесення способів діяльності в нові умови, що сприяють формуванню творчих здібностей студентів;
- задачі-комплекси на узагальнення і систематизацію знань, навичок і вмінь з певного предмета (фізики) або синтезування знань з кількох навчальних дисциплін (професійно-орієнтованих лісогосподарських).

На заняттях фізики ми розглянули задачі з біофізичним змістом для різних

розділів фізики.

**Механіка.** При вивченні основ механіки повідомляємо або отримуємо в процесі розв'язуванні задач значення швидкості росту деяких рослин, рух тварин тощо. Ці значення дуже цікаві: наприклад, швидкість меч-риби досягає 130 км/год (це в декілька разів більше швидкості підводного човна), сокіл може розвинути швидкість 360 км/год, леопард – 110 км/год, а черепаха переміщується зі швидкістю приблизно 0,7 км/год, дощовий черв'як і того менше – 0,005 км/год. Цікаві також механічні властивості тканин живих організмів. Так, завдяки раціональній трубчастій будові великої берцевої кістки людини міцність її на розтягах майже дорівнює міцності чавуну. Відмінні пружні властивості має м'язова тканина – еластичність м'язів краща, ніж у деяких видів гуми. Енергетичні можливості людського організму також спроможні здивувати: потужність, яку, скажімо, розвивають кращі штангісти, можна порівняти з потужністю легкового автомобіля, а серце людини, як підраховано, протягом життя виконує роботу, якої вистачило б, щоб підняти на Монблан (найвища вершина Європи) цілий потяг.

Багато живих організмів використовують принцип гідродинаміки. Наприклад, удосконалені гідродинамічні механізми, призначені для переміщення, є в морських зірок та їжаків. За рахунок підвищення тиску рідини відбувається розгинання кінцівок у павуків.

Для деяких істот особливо важливу роль відіграють явища незмочуваності, яскравий приклад тому – водомірка. На кінці її ніжок розміщені незмочувані водою волосинки, тому вона не «провалюється» у воду. Але якщо на її шляху зустрінеться речовина з меншим, ніж у води, поверхневим натягом (крапля гасу чи масла), водомірка провалиться.

Деякі тварини мають неабиякі аеродинамічні якості. Як приклад можна назвати білку-летягу. Завдяки розтяжній складці між кінцівками ця тварина може збільшувати площу свого тіла до 200 см<sup>2</sup> і пролітати в повітрі до 15 м. При цьому вона може вільно змінювати напрям польоту, повертати під прямим кутом, робити петлі та інші фігури “пілотажу”.

Наведемо приклад розв'язання задачі з механіки, використовуючи МПЗ фізики і лісівничих дисциплін: *«Знайдіть масу хвойної деревини, якщо її об'єм дорівнює 5 м<sup>3</sup>»*. Для актуалізації знань просимо студентів перерахувати відомі їм хвойні дерева (сосна, ялина, ялиця, кедр, модрина), адже майбутні лісівники повинні знати їх перелік і про які тіла йде мова у фізичній задачі. Проводимо короткий запис умови задачі.

Дано:  $V=5\text{м}^3$ . Знайти:  $m$ .

Для визначення маси хвойної деревини використовуємо формулу:

$$m = \rho V$$

Відсутність числового значення густини викликає у студентів труднощі. Повідомляємо те, що як і рідини, газу, тверді тіла, в тому числі і деревина, має густину, яка при вивченні лісівничих дисциплін називається щільністю. Пропонуємо студентам знайти у підручнику спецдисципліни поняття щільності і порівняти його з густиною. Отримали, що *щільність – це відношення маси деревини, до її об'єму*. Це дає можливість зробити висновок про те, що практично ніякої різниці між щільністю і густиною немає.

Використовуючи таблицю густин деревних порід у навчальному підручнику дисципліни «Деревинознавство і лісове товарознавство», вибираємо густину запропонованої хвойної породи, або декількох із них. Отримали:

$$m = 520 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \text{ м}^3 = 2600 \text{ кг}$$

Відповідь: *маса хвойної деревини (сосна) об'ємом 5 м<sup>3</sup> дорівнює 2600 кг*.

Для закріплення знань студентів пропонуємо як домашнє завдання розв'язати задачу: *знайдіть густину червоного дерева, якщо його маса 50 т, а об'єм – 500 м<sup>3</sup>*.

Завдяки розв'язанню даної задачі студенти не тільки визначили масу деревини хвойної породи, але й отримали знання про густину деревини (щільність), вбачають необхідність використання навчального матеріалу лісівничої дисципліни для отримання підсумкового результату.

Велику роль у становленні спеціаліста лісової галузі відіграють задачі з

молекулярної фізики, адже молекулярно-кінетична теорія дає змогу пояснити чимало не лише фізичних, а й біологічних явищ (зміна агрегатного стану речовини, процеси дихання та живлення). При цьому розкривається взаємозв'язок різних форм руху матерії: механічної, теплової, біологічної. Знання молекулярно-кінетичної теорії пояснюють механізм усмоктування волосинками рослин поживних речовин з ґрунтового розчину. В результаті дифузії з ґрунтового розчину крізь мембрани корневих волосинок поступають поживні речовини. Якби тепловий рух частинок припинився, усе живе задихнулося б у найчистішому повітрі, загинуло б від голоду при існуванні найкращої їжі.

Як приклад розглянемо задачу. *Висота підняття води у стовбурах окремих деревних порід у 10 разів більша ніж у ґрунті. Визначте діаметр капіляра цієї деревної породи, якщо діаметр капіляра у ґрунті дорівнює 0,25 мм.*

Записуємо короткий запис задачі.

Дано:  $h_0 = 10h_2$ ,  $d_2 = 0,25$  мм,  $\sigma = 0,72$  Н/м,  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Знайти:  $d_0$ .

Розв'язування цієї задачі розпочинаємо з визначення поняття «капіляр». Запитуємо студентів про роль капілярів і капілярних явищ у природі: у ґрунтах, у деревині, у будівництві. Приходимо до висновку про те, що є ґрунтові і деревні капіляри. Використовуємо матеріал ґрунтознавства для визначення поняття ґрунтовий капіляр – система зв'язаних ґрунтових пор дрібного діаметру; матеріал деревинознавства і лісового товарознавства – це пори в деревині дрібного діаметру. Визначаємо, що спільним між цими визначеннями є те, що і у ґрунті, і у деревині капіляри – це пори дрібного діаметру. На заняттях з фізики було сказано, що капіляр – це трубки діаметром меншим за діаметр волосини.

Записуємо математичний запис виразу для визначення висоти підняття або опускання рідини в деревних і ґрунтових капілярах:

$$h_{\Gamma} = \frac{2\sigma}{\rho g r_{\Gamma}} \text{ і } h_{\Delta} = \frac{2\sigma}{\rho g r_{\Delta}}$$

Для визначення діаметру потрібно знайти радіус капіляра.

$$r_{\Gamma} = \frac{2\sigma}{\rho g h_{\Gamma}} \text{ і } r_{\Delta} = \frac{2\sigma}{\rho g h_{\Delta}}$$

Знаходимо радіус капіляра у ґрунті:  $r_r = \frac{d_r}{2} = \frac{0,25 \text{ мм}}{2} = 0,125 \text{ мм}$

Складаємо відношення і обраховуємо:  $\frac{r_r}{r_d} = \frac{2\sigma}{\rho g h_r} \cdot \frac{\rho g h_l}{2\sigma} = \frac{h_d}{h_r} = \frac{10h_r}{h_r} = 10$

$$r_d = \frac{r_r}{10} = \frac{0,125 \text{ мм}}{10} = 0,0125 \text{ мм}$$

Отже,  $d_d = 2 \cdot r_d = 2 \cdot 0,0125 \text{ мм} = 0,025 \text{ мм}$

*Відповідь:* радіус капіляра деревної породи дорівнює 0,025 мм, що менше за радіус ґрунтового капіляра.

Багато цікавого приховує в собі і “жива електрика”. Давно відомо, що подразнення, що передається нервами, – це імпульси електричного струму. Біоструми існують і в рослинах. У тваринному світі існують цілі підводні “електростанції”: африканський сом, американський вугор, морський скат. Напруга електричного струму, що виробляється сомами, досягає 400 В, а вуграми – 600 В. Є риби (їх близько 300 видів), які можуть викликати слабкі розряди (0,2 – 2,0 В), що використовуються ними для орієнтації. У нільського довгорила, наприклад, є спеціальний орган, чутливий до електрики. Викликаючи до 300 розрядів в 1 с, він створює поле, однорідність якого порушується при наближенні яких-небудь предметів. Подібні органи дають змогу багатьом тваринам знаходити поживу.

Приклад розв’язання задачі з використанням матеріалу лісівничих дисциплін.

Задача: Охарактеризуйте електричні властивості наданих зразків деревини, використовуючи електровологомір.

Розв’язання. Студенти навчальної групи розділяємо на підгрупи. Кожній з підгруп даємо по одному зразку деревини: сухий брусок сосни, брусок легко зволожений вільхи, брусок, котрий перебував у воді довгий час (дуб). Використавши вологомір, отримали такі результати: відсутність струму у сухому бруску, наявність незначного значення струму у легко зволоженому бруску, струм має числове значення, яке різко відрізняється від попередніх випадків. Отримали від студентів пояснення: значення наявності або вилучення струму у

деревині залежить від його зволоженості, адже вода є добрим провідником електричного струму. Свої результати студенти співставили з таблицею характеристик електричного опору деревини, яка дала змогу зробити висновок про те, що дійсно, вологість впливає на провідність деревини. Студенти, використавши на занятті з фізики матеріал цієї довідкової таблиці, самостійно ознайомилися про електричні властивості і провідність тих деревних порід, які є найбільш поширеними на Україні.

**Коливання і хвилі. Звук.** Не менш широко, ніж електрика, “представлені” в живій природі й інші розділи фізики. Наприклад, багато тварин використовують властивість звуку відбиватися від перешкод. Собака, який втратив зір, уже через декілька днів привчається орієнтуватися на слух і не нашттовхується на зустрічні предмети. Хвилеподібні рухи риби у воді створюють навколо неї ущільнення, що є джерелом акустичних хвиль. Відбиті від навколишніх предметів, ці хвилі сприймаються особливим органом чуття риби – бічною лінією на її тілі. Це дозволяє їй обминати перешкоди. За допомогою звукових хвиль орієнтуються птахи гуахаро, які проживають на островах Карибського моря: вони випромінюють звуки з частотою 7000 Гц. Кажани використовують принцип “ехолокації” ще й для пошуку корму. Вони, як і дельфіни, можуть не лише помітити здобич, але й встановити напрям і швидкість її руху. І кажани, і дельфіни використовують ультразвук (довжина хвилі 8,25 – 1,65 мм, частота 40 – 200 000 Гц). Залежно від умов “локатор” тварин працює в оптимальному режимі: протяжність і частота його імпульсів змінюються. В процесі еволюції деякі істоти, наприклад міль, яка є об’єктом промислу кажанів, набула здатність сприймати ці коливання за допомогою спеціального органу слуху.

Приклад задачі. Визначте назву деревини, коли швидкістю поширення в ній звуку вздовж волокон рівна 4890 м/с, а модуль пружності становить 11,0 ГПа.

Записуємо відомості про відомі величини:

Дано:  $E = 11 \text{ ГПа}$ ;  $C = 4890 \text{ м/с}$ . Знайти:  $\rho$ —?

Розв'язання. Пояснюємо студентам, що для твердих тіл характерною є густина – це величина, яка показує, яку масу матиме  $1 \text{ м}^3$  певної речовини. Деревина – тверда речовина, що теж має густину, яка називається при вивченні лісівничих дисциплін щільністю. У студентів виникають запитання про те, що у задачі немає ні маси деревини, ні її об'єму. Використовуємо робочу формулу  $C = \sqrt{E}/\sqrt{\rho}$  з підручника деревинознавство і лісове товарознавство. Пропонуємо студентам визначити густину (щільність) деревини. Провівши розрахунки, отримали що  $\rho = 4,6 \cdot 10 \text{ кг/м}^3$ . Для визначення назви деревини студенти використовують таблицю звукових характеристик деревини деяких порід. Отримують результат: ялиця.

Отже, використання задач міжпредметного змісту на заняттях фізики в лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації дозволяють краще закріпити в пам'яті студентів робочу формулу з фізики, показати застосування досліджуваного явища у явищах природи в лісовому господарстві, пояснити явища, котрі лежать в основі біологічних проявів за допомогою щойно вивченого фізичного закону, актуалізувати знання з фізики в процесі формування компетентнісних характеристик майбутнього лісівника.

## **2.6. Лабораторні роботи лісівничих дисциплін з елементами фізики**

Як вагомий компонент методичної системи взаємозв'язаного вивчення фізики і лісівничих спецдисциплін слугують лабораторні роботи. Вони забезпечують міцними знаннями студентів, створюють тісніший зв'язок загальноосвітніх предметів із професійною підготовкою майбутніх фахівців своєї справи. Методи вивчення фізики дають змогу зрозуміти і пояснити явища природи, а іноді й відкрити нові.

Лабораторні роботи міжпредметного змісту, запропоновані студентам лісових ВНЗ I-II рівнів акредитації, проводяться з метою розширення й закріплення знань, здобутих на заняттях фізики для подальшого їх використання при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін, сприяють здійсненню



всесвітнього підходу до вивчення явищ природи; забезпечують вищий рівень засвоєння природних явищ: капілярні, поверхневий натяг, вологість повітря, змочуваність тощо.

Крім того, проведення лабораторних робіт міжпредметного змісту дає можливість формувати науковий світогляд студентів та діалектичне мислення, раціональні методологічні підходи до пізнавальної і практичної діяльності; виховання екологічного мислення.

Використання МПЗ під час проведення як класних, так і домашніх лабораторних робіт формує гнучкість мислення, спостережливість, уміння користуватися методами аналогій і дедукції, аналізу й синтезу, робити висновки, порівняння та узагальнення.

Лабораторні роботи не тільки підвищують інтерес до фізики, але і є початковою стадією для обґрунтування теорії, слугують для перевірки теоретичних підсумків, для ілюстрації використання законів фізики на виробництві та формування важливих професійних знань, умінь і навичок у майбутній професійній діяльності фахівця.

Для проведення лабораторних робіт використовуємо фронтальний метод, при якому всі студенти на даному занятті виконують одну й ту саму роботу. Фронтальні роботи цінні тим, що виконуються паралельно з вивченням теоретичного матеріалу, а тому сприяють кращому його засвоєнню. Крім того, за цих умов значно простіше керувати проведенням робіт.

Наведемо приклади короткотривалих лабораторних робіт міжпредметного змісту на заняттях лісівничих дисциплін з елементами фізики; лабораторних робіт, які були виконані на позааудиторних заняттях фізики і лісогосподарських спецдисциплін.

У теоретичних відомостях подаємо матеріал міжпредметного змісту, який стосується безпосередньо обраного взаємозв'язку фізики та відповідної спецдисципліни.

У процесі взаємного вивчення фізики та деревинознавства і лісового товарознавства цікавою є лабораторна робота на тему «*Визначення об'ємів*

*стовбурів зрубаних дерев».*

**Навчальна мета:** експериментально визначити об'єми деревини стовбурів та окремих їх частин.

**Розвивальна мета:** розвивати пізнавальний інтерес до предмета.

**Виховна мета:** формувати інтерес до здобуття знань.

**Обладнання:** ксилометри, вода, деревина, гідростатичні ваги, посудина з відомим об'ємом.

Теоретичні відомості до цієї лабораторної роботи пов'язані із матеріалом міжпредметних зв'язків, а тому повідомляємо студентам, що об'єми деревних стовбурів можна визначити фізичними або стереометричними методами. Фізичні методи ґрунтуються на використанні законів фізики і дають можливість визначити об'єм стовбура точніше, інші – наближено.

Студенти з'ясовують кожен з методів. **Фізичні методи** ґрунтуються на використанні закону Архімеда, застосовуються звичайно для визначення об'ємів деревини неправильної форми (сучків, гілок, коренів тощо).

**Ксилометричний метод** заснований на відомому законі фізики, що тіло, занурене у рідину, витісняє її в об'ємі, що дорівнює об'єму зануреного тіла. При цьому методі використовуються ксилометри, у які занурюють деревину, об'єм якої треба визначити. Ксилометри бувають двох типів: зі сталим і змінним рівнями води. Це металева циліндрична посудина діаметром 50 см і висотою 2 м (рис. 2.7).

### **Виконання роботи**

1. Залити в прилад воду до верхнього рівня, після чого занурити деревину.
2. Зібрати в додаткову посудину витиснуту деревиною воду.
3. Визначити об'єм витиснутої води в посудину з відомим об'ємом.
4. Зробити висновок.

У ході виконання зазначеної лабораторної роботи для студентів цікавим є ще один з методів визначення об'єму деревини: **ваговий метод**, який заснований на іншому законі: *тіло, занурене в рідину, втрачає у своїй вазі стільки, скільки важить витиснута рідина.*

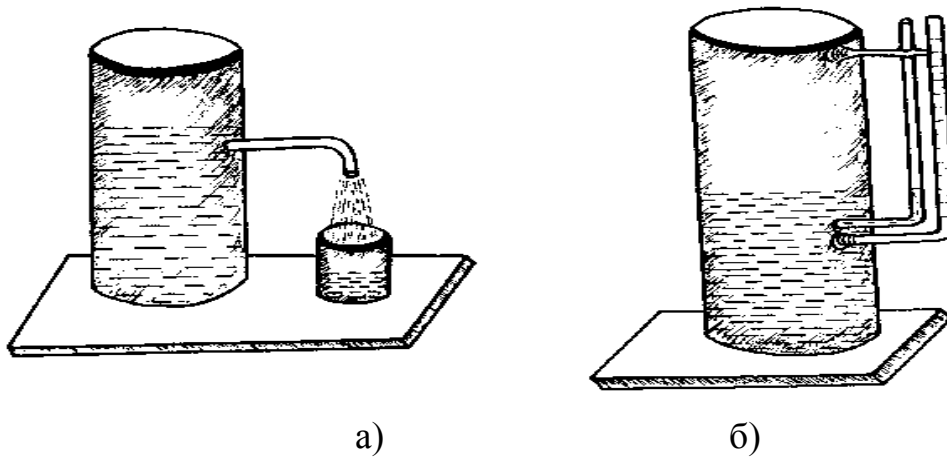


Рис. 2.7. Ксилометри зі сталим (а) і змінним (б) рівнями води

У ході виконання цієї роботи передбачається:

1. Зважити на гідростатичних вагах шматок стовбура деревини в повітрі ( $m_1$ ), а потім – у воді ( $m_2$ ).
2. Перед зануренням прикріпити до деревини металевий вантаж, попередньо зваживши у повітрі, а потім – у воді.
3. Знайти масу  $\Delta m$  води, витісненої деревиною.
4. За масою води знайти її об'єм (він співпадає в цьому випадку з об'ємом досліджуваної деревини, для якої визначається об'єм).
5. Використавши таблицю густини деревини різних порід, знайти об'єм деревини за формулою:  $V = \frac{P}{W}$ ,

де  $W$ -густина деревини (об'ємна вага),  $\frac{кг}{м^3}$ ;

$P$  – вага деревини, кг.

6. Результати обчислень записуються у таблицю.

#### Визначення об'єму деревини

№ п/п дослідів	Густина (об'ємна вага) деревини, $W, \frac{кг}{м^3}$	Маса		Маса води $\Delta m, кг$	Об'єм деревини $V, м^3$
		шматка деревини у повітрі, $m_1, кг$	шматка деревини у воді $m_2, кг$		

7. Зробити висновок.

Наступна із запропонованих лабораторних робіт виконувалася студентами самостійно за умов консультування викладачів фізики та деревинознавства і лісового товарознавства при проведенні навчальної практики спецдисципліни, на яку в залежності від навчальної лісогосподарської дисципліни виділяється від 30 год до 72 год.

При цьому на вступному занятті студентам оголошуємо тему і мету роботи, проводимо виконання першого та частини другого пунктів. Для компактного проведення навчальної практики студенти після цього переходять до виконання інших лабораторних та практичних робіт, які передбачені навчальною програмою проведення практик спецдисциплін. Виконання наступних пунктів плану проводимо на подальших заняттях навчальних практик залежно від зазначених в лабораторній роботі часових інтервалів.

Самостійне визначення вологості деревини дещо спрощує її виконання, так як не потребує прив'язаності до навчальної робочої програми проведення навчальних практик і може бути проведена така робота студентами старших курсів паралельно до вивчення теми **«Поняття про вологість деревини»**, що передбачена навчальною робочою програмою спецдисципліни **«Деревинознавство і лісове товарознавство»**, або при вивченні теми **«Вологість повітря»** з курсу фізики.

Така лабораторна робота у ході взаємного вивчення фізики, лісівництва та деревинознавства і лісового товарознавства з теми **«Визначення вологості деревини методом висушування і за допомогою вологоміра»** передбачає навчальну мету: *розкрити значення та роль вологості у лісовому господарстві;* розвиваючу мету: *розвивати вміння працювати самостійно і в групах, та виховну мету: виховувати пізнавальну зацікавленість предметом.*

Робота потребує таке обладнання: зразки деревини 20x20x30 мм, аналітичні ваги для зважування зразків з точністю до 0,001 г, сушильна шафа з електричним нагріванням до 200 °С, бюкси з притертими кришками.

У теоретичній частині окрім міжпредметного матеріалу з відповідних спецдисциплін звертаємо увагу студентів на математичний вираз для визначення

абсолютної вологості деревини, а також будову приладів, які використовуються для визначення відносної вологості повітря і вологості деревини.

Теоретичні відомості враховують інформацію про те, що у стовбурі дерева є значна кількість води, яка необхідна для його нормальної життєдіяльності. У зрізаному дереві (залежно від умов зберігання і транспортування) вміст води може збільшуватися або зменшуватися. У більшості випадків при використанні деревини воду з неї видаляють для покращення якості матеріалу і готової продукції.

Для кількісної характеристики вмісту води в деревині використовується показник – вологість. Для визначення абсолютної вологості деревини

використовуємо формулу: 
$$W_{абс} = \frac{m_w - m_0}{m_0} * 100\%$$

де  $m_w$  – маса зразка вологої деревини;  $m_0$  – маса деревини в абсолютно сухому стані.

Бюкси використовуються для того, щоб маса проби не змінювалася під час зважування. Маса бюкса визначається заздалегідь на тих же самих вагах. Проби містяться в бюксах (зі знятими кришками) і під час висушування в сушильних шафах з електричним нагріванням повітря та автоматичними регуляторами температури. Для визначення відносної вологості зразка деревини

використовується формула: 
$$W_{відн} = \frac{m_e}{m} \cdot 100\%$$

де  $m_e$  – маса води, кг;  $m$  – маса вологої деревини, кг.

У ході виконання роботи студенти повинні:

1. Знайти початкову масу  $m$  зразків на аналітичних вагах.

2. Вологий зразок помістити в сушильну шафу, де він висушується до сталої маси при температурі  $(103 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Сталість маси встановлюють шляхом контрольного зважування, яке проводять не раніше як через 6 год після висушування. Якщо зразки виготовлені з твердих порід, то контрольні зважування проводять не раніше ніж через 10 год, повторні – через 2 год. Висушування вважається закінченим, коли різниця між двома останніми

зважуваннями не перевищуватиме 0,002 г.

3. При досягненні зразками постійної маси, висушування припинити, вийнявши зразок з сушильної шафи і знайти його масу  $m_0$ .

4. Перед кожним зважуванням бюкси закривають кришками й охолоджують у сухому повітрі в посудинах із зневодненим хлоридом кальцію.

5. Абсолютну і відносну вологість зразка деревини обчислюють за наведеними вище формулами.

6. Результати обчислень записують у таблицю.

### **Визначення вологості деревини**

Порода	Маса, г		Різниця	Вологість деревини, %		Примітка
	до висушування	після висушування		абсолютна	відносна	

Зазначена лабораторна робота є професійно спрямованою, вона вимагає визначення вологості деревини за допомогою вологоміра ЕВ-2М

Вологомір ЕВ-2М (рис. 2.8) є спеціальним приладом і працює за принципом змінювання електропровідності деревини залежно від її вологості. Ним можна виміряти вологість деревини в діапазоні 7% – 60%.

Шкала вологоміра має два піддіапазони:

I – від 7% до 20%, де точність від  $\pm 1,2$  до  $\pm 2\%$ ;

II – від 20 % до 60%, де точність від  $\pm 2,0\%$  до  $\pm 10\%$ .

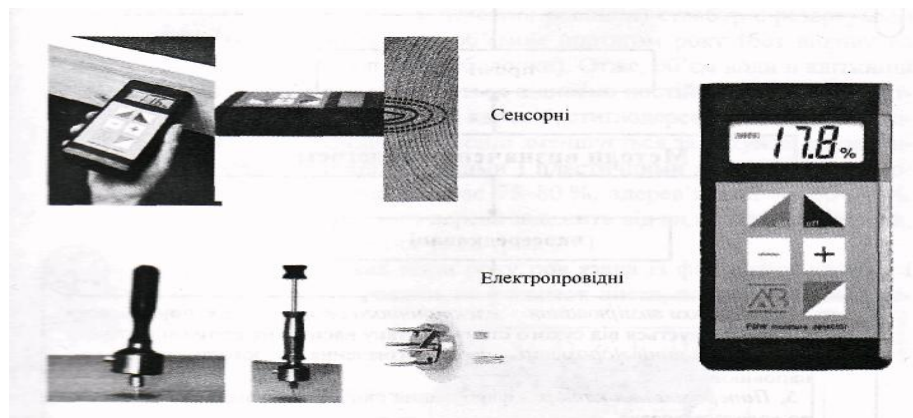


Рис. 2.8.Електровологоміри

Для живлення приладу необхідний струм з напругою 220 В.

### Виконання роботи

1. Перед визначенням вологості деревини на кожному піддіапазоні слід вивірити шкалу. Для цього треба спочатку при натиснутій кнопці, а потім при вільному датчику ручкою “Установка НШ” установити стрілку на початок шкали. Цю операцію слід повторити 3-4 рази. При вільному датчику на II піддіапазоні і при вимкненому приладі на обох піддіапазонах стрілка має встановитися на відмітці “Початок шкали”.

2. Для визначення вологості деревини голки вологоміра потрібно встромити в деревину на всю їх довжину, розміщуючи уздовж волокон.

3. Зробити кілька замірів у різних місцях зразка деревини і знайти середнє арифметичне значення. Для визначення вологості інших порід використовують перевідні таблиці, що розміщені на внутрішньому боці приладу. Час, необхідний для визначення вологості цим приладом, становить біля 1 хв.

4. Результати вимірів записати у відповідну таблицю

#### **Визначення вологості деревини за допомогою електровологоміра**

Порода	Результати вимірів			Середнє значення	Температура, $t^{\circ}C$	Поправка на температуру, $t^{\circ}C$	Вологість деревини, %	
	I	II	III				Сосни	Зразка

Після вивчення теми "**Капілярність. Капілярні явища в природі і техніки**" пропонуємо студентам лабораторну роботу на тему "**Визначення швидкості підняття рідини в капілярах**", яка є характерною для взаємного вивчення фізики з такими спецдисциплінами: деревинознавство і лісове товарознавство, фізіологія рослин, лісівництво.

Робота має навчальну мету: *розкрити значення та роль капілярних явищ в природі*; розвивальну мету: *розвивати пізнавальний інтерес до предмета*; виховну мету: *формувати інтерес до здобуття знань*.

**Обладнання:** сірники, рідина (вода, олія), лінійка, секундомір.

У теоретичних відомостях має бути зазначено, що явище капілярності

надзвичайно поширене в природі й відіграє велику роль у різних процесах. Так, надходження поживних речовин із ґрунту в рослини (в стебла і листя) відбувається значною мірою завдяки капілярності. Тканини рослин пронизані величезною кількістю вузьких каналів, якими розчини від коренів поширюються по всій рослині.

Підняття вологи з глибоких шарів ґрунту також зумовлюється капілярністю, що необхідно враховувати у сільському і лісовому господарстві.

Піднімання і швидкість поширення рідини залежать від її густини та діаметра капілярів.

Для проведення дослідів пропонуємо студентам скласти установку: три пари закріплених на дерев'яних палках сірників, що розміщені на відстанях від 0,5 до 1,5 мм один від одного.

Виконання роботи передбачає:

1. Скласти установку.
2. Налити в посудину воду і опустити в неї установку.
3. Виміряти висоту підняття  $S$  води в кожному капілярі.
4. Визначити час підняття  $t$  води в капілярах.
5. Визначити швидкість підняття  $\vartheta$  води в капілярах за формулою:  $\vartheta = \frac{S}{t}$ .
6. Дослід повторити, використовуючи замість води олію.
7. Результати вимірювань і обчислень записати в таблицю:

***Визначення швидкості підняття рідини в капілярах***

№ п/п дослідів	Густина рідини $\rho$ , (кг/м <sup>3</sup> )	Висота підняття рідини в капілярах $S$ , м	Час підняття рідини в капілярах $t$ , с	Швидкість підняття рідини в капілярах $\nu$ , м/с

8. Зробити висновки.

Робота має завершуватися завданням для самостійного опрацювання: «Визначити об'єм всіх капілярів деревини».



Перед виконанням роботи студентам задаємо питання: «Які на вашу думку деревні породи використовуються для висушування боліт? Чому?»

Для визначення об'єму всіх капілярів деревини потрібно використати зразки різних порід деревини однакової маси. Для експерименту ми вибираємо ті деревні породи, які найчастіше зустрічаються у місцевості проживання студентів: береза, вільха, осика, сосна. Пропонуємо студентам занурити їх на деякий час у воду, після чого зважити. За допомогою терезів знаходимо масу вологого та сухого зразка. Різниця мас обох зразків деревини складе масу води у всіх капілярах деревини. Пропонуємо знайти об'єм всіх капілярів деревини.

На дошці записуємо формулу для визначення об'єму всіх капілярів деревини:  $V = \frac{m}{\rho}$ ,

де  $V$  – об'єм всіх капілярів деревини,  $m$  – різниця мас вологого та сухого зразків;  $\rho$  – густина рідини (води).

Провівши дослідження та математичні розрахунки, студенти дають відповідь на запитання, які прозвучали на початку експерименту?

Таким чином проводимо весь цикл лабораторних робіт.

Після вивчення властивостей твердого тіла проводимо короткотривале лабораторне заняття на тему: **Визначення модуля Юнга та механічної напруги деревини** (взаємне вивчення фізики та деревинознавства і лісового товарознавства, лісівництво, лісова таксація).

Для визначення висоти дерева використовуємо оптичний висотомір Анучіна (рис. 2.9), який складається з увігнуто-опуклої лінзи і двоувігнутої розсіювальної лінзи-об'єктива, вмонтованих у трапецієподібну трубку.

Промені світла, що падають від дерева, висоту якого вимірюють після проходження крізь лінзу (об'єктив), розходяться і потрапляють в око. Внаслідок цього уявне пряме зображення дерева буде в зменшеному вигляді незалежно від відстані до дерева. Щоб краще роздивитися дерево (тобто його відображення), як окуляр використовують збиральну лінзу.

За об'єктивом на корпусі вмонтована вимірювальна шкала, кожна поділлка

якої відповідає 1 м висоти дерева. Є дві шкали для базисної відстані: 15 м і 20 м.

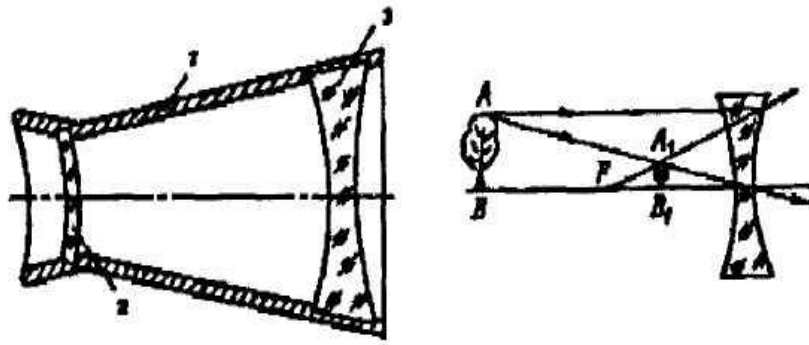


Рис. 2.9. Оптичний висотомір Анучіна

При цьому ознайомлюємо студентів з мірною вилкою (рис. 2.10) – приладом для визначення діаметру стовбура дерева.

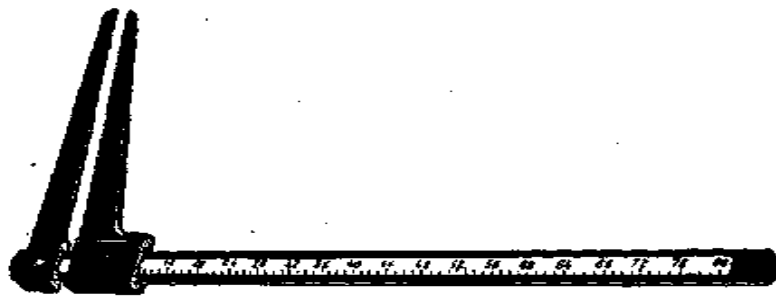


Рис. 2.10. Мірна текстолітова вилка конструкції Нікітіна

Показуємо правильність роботи з цим приладом: підкреслюємо, що діаметр стовбура дерева слід визначати на рівні грудей, але не нижче ніж 1,3 м від поверхні землі.

Модуль Юнга дерева визначають за формулою:

$$E = \frac{4l^3}{3\pi R^4} \cdot \frac{F}{\lambda},$$

де  $l$  – висота дерева;  $F$  – сила, що прикладена до стовбура дерева;  $R$  – радіус стовбура дерева;  $\lambda$  – стріла згину.

За цих умов студенти порівнюють різні методи визначення модуля Юнга

за схемами на рис. 2.11 і 2.12.

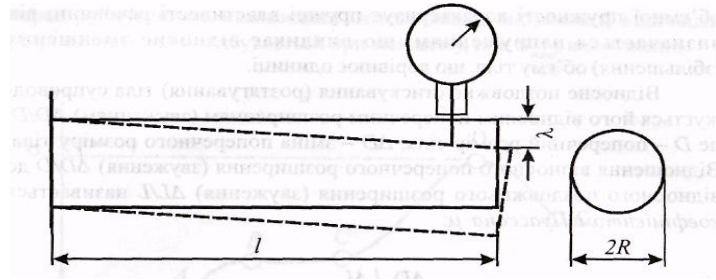


Рис.2.11. Визначення модуля Юнга стовбура деревини радіусом  $R$

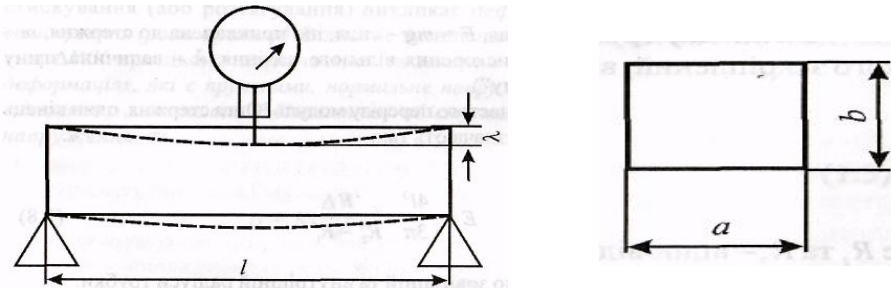


Рис.2.12. Визначення модуля Юнга дерев'яного бруса прямокутного перерізу, який має опору з двох кінців, шляхом вимірювання згину стержня

Для закріплення знань з тем "Властивості газів. Насичена і ненасичена пара", "Вологість повітря", "Властивості рідин", "Магнітне поле" використовуємо навчальний матеріал з тем "Транспірація. Види транспірації", "Вплив магнітного поля на проростання насіння. Вплив електромагнітного поля на ріст рослин" предмету "Фізіологія рослин", пропонуємо лабораторні роботи:

1. "Визначення інтенсивності транспірації та відносної транспірації, їх залежність від умов середовища".
2. "Вплив магнітного поля на проростання насіння".
3. "Визначення тиску тіла на поверхню рідини" (взаємне вивчення фізики та фізіології рослин).
4. "Визначення інтенсивності транспірації та відносної транспірації, їх залежність від умов середовища" (взаємне вивчення фізики і фізіології рослин).
5. "Вплив магнітного поля на проростання насіння" (взаємне вивчення фізики та фізіології рослин).

Проведення лабораторних робіт міжпредметного характеру дає

можливості вирішити такі основні цілі у підготовці майбутніх лісівників:

- розкрити значення і роль фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування; встановити тісні МПЗ фізики і лісогосподарських ПОД;
- розвивати пізнавальний інтерес до предмета, вміння робити висновки;
- формувати інтерес до здобуття знань та навички самоосвіти;
- залучити студентів до самостійної творчої роботи;
- розвивати бажання застосовувати набуті знання, вміння й навички для досягнення поставленої мети, що спрямована на формування фахових компетентностей майбутніх ФЛГ.

Проведення лабораторних робіт на заняттях фізики з елементами спецдисциплін суттєво змінює думку студентів: вони підкреслюють значну роль фізики у формуванні спеціалістів лісової галузі, і зацікавленість предметом фізики. Суттєво зменшується кількість студентів, які працюють при проведенні лабораторних робіт лише задля отримання високої оцінки.

Велика роль відводиться так званим бінарним лабораторним заняттям для проведення яких ми залучали викладачів лісогосподарських дисциплін. На таких заняттях студенти ознайомлюються із спецдисципліною, використовують прилади лісівничої галузі, застосовують закони та формули фізики. При цьому розширюється їхній світогляд, стають чіткими плани на майбутнє щодо вивчення фізики і дисциплін лісівничого спрямування, більшість студентів висловлюють потребу застосовувати набуті знання на заняттях спецдисциплін.

Отже, результати виконання домашніх і класних лабораторних робіт у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування є одним із методів установлення МПЗ між фізикою та ПОД. Завдяки цьому формується, розширюється і підвищується інтерес до опанування знань, розвиваються уміння творчо застосовувати фізичні закономірності в практичній діяльності відповідно до напрямку підготовки фахівця.

## **2.7. Комп'ютерні та інформаційно-комунікаційні технології на заняттях фізики в лісових навчальних закладах I-II рівнів акредитації**

Навчальний процес у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх ФЛГ – це виражена в різноманітних формах єдність взаємодії викладача і студента, що реалізується в навчальній діяльності викладача й навчально-пізнавальній діяльності студента. Обидва види діяльності повинні бути погоджені один з одним, мати односпрямований розвиток і єдину кінцеву мету – формування міцних системних знань студентів і уміння використовувати їх на практиці.

Суттєвою ознакою сучасного науково-технічного прогресу у всіх сферах діяльності людини є широке використання інформаційних технологій. Будь-яка освітня концепція реалізується у певній системі дій. Якщо ця система досить варіативна і гнучка, її називають методикою навчання. Якщо ж є більш-менш чітка алгоритмічна послідовність і гарантується одержання кінцевого результату, цю систему називають технологією.

В Україні найвагоміший внесок у підготовку і впровадження інформаційних технологій в навчальні заклади різних видів акредитації зробили С.П. Величко [64], М.І. Жалдак [67], Ю.О.Жук [70] та ін.

На сучасному етапі інформатизації освіти відбувається активне опанування засобів нових інформаційних технологій, фрагментарне впровадження їх у навчальні дисципліни, адаптація до профілю навчання. Комп'ютерні технології відзначаються інтенсивною подачею матеріалу, активною позицією і самостійністю студентів, постійним самоконтролем і самокорекцією, діалогічністю, проблемністю. Оскільки вони розвивають кращі ідеї традиційного навчання, їх називають сучасними, інноваційними. Стає зрозумілою зацікавленість педагогів, які займаються пошуками нових можливостей для розвитку світогляду студентів за допомогою нових інформаційних технологій навчання [136].

Нові інформаційні технології відкривають студентам доступ до

нетрадиційних джерел інформації, підвищують ефективність самостійної роботи, дають нові можливості для творчості, набуття і закріплення різних професійних навичок.

Сучасний етап розвитку освіти перехідним від традиційних засобів масової інформації (книги, кінофільми, телебачення) до нових інформаційних технологій (комп'ютерних систем збереження інформації, лазерних каналів зв'язку, мікроелектронних пристроїв, мультимедійного проектора, мультимедійної дошки тощо). Способи використання технічних засобів навчання на заняттях фізики можна зустріти у працях Ю.М. Галатюка [42], М.І. Жалдака, Ю.К. Набочука, І.Л. Семещука [68], Ю.О. Жука [71], В.Ф.Заболотного [72]; [73], О.І. Іваницького [90], Н.Л. Сосницької [173].

Використання інформаційних технологій можна пов'язати з поняттям **оптимізації** – вивчення, розробка і застосування принципів оптимізації навчального процесу на основі новітніх досягнень науки і техніки. Інформаційні технології є потужним засобом навчання, який дозволяє здійснити серйозні зміни в процесі навчання.

Стрімкий розвиток комп'ютерної техніки та її різноманітного програмного забезпечення – це одна з ознак сучасного періоду розвитку суспільства. Технології, основним компонентом яких є комп'ютер, використовуються практично у всіх сферах людської діяльності. Тепер практично неможливо уявити сучасний навчальний заклад без широкого повсякденного застосування комп'ютерних технологій. Комп'ютер став неодмінним атрибутом робочого місця працівників багатьох професій [138].

Під час використання персональних комп'ютерів психологічні закономірності набуття знань та умінь приймають нові форми або їх старі форми видозмінюються. Комп'ютер на занятті дозволяє викладачу реалізувати у навчанні сучасні технології і варто розглядати його як сучасний технічний засіб, що допомагає викладачеві вирішувати завдання активізації пізнавальної діяльності й розвитку нестандартного, творчого мислення студентів.

Використання комп'ютера на занятті як технічного засобу навчання по-

новому розставляє педагогічні пріоритети, бо велике значення має якість використання навчальних програм, простота їхнього використання на занятті, можливість поєднання з іншими засобами навчання. При цьому важливо враховувати, що ніякий, навіть найдосконаліший засіб, не може забезпечити всіх завдань навчання, а тим більше виховання. Для кожного засобу є своя педагогічна прерогатива. Мета застосування комп'ютера на занятті – створення дидактично активного середовища, що сприяє продуктивній пізнавальній діяльності студента в ході засвоєння ним нового матеріалу й розвитку його мислення.

Щоб використовувати комп'ютерні технології навчання у власній педагогічній діяльності, педагог повинен мати уявлення про можливості комп'ютера як засобу навчання, вміти використовувати його у повсякденному житті. Використання комп'ютерної техніки для взаємного вивчення фізики і лісогосподарських спецдисциплін є джерелом мотивації навчання.

А.В. Фоменко розглядав можливості комп'ютера в навчанні студентів і виділяє наступні позитивні моменти: розширення можливостей надання навчальної інформації, підсилення мотивації, активне залучення студентів до навчального процесу, розширення варіативності навчальних завдань і видів пізнавальної діяльності, розширення та якісну зміну контролю [191].

Підготовка сучасного фахівця є процесом активного використання інформаційної техніки для виробництва, переробки, збереження і поширення інформації і знань. Забезпеченість навчального закладу сучасною комп'ютерною технікою ще не гарант переходу навчально-виховного процесу на якісно новий рівень. Успішне використання інформаційних технологій вимагає розробки відповідних дидактико-методичних і педагогічних концепцій.

Використання інформаційних технологій на заняттях фізики у лісових ВНЗ I-II рівнів акредитації передбачає такі основні цілі:

- підвищення інтересу до предмета;
- підкреслення значущості навчального матеріалу;
- використання міжпредметних зв'язків (в нашому випадку проведення

взаємного вивчення фізики з ПОД);

- підвищення інтересу до обраної спеціальності.

Одним із вагомих напрямів застосування інформаційних технологій при встановленні МПЗ фізики з ПОД є використання на заняттях мультимедійного проектора [137].

Використання мультимедійного проектора і мультимедійної дошки дозволяє проектувати зображення на великий екран не тільки з комп'ютера, але й відеомагнітофона, відеокамери. Це забезпечує важливу умову розвиваючого навчання. При формуванні наукових понять вихід на теоретичний рівень узагальнення забезпечується поєднанням колективно-розподільної навчальної діяльності й безпосередньої взаємодії викладача з усією групою [188].

Використання на занятті персонального комп'ютера з мультимедійним проектором та мультимедійної дошки дає змогу:

- значно розширити навчальні та професійно-орієнтовні можливості запропонованої інформації; посилити мотивацію навчання;
- активно залучити студентів у навчальний процес;
- якісно змінити контроль за діяльністю студентів, забезпечуючи при цьому гнучкість керування процесом навчання;
- посилити профорієнтаційну роботу;
- розвивати у студентів зорову пам'ять.

Взаємне вивчення фізики і спецдисциплін було проведене з використання інформаційних технологій в експериментальних групах лісових навчальних закладів при вивченні тем розділу "Молекулярна фізика". Аналіз навчальних програм фізики і спецдисциплін лісогосподарського напрямку (п.п. 1.2) вказує на те, що саме в розділі «*Молекулярна фізика*» міститься найбільше навчального матеріалу, який є суміжним з навчальним матеріалом професійно-орієнтованих лісогосподарських дисциплін.

Як приклад, розглянемо вивчення теми курсу фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства "*Змочування. Капілярні явища*" з використанням на занятті інформаційних технологій для встановлення



міжпредметних зв'язків з лісогосподарськими спецдисциплінами.

Навчальний матеріал, який проектувався за допомогою мультимедійного проектора, підбираємо заздалегідь, після спостережень за навколишнім середовищем та визначенням фізичних явищ, що в ньому відбувається. При цьому використовуємо цифровий фотоапарат. Обробку матеріалу виконуємо за допомогою допоміжного пристрою комп'ютера – сканера. Використовуючи мультимедійну установку, проектуємо на екран наперед заготовлені знімки не тільки ті, що стосуються нової теми, але й фізичні явища попередньої теми курсу фізики: ***“Характеристика рідкого стану речовини. Поверхневий шар рідини. Поверхневий натяг”***.

Вводимо поняття *«капіляра»* і *«капілярних явищ»*, використовуючи новітні інформаційні технології. За допомогою мультимедійної установки на екран проектуємо знімки застосування капілярних явищ у природі і, тим самим, вказуємо навчальні дисципліни, при вивченні яких зустрічається поняття *«капіляр»*, *«капілярні явища в природі»*:

- ґрунтові капіляри (**ґрунтознавство, лісівництво**);
- капіляри різних деревних порід (**деревинознавство і лісове товарознавство, лісівництво**).

Вивчення питання *«Змочування в природі»* буде ефективним при використанні на занятті окремих знімків (додаток В, рис. В.4.2):

- краплинки роси на пелюстках троянди (**фізіологія рослин**);
- краплинки води на пір'ї водоплавних птахів (**біологія мисливських звірів і птахів**).

Педагогічні спостереження за навчальною діяльністю студентського колективу та отримані при цьому результати підтверджують доцільність використання на заняттях як фізики, так і професійно-орієнтованих лісогосподарських дисциплін комп'ютера та мультимедійного проектора, так як при поясненні тих чи інших фізичних понять ми працюємо з мікрочастинками.

При вивченні суміжного з фізикою матеріалу на старших курсах на заняттях професійно-орієнтованих лісогосподарських дисциплін ще раз

продемонструємо ці ж знімки. Наприклад, демонстрація тих же ґрунтових капілярів (рис.2.13) при вивченні теми «Фізичні властивості ґрунтів» з курсу дисципліни «Ґрунтознавство», що вивчається на II курсі в лісовому начальному закладі I-II рівнів акредитації та теми «Ліс і волога. Ґрунт і ліс.», що входить до навчальної програми базової навчальної дисципліни при підготовці майбутніх лісівників – «Лісівництво», вивчення якої проходить на III та IV курсах, а також розміщення клітин в деревині для того, щоб показати розміщення в ній капілярів (рис. 2.14-2.15) при вивченні теми «Будова деревини» з предмета «Деревинознавство і лісове товарознавство» на III курсі.

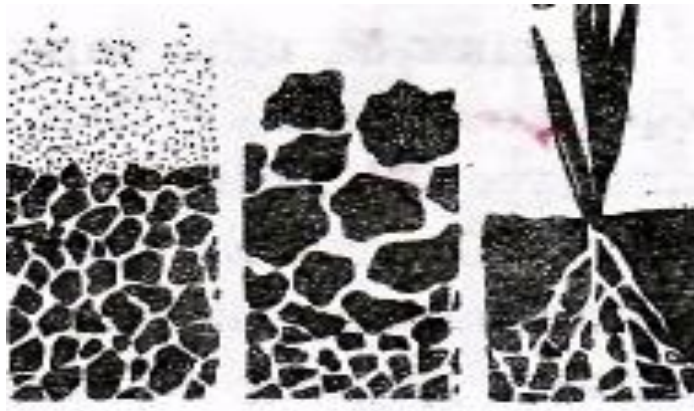


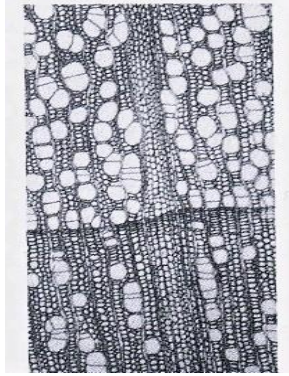
Рис.2.13. Ґрунтові капіляри

Цей факт для студентів є досить суттєвим, оскільки в навчальному підручнику вказаної спецдисципліни зустрічаються поняття «судини», «пори», «капіляри». Даємо студентам-старшокурсникам можливість висловити свою думку щодо розуміння кожного з цих понять.

Більшість студентів конкретного означення поняттям «судина» та «пора» не дають. Студенти проводять порівняльну характеристику капіляра і судин, використовуючи знання з курсу вивчення шкільної навчальної дисципліни «Біологія людини»: *діаметр судини більший за діаметр капіляра, але в організмі людини вони мають однакове призначення.*

При цьому пояснюємо студентам, що й в деревині капіляри і судини виконують одну й ту ж функцію: провідність розчинених у воді поживних речовин. Використавши мультимедійну установку, показуємо студентам вигляд

судин у розрізі деревних порід, які найчастіше зустрічаються (рис. 2.14-2.15):



судини

Рис.2.14. Поперечний мікроріз вільхи чорної

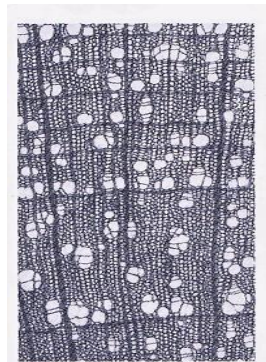


Рис.2.15. Поперечний мікроріз берези бородавчастої

Результати опитування студентів-старшокурсників перед початком педагогічного експерименту показали, що більшість з них судини приймають за капіляри.

В зв'язку з тим, що діаметр судин більший за діаметр капілярів, то застосувавши формулу для знаходження висоти підняття рідини в капілярах на основі формули:  $h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$  показуємо студентам, а вони вже самі роблять висновок про те, що по судинах деревини листяних порід розчинені у воді поживні речовини піднімаються на меншу висоту, ніж по капілярах (чим більший радіус провідних тканин, тим менша висота піднімання по них розчинених у воді поживних речовин).

Тому по капілярах поживні речовини піднімаються аж до крони дерева, а по судинах – на незначну висоту. Деревина належить до капілярно пористого тіла. Відповідно до прийнятої класифікації, пори за розмірами поділяються на

капілярні і некапілярні.

Саме розуміння поняття капілярна і некапілярна пора і створює найбільше труднощів. Щоб вирішити цю проблему, використовуємо збільшений за допомогою мультимедійної установки знімок розміщення пор у стовбурі деревини (рис. 2.16) і вводимо поняття «капіляр деревини» (рис. 2.17).

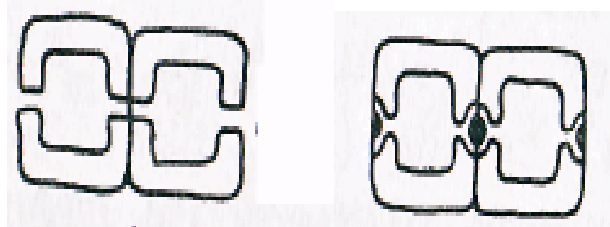


Рис.2.16. Розміщення пор в деревині

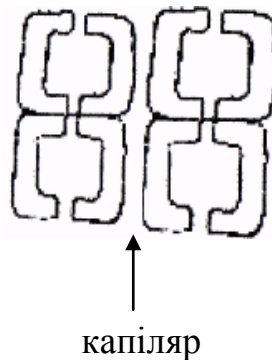


Рис. 2.17. Розміщення капілярів в деревині між двома парами пор

Після уважного перегляду і аналізу ілюстрацій пропонуємо студентам визначити розміщення капілярних і некапілярних пор у стовбурі деревини: капілярні пори, або капіляри розміщуються горизонтально, а некапілярні – вертикально.

При вивченні питання змочуваності і незмочуваності рідин пропонуємо студентам наперед підготовлений фотознімок (додаток В, рис. В.4.2). Даємо їм можливість науково охарактеризувати явище, яке зображене на фотознімку. Домашнім завданням для студентів буде підготовка подібних фотознімків, які містять фізичні явища у природі і пояснити ці явища, котрі стають більш цікавими завдяки мультимедійному супроводу.

Для сприяння професійній підготовці майбутніх лісівників

використовуємо матеріал курсу лісових культур (відеофільм лісових насаджень) про необхідність ялиново-осикових насаджень. Пояснюємо студентам про те, що є світло (осика) - і тінелюбні (ялина) деревні породи. При вирубці ялини, оживає осика, яка тягнеться до сонця, ховає під своїми кронами невеликі ялинки. Завдяки тіні, ялина росте. Далі студенти самостійно продовжують думку про те, що під дією сонячних променів ялинки повинні хворіти. Їх вирубують, знову росте осика. Тобто маємо безкінечний процес, який у лісовому господарстві є малозатратним.

Студенти, завдяки власним спостереженням приходять до висновку про те, для чого у болотистій місцевості насаджують берези, вільхи, осика (осмос, капіляр, судини, капіляри ґрунту, капіляри деревини, розмір капілярів, капілярні явища, випаровування). Використовуємо підготовлені знімки, що містяться на рис. 2.13. – 2.17. Це дає нам можливість говорити про значущість навчального матеріалу з фізики для компетентнісної підготовки майбутніх лісівників.

Окрім комп'ютера, мультимедійного проектора і мультимедійної дошки для фахової підготовки майбутніх лісівників на заняттях використовуємо навчальне програмне забезпечення «Фізика 10» та педагогічний програмний засіб «Фізика 10-11» для загальноосвітніх навчальних закладів, які підготовлені виробничим об'єднанням «Квазар мікро». Завдяки цьому навчальному програмному забезпеченню студенти вивчають матеріал з курсу фізики, використовуючи зображення складових живої природи як приклади.

Отже, використання на заняттях з фізики комп'ютера, мультимедійного проектора, мультимедійної дошки, навчального програмного забезпечення полегшують сприйняття навчальної інформації, запропоновані практичні завдання більш цікаві, сприяють професійній спрямованості навчання, роблять навчальний матеріал більш значущим, спонукають до спостережливості.

Сукупність цих переваг призводить до підвищення компетентнісних якостей майбутніх працівників лісової галузі.

## Висновки до розділу 2

Вивчення проблеми теоретичних основ реалізації міжпредметних зв'язків у навчальному процесі з фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у закладах підготовки фахівців лісового господарства дає можливість узагальнити можливі напрямки та варіанти поєднаного й взаємообумовленого інтегрованого вивчення зазначених навчальних дисциплін у процесі підготовки молодших спеціалістів лісового господарства, що призводить до підвищення як якості фізичної освіти, так і професійної підготовки випускників ВНЗ I-II рівнів акредитації зазначеного напрямку підготовки майбутніх фахівців. Разом з тим наш науково-теоретичний аналіз дає підстави зробити такі висновки.

1. Аналіз науково-теоретичних основ взаємного вивчення курсу фізики і спеціальних лісівничих дисциплін дозволив сформулювати основні засадничі положення, на яких має базуватися розробка і реалізація створюваної методичної системи взаємного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I-II рівнів акредитації. До таких положень, зокрема відносяться: реалізація міжпредметних зв'язків у процесі навчання курсу фізики у лісових ВНЗ I-II рівнів акредитації здійснюється на засадах активного навчання та передбачає запровадження індивідуальної самостійної цілеспрямованої навчальної діяльності студентів, використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій, комп'ютерної техніки; розширення фізичних основ і їх спрямування на розвиток фізичних знань у спецдисциплінах, а відповідно розширення обсягу навчальної інформації з фізики; розвиток експериментальних умінь, пізнавальної діяльності студента з фізики у взаємозв'язку з лісівничими спецдисциплінами; забезпечення лекційних занять ефективним демонстраційним експериментом, практичні заняття з фізики – практичними завданнями пошукового змісту; лабораторні заняття – дослідницькими лабораторними роботами, самостійну (індивідуальну) роботу студентів – експериментальними розрахунково-графічними завданнями (індивідуальними, графічними, дослідницькими) з

використанням віртуального експерименту і персонального комп'ютера; усвідомлення та опанування фізичних знань та наповненість процесу навчання відповідними уміннями та навичками інтегрального характеру відповідно до взаємозв'язків фізики і конкретно професійно-орієнтованої дисципліни, що здійснюється завдяки дослідницькій експериментальній роботі; здійснення поточної діагностики результатів навчальної діяльності студентів через виконання задач, завдань і вправ та різних видів пізнавальної діяльності студента, використання відповідних засобів інформаційно-комунікаційних технологій оцінювання й моніторингу одержаних результатів; контроль та корекція рівня навчальних досягнень студентів як з фізики, та і з лісівничих дисциплін, що реалізуються у вигляді різноманітних сучасних форм.

2. За цих обставин зазначена методична система складається з таких складових: посібник, який містить систематизований матеріал міжпредметного змісту; методики інтегрованого взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін; використання на заняттях інтерактивних методів навчання; задачі з біофізичним змістом; лабораторні роботи фізики з елементами лісівничих дисциплін, що залучають студентів до самостійної творчої праці, розвивають їх ініціативу, вносять елементи дослідництва, сприяють розвитку особистості студента; широке запровадження комп'ютерних та інформаційно-комунікаційних технологій на заняттях з фізики і спецдисциплін.

3.3 метою реалізації створеної методичної системи та вирішення важливих змістових аспектів взаємного вивчення курсу фізики і лісівничих спецдисциплін, котрі не забезпечуються наявним навчальним матеріалом як у курсі фізики, так і в спеціальних дисциплінах, розроблено посібник «Фізика в живій природі», який вирішує ефективну реалізацію інтеграції змісту навчального матеріалу названих дисциплін на міжпредметній основі. Створення, підготовка та видання такого посібника обумовлено відповідними передумовами, до яких відносяться наступні: розширення і доповнення фізичних понять; розв'язування задач і вправ; лабораторні роботи дослідницького характеру; індивідуальні навчальні заняття (індивідуальні навчальні теоретичні

заняття; індивідуальні навчальні експериментальні заняття; індивідуальні навчальні дослідницькі заняття), навчальні проекти; курсові роботи, кваліфікаційні роботи, науково-дослідна робота студентів.

4. З метою розв'язання процесуальних аспектів у створеній методичній системі взаємозв'язку навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в закладах I-II рівнів акредитації розроблена методика реалізації міжпредметних зв'язків вивчення курсу фізики і спецдисциплін лісівничого спрямування, що передбачає взаємне вивчення фізики та фахових лісівничих дисциплін, яка підвищує рівень фізичних знань студентів й одночасно сприяє формування професійних компетентностей майбутніх молодших спеціалістів лісового господарства.

5. До основних компонентів запропонованої методики взаємного вивчення фізики та лісівничих спецдисциплін ми відносимо як обов'язкову складову використання інтерактивних методів навчання у процесі професійної підготовки студентів на лекційних заняттях фізики (коло знань, мікрофон, навчаючи-вчуся); розв'язування задач з біофізичним змістом (36 задач); цикл лабораторних робіт міжпредметного змісту курсу фізики і лісівничих дисциплін, серед яких автором запропоновано 4 нові лабораторні роботи, які спрямовані на формування інтегрованих знань, умінь і навичок у майбутнього фахівця лісової галузі і таким чином формування його професійної компетентності.

6. Незаперечним сучасним ефективним напрямком у створеній методичній системі взаємозв'язку навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутнього фахівця лісового господарства у навчальних закладах I-II рівнів акредитації та в запропонованій методиці взаємного вивчення курсу фізики і дисциплін лісівничого напрямку є широке запровадження інформаційно-комунікаційних технологій і комп'ютерної техніки під час інтегрованого вирішення проблеми міжпредметних зв'язків курсу фізики і спеціальних лісівничих дисциплін, до яких відносяться використання мультимедійного проектора та мультимедійної дошки, що дозволяють моделювати фізичні явища і процеси та візуалізувати окремі фрагменти, котрі у



звичайних умовах перебігу явищ не зовсім чітко спостерігаються і часто виходять з поля зору майбутнього фахівця лісової галузі; навчальне програмне забезпечення «Фізика 10» та педагогічний програмний засіб «Фізика 10-11» для загальноосвітніх навчальних закладів, які підготовлені виробничим об'єднанням «Квазар мікро». Відібране й апробоване навчальне програмне забезпечення сприяє якісному опануванню студентами навчальним матеріалом з курсу фізики з наступним використанням відповідних зображень окремих складових живої природи як приклади, що розглядаються у спецдисциплінах.

### **РОЗДІЛ 3.**

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИКИ РЕАЛІЗАЦІЇ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ КУРСІВ ФІЗИКИ ТА ПРОФЕСІЙНО- ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН**

### **3.1. Організація та методика дослідно-експериментальної перевірки реалізації міжпредметних зв'язків курсів фізики та професійно-орієнтованих дисциплін при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства**

Основним завданням дослідження була розробка методики реалізації міжпредметних зв'язків фізики та лісівничих дисциплін, яка б забезпечувала підвищенню ефективності підготовки майбутніх фахівців лісового господарства шляхом формування професійних знань, умінь і навичок у студентів та експериментальну перевірку її педагогічної ефективності.

Головна мета педагогічного експерименту полягала в перевірці ефективності та результативності створеної нами методики реалізації міжпредметних зв'язків курсів фізики та лісогосподарських спецдисциплін та її впливу на рівень фахової підготовки майбутніх лісівників і підтвердженні гіпотези дослідження.

Педагогічний експеримент включав визначення методики та план проведення, склад учителів та викладачів, форми підготовки викладачів та студентів до проведення експериментальної роботи, організацію та проведення зрізів і проходив у три етапи: констатувальний (2003 – 2005 рр.), пошукувальний (2005 – 2008 рр.) та формувальний (2008 – 2015 рр.).

Експеримент проводився з майбутніми ФЛГ на базі Березнівського лісотехнічного коледжу Національного університету водного господарства і природокористування Рівненської області, Малинського лісотехнічного коледжу Житомирської області, Кременецького лісотехнічного коледжу Тернопільської області, Шацького лісового коледжу ім. В.В. Сулька Волинської області.

Експериментом було охоплено 780 майбутніх молодших фахівців лісового господарства вказаних навчальних закладів і 50 викладачів лісівничих дисциплін, які проходили курси підвищення кваліфікації при Полтавському університеті споживчої кооперації України (Полтавський університет економіки і торгівлі) на базі Березнівського лісового коледжу.

Для вивчення реального стану використання МПЗ курсів фізики та лісогосподарських спецдисциплін в навчальному процесі ВНЗ I-II рівнів акредитації був проведений констатувальний експеримент, в ході якого вирішувалися такі завдання:

1. Визначити критерії та відповідні до них рівні сформованості у майбутніх фахівців лісового господарства міжпредметних знань в межах їх фахової підготовки.

2. З'ясувати рівні готовності майбутніх фахівців лісового господарства до формування міжпредметних знань, умінь та навичок.

У процесі констатувального експерименту були використані такі методи дослідження:

- теоретичні: систематизація і класифікація експериментальних і теоретичних даних, що дало можливість визначити зміст міжпредметного підходу у процесі підготовки фахівців лісового господарства та обґрунтувати організаційно-педагогічні умови реалізації міжпредметних зв'язків фізики та спецдисциплін лісогосподарського напрямку у підготовці майбутніх ФЛГ; порівняльний аналіз, який дав змогу узагальнити та систематизувати отримані матеріали з формування міжпредметних знань та умінь майбутніх ФЛГ; аналіз теоретичних джерел з проблем МПЗ у підготовці спеціалістів лісового господарства у ВНЗ I-II рівня акредитації, що дало можливість теоретично обґрунтувати доцільність міжпредметного підходу у фаховій підготовці майбутніх ФЛГ;

- емпіричні: опитування й анкетування викладачів фізики та лісогосподарських спецдисциплін з метою виявлення їхнього ставлення до проблеми впровадження та рівня застосування МПЗ курсів фізики та ПОД у

підготовці майбутніх ФЛГ; спостереження за навчально-виховним процесом у лісогосподарських ВНЗ I-II рівнів акредитації з позиції реалізації МПЗ; тестування майбутніх спеціалістів лісової галузі з метою визначення рівня сформованості професійних знань, умінь і навичок та узагальнених експериментальних умінь; анкетування студентів з метою виявлення рівня знань і вмінь, які потрібні для реалізації МПЗ у навчальному закладі.

На етапі констатувального експерименту ми вважали за доцільне виявити рівні використання МПЗ викладачами у навчальному процесі з фізики та лісівничих спецдисциплін. Було запропоновано для викладачів спецдисциплін цикл лекцій, який включав теоретичні відомості про проблему МПЗ в освіті та професійних навчальних закладах (додаток К), в ході яких набувалися теоретичні знання про зміст міжпредметного підходу шляхом визначення ролі міжпредметних зв'язків у процесі фахової підготовки майбутніх ФЛГ; засвоєння основ здійснення міжпредметного підходу: мети, змісту, способів та форм.

Нами розроблені методичні рекомендації з реалізації застосування міжпредметних зв'язків для взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін. Вони передбачали забезпечити:

- активізацію майбутніх фахівців до застосування міжпредметних зв'язків у професійній діяльності;
- використання студентами наукових методів дослідження (аналіз, синтез, систематизація, узагальнення, висновки);
- формування понятійного апарату з міжпредметних зв'язків;
- оволодіння знаннями та вміннями використання технічних можливостей для ефективної реалізації психолого-педагогічних та методичних міжпредметних завдань;
- оволодіння студентами основами створення мультимедійного навчально-розвивального середовища “Master your skills in listening comprehension”, яке передбачає використання творчого підходу до організації процесу навчання з використанням міжпредметних зв'язків. Воно спрямоване на навчальну діяльність, а не на об'єкт навчання;

- формування операційно-діяльнісних вмій створення міжпредметних зв'язків для вирішення методичних та психолого-педагогічних завдань.

Під час підготовки до проведення педагогічного експерименту ми підібрали завдання, опитувальник, анкети, які містили 97 питань. Вони були розподілені за компонентами: *мотиваційним, інформаційно-змістовим, оцінно-рефлексивним*. Завдання розбивалися за рівнями: початковий, середній, достатній, високий експертами. Коефіцієнт засвоєння знань (позитивної відповіді) визначається із співвідношення

$$K_z = \frac{P}{N_o} \quad (3.1)$$

де  $p$  – кількість (число) позитивних відповідей з педагогічної проблеми,  $N$  – максимально можливе число позитивних відповідей. Загальне число позитивних відповідей  $N_o$  визначається добутком числа показників знань на число студентів, які брали участь в експерименті.

Результативність розробленої нами методики визначалися шляхом порівняння результатів анкетування, тестування, бесід до і після дослідного навчання. До експериментального навчання залучались викладачі спецдисциплін: ґрунтознавства, лісівництва, деревиназнавства і лісового товарознавства, біології мисливських звірів і птахів, фізіології рослин, метеорології, екології. Дані оброблялись методами статистичних досліджень.

У дослідженні результати педагогічного експерименту узагальнювались нами за методикою М.І. Грабаря, К.О. Краснянської та М.П. Воловика.

Об'єм вибірки визначався за таблицями достатньо великих чисел [37] за формулою:

$$n = t^2 \frac{pq}{\varepsilon^2} \quad (3.2)$$

де  $n$  – об'єм вибірки,  $t$  – коефіцієнт Стюдента,  $p$  – ймовірність відповідей, що схильні до підтримки суджень досліджуваної проблеми,  $q$  – ймовірність відповідей, що не висловили ставлення до досліджуваної проблеми,  $\varepsilon$  – гранична

помилка. Задаючи граничну помилку  $\varepsilon = 0,05$ , а ймовірність або рівень достовірності  $P_t = 0,95$  за таблицями [37] знаходимо коефіцієнт Стьюдента  $t = 1,96$ .

Так як спостережувана частота подій для констатувального експерименту невідома, то  $p$  і  $q$  слід прийняти рівними  $p = q = 0,5$ . Добуток  $pq$  буде найбільшим,  $n$  буде завищеним, але досить надійним. Розрахунок показує, що для одержання статистично значимих і достовірних результатів потрібно з кожного запитання одержати близько 400 відповідей.

Згідно з критеріями сформованості у майбутніх ФЛГ міжпредметних знань в межах фахової підготовки ми провели анонімне інтер'ю зі студентами I-IV курсів лісівничих навчальних закладів (додаток А).

Під час дослідження нами було проведено контрольні роботи для виявлення рівня використання знань студентів з фізики при вивченні лісівничих дисциплін (додаток Б.3), які були спрямовані на визначення рівнів навчально-пізнавального критерію сформованості міжпредметних знань з фізики та ПОД та передбачали визначення рівня операційно-діяльнісного критерію сформованості міжпредметних знань з фізики та ПОД (додаток Д) та анкетування викладачів лісівничих дисциплін (додаток Л). До анкет входила певна група питань, присвячених виявленню ставлення до певних умовиводів.

Майбутнім лісівникам були запропоновані фізичні вправи і задачі з міжпредметним змістом (додаток Б), які мали на меті визначити обсяг (сукупність понять, законів, котрі засвоюються студентами під час занять), міцність та сприйняття навчального матеріалу (усвідомленість знань).

Другий етап експериментально-дослідницької роботи (2005-2008рр.) передбачав створення методики реалізації МПЗ курсів фізики та ПОД для майбутніх ФЛГ. Досліджувались можливості корегування та цілеспрямованого впровадження методики реалізації МПЗ зазначених курсів.

Впровадження теоретичного матеріалу посібника, що містить міжпредметний матеріал лісогосподарських дисциплін на заняттях фізики (додаток В).

На третьому етапі нашого дослідження було проведено формувальний

експеримент, який мав на меті апробацію створеної методики реалізації МПЗ курсів фізики та ПОД у освітніх закладах I-II рівнів акредитації лісового господарства та порівняльний аналіз рівнів сформованості у майбутніх ФЛГ міжпредметних знань, умінь і навичок для вивчення навчального матеріалу з відповідних курсів. Експеримент проводився в контрольних та експериментальних групах.

В ході експерименту проводився контроль стану використання міжпредметних знань у майбутніх лісівників. Для цього було розроблено завдання міжпредметного змісту з кожної теми курсу фізики, індивідуальні завдання, передбачалося написання реферату за певним переліком проблемних запитань, розв'язання практичних завдань міжпредметного характеру за даною темою.

Для проведення експериментальної перевірки ефективності методики реалізації МПЗ фізики та лісівничих спецдисциплін в процесі підготовки майбутніх ФЛГ було визначено критерії оцінювання результативності розробленої нами методики. Для цього звернулися до розробленого нами у першому розділі змісту міжпредметного підходу в процесі підготовки майбутніх ФЛГ. Ми проаналізували зміст навчального матеріалу з фізики та лісівничих дисциплін для реалізації МПЗ до процесу фахової підготовки майбутніх ФЛГ (у контексті вивчення фізики та ПОД) у лісових навчальних закладах I-II рівнів акредитації і визначили їх структуру.

На основі визначених структур окреслили критерії засвоєння фізики та лісівничих спецдисциплін як самостійних, не пов'язаних одна з одною частин. Далі з'ясували об'єктивні передумови об'єднання знань з фізики та спецпредметів, визначили способи об'єднання розрізнених знань з фізики та ПОД у комплекси знань внаслідок всебічного розгляду одного й того ж явища чи процесу; сформували технологію перевірки засвоєння цілісних знань.

У відповідності до визначеної структури змісту навчального матеріалу підручників та навчальних програм для реалізації МПЗ основними критеріями оцінки рівня сформованості міжпредметних знань, умінь та навичок майбутніх

ФЛГ в межах фахової підготовки ми визначили: сформована стійка потреба в навчанні; розширені та вдосконалені професійні знання, уміння та навички майбутніх ФЛГ.

Під час проведення експерименту студентам пропонувалося визначити свій власний рівень використання МПЗ під час навчального процесу з курсів фізики та спецдисциплін у відповідності до вказаних критеріїв навчальних досягнень майбутніх лісівників та показники рівнів їх готовності до формування міжпредметних знань, умінь і навичок з фізики та ПОД. Результати відображено у таблиці 3.1.

Початковий рівень свідчить про незнання значної частини навчального матеріалу, при відповіді майбутні ФЛГ допускають істотні помилки, з великими труднощами виконують поставлені завдання після допомоги викладача.

Базовий рівень дозволяє студентам виявляти знання визначені Державним стандартом та навчальною програмою. При відповідях допускаються деякі неточності, не зовсім правильні формулювання в ході викладу навчального матеріалу, але володіють уміннями виконувати поставлені задачі, є зацікавленість у реалізації МПЗ в навчальному процесі, бажання удосконалювати знання, уміння, навички щодо реалізації МПЗ.

Достатнім рівнем володіють майбутні фахівці лісового господарства, що докладно та грамотно, вище середнього рівня знають навчальний матеріал, при відповідях не допускають неточностей, виявляють аналітичні здібності, самостійно виправляють допущені недоліки, мають наявність системи міжпредметних знань та вміння синтезувати засвоєні природничо-наукові знання.

Високий рівень передбачає глибоке, усвідомлене засвоєння навчального матеріалу, послідовний, логічний виклад програмного матеріалу, відповіді обґрунтовані, логічні, творчі; при зміні завдання, відповідь не викликає труднощів, наявність системи міжпредметних знань, вміння синтезувати засвоєні природничо-наукові знання, наявність умінь застосовувати міжпредметні знання при розв'язуванні практичних завдань комплексного характеру.



Таблиця 3.1

**Оцінювання рівня сформованості міжпредметних знань, умінь та навичок  
майбутніх ФЛГ**

Рівні навчальних досягнень	Бали	Критерії навчальних досягнень майбутніх фахівців лісового господарства		
		теоретичні знання	вміння та навички	рівень самостійності
I. Початковий	2	Студент відтворює окремі факти, пов'язані між собою.	Виконання окремих дій, пов'язаних між собою.	Повне керівництво і контроль викладача.
II. Базовий	3	Студент відтворює інформацію на 1-3 кроки алгоритму у будь-якому порядку, наявність зацікавленості у реалізації МЗ в навчальному процесі. Бажання удосконалювати знання, уміння й навички щодо реалізації МЗ.	Виконання незначних дій із застосування міжпредметного підходу до виконання лабораторних робіт з елементами лісівничих дисциплін та розв'язування міжпредметних задач.	Допомога при окремих (теоретичних або практичних) кроках.
III. Достатній	4	Студент відтворює тему в цілому, свідомо приймає рішення, наявність системи міжпредметних знань.	Повне послідовне застосування міжпредметного підходу до виконання лабораторних робіт з елементами лісівничих дисциплін та розв'язування міжпредметних задач, що стосується однієї теми, вміння синтезувати засвоєні знання з фізики та ПОД.	Студент діє самостійно, вміє знаходити інформацію із додаткових джерел, володіє навичками самоконтролю.

Продовження табл. 3.1

Рівні навчальних досягнень	Бали	Критерії навчальних досягнень майбутніх фахівців лісового господарства		
		теоретичні знання	вміння та навички	рівень самостійності
		Свідоме формування та розуміння теми в цілому, вміння аргументовано переконувати, наявність системи міжпредметних знань, вміння синтезувати засвоєні знання з фізики та ПОД.	Вміння обирати безпечніший варіант розв'язання ситуації, брати на себе функції організатора, наявність умінь застосовувати міжпредметні знання при розв'язуванні практичних завдань комплексного характеру.	Студент самостійно визначає ціль дій, захисту та самозахисту, знаходить альтернативні шляхи її розв'язання, обирає оптимальний, обґрунтовує його, оцінює наслідки обраного варіанту.

До основних видів умінь формувати міжпредметні знання ми віднесли: уміння виявляти істотні взаємозв'язки матеріалу з фізики та ПОД; уміння застосовувати засвоєні знання з фізики та ПОД у процесі розв'язання міжпредметних задач та виконання лабораторних робіт з елементами лісогосподарських дисциплін.

### 3.2. Результати педагогічного експерименту

В ході експерименту передбачалось визначити ступінь звертання майбутніх ФЛГ до фізичних знань під час навчально-виховного процесу з курсів лісогосподарських спецдисциплін та до знань з курсів ПОД під час виконання лабораторних робіт, практичних занять з курсу фізики, а також вплив фізичних знань на якість засвоєння навчального матеріалу спецдисциплін, виконання контрольних та самостійних робіт.

В констатувальному експерименті брали участь 412 студентів.

До мотиваційного компоненту ми віднесли 43 елементи знань. Загальна кількість елементів обраховується  $n_{ст.} \cdot k_{зн.} = 412 \times 43 = 17716$ . Загальна кількість правильних відповідей констатувального експерименту рівна сумі по початковому, середньому, достатному та високому рівня і складає 3121 елементів знань.

Згідно визначених критеріїв ми розподілили у кожному компоненті показники на початковий, середній, достатній та високий рівні, які наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

**Кількісний розподіл показників за компонентами та рівнями педагогічного експерименту**

Рівні Компоненти	Початковий	Середній	Достатній	Високий	Всього
Мотиваційний	10	17	9	7	43
Інформаційно- змістовий	10	5	5	4	24
Оцінно- рефлексивний	4	4	11	11	30
Всього	24	26	25	22	97

Рівень сформованості показників ми визначили кількісно за абсолютним числом правильних відповідей та коефіцієнтом засвоєння знань. Результати за мотиваційним компонентом подані у таблиці 3.3.

Результати констатувального експерименту за інформаційно-змістовим та оцінно-рефлексивним компонентами подані у таблицях М.1.1 та М.2.1, які містяться у додатку М.

Результати констатувального експерименту за мотиваційним компонентом показали, що у переважної більшості студентів найвищим є початковий (21,28%) та середній (20,43%) рівень сформованості знань. Достатній рівень на 5% менший. Закономірно високий рівень є значно меншим

за узагальнений і рівний 8,32%, див. таблицю 3.3.

Таблиця 3.3

**Результати констатувального експерименту за мотиваційним компонентом**

№ з/п	Показники за мотиваційним компонентом	р <sub>к</sub>	К <sub>ек</sub> , %
	<b>ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ</b> <b>412</b>	<b>877</b>	<b>21,28</b>
1.	В яку пору року в нерухомому повітрі при нормальному атмосферному тиску запах поширюється з найбільшою швидкістю?	131	31,79
2.	Якою може бути максимальна швидкість поширення запаху в нерухомому повітрі?	87	21,11
3.	Чому процес засолювання огірків досить тривалий?	92	22,33
4.	Чи можна його прискорити?	87	21,11
5.	Яким чином?	61	14,80
6.	Як під час посухи і суховіїв зберегти вологу на полях, щоб застерегти від загибелі посіви?	90	21,84
7.	Чому на траві утворюється особливо багато роси?	80	19,41
8.	Чому при великому вітрі не утворюється роса?	82	19,90
9.	Чому?	79	19,17
10.	Чому не рекомендується поливати чи оприскувати рослини посеред сонячного дня?	88	21,35
	<b>СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>1431</b>	<b>20,43</b>
1.	Чи беруть участь у броунівському русі бактерії та віруси?	70	16,99
2.	Чи відбудуться зміни в атмосфері Землі, якщо повністю зникнуть явища дифузії і конвекції?	87	21,11
3.	Який з ґрунтів – чорнозем, каштановий, підзолистий – швидше нагрівається й охолоджується?	86	20,87
4.	Чому температура піщаних ґрунтів, які звичайно утримують мало вологи, на протязі доби різко коливається?	90	21,84
5.	Чи змінюється з висотою відносна вологість повітря?	93	22,57
6.	Чому заморозки менш небезпечні для рослин у хмарну погоду або під час туману?	89	21,60
7.	Чому ввечері буває тепліше, ніж уранці?	91	22,08

№ з/п	Показники за мотиваційним компонентом	$p_k$	Кзк, %
8.	Чому спека в місцях з вологим кліматом переноситься важче, ніж у місцях з сухим кліматом?	85	20,63
9.	В який час доби влітку водорості в ставку мають на собі найбільшу кількість бульбашок повітря?	79	19,17
10.	Чи завжди взимку сніг скрипить під ногами?	75	18,20
11.	Яка вода – холодна чи гаряча – краще проводить струм?	86	20,87
12.	Яка вода – прозора чи каламутна – більше нагріватиметься потоком світла?	81	29,66
13.	Чи буде нагріватися парник, вкритий плівкою, яка пропускає інфрачервоні промені?	82	19,90
14.	Які промені викликають засмагу й опіки на тілі?	84	20,38
15.	Яким вимогам мають задовольняти очі гірського орла, щоб він міг роздивитися мишу з висоти 5-6 км?	80	19,41
16.	Чому під час сильних морозів у лісі чути тріск дерев?	88	21,35
17.	Чому легше стругнути дошку вздовж волокон, ніж упоперек?	85	20,63
	<b>ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>573</b>	<b>15,43</b>
1.	Поясніть, чому вода в достатньо глибоких річках, озерах, морях навіть під час сильних зимових морозів не промерзає до дна?	60	14,56
2.	Чому восени нижня межа хмар лежить на значно меншій висоті, ніж теплого літнього дня?	66	16,01
3.	Куди зникають денні хмари в кінці літнього дня?	54	13,10
4.	За рахунок якої енергії піднімається вода в рослинах?	57	13,83
5.	Чому у нижніх шарах атмосфери земної кулі кількість позитивних іонів в 1 см <sup>3</sup> більше, ніж від'ємних?	67	16,26

№ з/п	Показники за мотиваційним компонентом	р <sub>к</sub>	К <sub>гк</sub> , %
6.	Чому у промислових містах, де атмосферне повітря утримує пил, дим, туман, кількість легких іонів зменшується, а важких зростає?	77	18,68
7.	Чи залежить якість приймання радіопередач від погоди?	63	15,29
8.	Чому при дії на організм людини різних видів опромінювання при однакових фізичних дозах більш сильну біологічну дію чинить альфа-випромінювання?	56	13,59
9.	Які властивості інфрачервоних променів використовують при висушуванні дерева, сіна і т.д.?	73	17,71
	<b>ВИСОКИЙ РІВЕНЬ</b>	<b>240</b>	<b>8,32</b>
1.	Як вплинуло б на весняний розлив річок у тих місцях, де взимку замерзають водоймища й утворюється товстий сніжний покрив, значне зменшення питомих теплот плавлення льоду і снігу?	9	2,18
2.	При розгляданні якого предмета – близького чи далекого кришталік ока стає більш опуклим?	21	5,09
3.	Чому при визначенні опору тканини організму за допомогою амперметра і вольтметра при використанні джерела постійного струму розрахунковий результат буває більшим, ніж дійсне значення опору?	17	4,12
4.	Чому веселка має форму дуги?	57	13,83
5.	Чому опромінювання організму людини нейтронами є більш безпечним, ніж опромінювання іншими видами випромінювань?	41	9,95
6.	Застосовуючи випромінювання, необхідно знищити шкідників у насінні. Яке з випромінювань пов'язане з найменшими витратами енергії?	35	8,49
7.	Чому хмарні дні влітку холодніші за сонячні?	60	14,56

Підсумковий коефіцієнт засвоєння знань для констатувального експерименту за мотиваційним компонентом складає  $K_k = p_k/n_{ст.}$ . Загальний коефіцієнт засвоєння знань складає  $K_{зн} = 3121/17716 = 0,1762$ , або 17,62 відсотка.

У таблиці 3.4 приведені результати констатувального експерименту за всіма компонентами.

Таблиця 3.4

#### Узагальнені результати констатувального експерименту

Рівні ( $K_e$ )/ Компоненти	Початковий	Середній	Достатній	Високий	Загальний
Мотиваційний	21,28	20,43	15,43	8,32	17,62
Інформаційно- змістовий	27,74	18,72	15	4,25	19,43
Оцінно- рефлексивний	29,73	16,5	14,30	5,72	13,5

Підсумковий коефіцієнт засвоєння знань складає відношення суми позитивних знань до загальної кількості можливих відповідей та рішень. Загальне число знань складає  $17716 + 12360 + 9888 = 39968$ . Загальне число позитивних відповідей та рішень  $N_o$  визначається сумою добутків числа показників готовності (97) на число студентів (412), які брали участь у констатувальному експерименті і рівне 39964. Сума правильних відповідей складає 6711. Коефіцієнт засвоєння знань рівний 16,79%.

Після апробування розробленої нами методики формування міжпредметних зв'язків фізики і лісівничих дисциплін ми провели зрізи знань, умінь та навичок і визначили їх у контрольних та експериментальних групах. Елементи знань (показники) були незмінними у порівнянні з констатувальним експериментом.

Нами здійснено поелементний аналіз рівнів знань за компонентами майбутніх фахівців до застосування міжпредметних зв'язків у професійній діяльності. У таблиці 3.5 приведені порівняльні результати всіх рівнів за показниками змістово-інформаційного компоненту, де  $p_k$  – кількість правильних (позитивних) відповідей у контрольних групах,  $p_e$  – кількість правильних

(позитивних відповідей) у експериментальних групах,  $K_{zk}$ ,  $K_{ze}$  – коефіцієнт засвоєння знань у контрольних та відповідно експериментальних групах.

Результати формувального експерименту для мотиваційного та оцінно-рефлексивного компоненту містяться у таблицях Н.1.1 та Н.2.1, які приведені у додатку Н.

Таблиця 3.5

**Рівні готовності за показниками змістово-інформаційним компонентом**

№ з/п	Показники за змістово-інформаційним компонентом	$p_k$	$K_{zk}$ , %	$p_e$	$K_{ze}$ , %
	<b>ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ (780) кг-384, ег-396</b>	<b>1141</b>	<b>29,71</b>	<b>2227</b>	<b>56,23</b>
1.	Чому товстий шар підшкірного жиру притаманний саме водоплаваючим птахам?	94	24,47	194	48,98
2.	Чому в тропіках, у вологому кліматі джунглів для рослин характерна розвинена поверхня листя, а в засушливих місцях його поверхня невелика?	104	27,08	205	51,76
3.	Чому під час сильних вітрів деякі породи дерев (сосна, дуб) переважно ламаються, а інші (ялина) звалюються?	81	21,09	169	42,67
4.	Чи утворюється роса на рослинах, які вода: а) змочує?	92	23,95	188	47,47
5.	б) не змочує?	94	24,47	195	49,24
6.	Що таке ерозія ґрунту?	189	49,21	289	72,97
7.	Як вона виникає?	131	34,11	233	58,83
8.	Що таке льодовик?	111	39,08	251	63,38
9.	Що буде прозорим – сніг чи лід?	155	54,57	312	78,78
10.	Чому кольорові яскраві смуги утворюються від краплі бензину лише тоді, коли вона падає на вологу, а не на суху поверхню асфальту?	90	23,43	191	48,23
	<b>СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>397</b>	<b>20,67</b>	<b>886</b>	<b>44,74</b>
1.	Чому хутро молодих тварин багатше підшерстям, ніж хутро дорослих?	88	22,91	189	47,75



№ з/п	Показники за змістово-інформаційним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
2.	Літнього дня нагріте від поверхні ґрунту повітря підніметься вгору. Чому ж тоді навіть увечері на висоті кількох кілометрів температура менша від $0^\circ\text{C}$ ?	73	19,01	172	43,43
3.	Чим пояснюється надійна орієнтація змії уночі, коли вони успішно полюють на здобич?	88	22,91	190	47,97
4.	Чим можна пояснити таке явище: при ударі блискавки листяне дерево розривається із середини, а хвойне спалахує зверху, блискавка вдаряє в дуб навіть у тому разі, коли сосни, що ростуть навколо нього, значно вищі.	77	20,05	172	43,43
5.	Чому полярні сніжки спостерігаються на полюсах, а не на екваторі?	71	18,48	163	41,16
	<b>ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>310</b>	<b>16,14</b>	<b>740</b>	<b>37,37</b>
1.	Якщо в спеку прикласти до щоби листок рослини, то можна відчутти, що він холоднуватий. Перевірте, що саме так і пояснить явище?	51	13,28	101	25,50
2.	Чому овочеві культури, що бояться заморозків, краще садити на ділянках, які розташовані біля озер, ставків, річок, ніж на тих, що знаходяться далеко від водоймищ?	65	16,92	161	40,65
3.	Як пояснити, що окремі дерева, які ростуть у відкритому полі, дуже рідко валяє вітер, а у густому лісі звалене дерево вітром можна зустріти досить часто. Адже в лісі вітер буває менший ніж у відкритому полі?	61	15,88	150	37,87
4.	Чому радіостанції, які працюють на довгих і середніх хвилях, взимку чути краще, ніж влітку?	61	15,88	162	40,90

№ з/п	Показники за змістово-інформаційним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
5.	Газети оповістили про те, що в Індії як антену використовували стовбур дерева. Якого – живого чи всохлого?	72	18,75	166	41,91
	<b>ВИСОКИЙ РІВЕНЬ</b>	<b>78</b>	<b>5,07</b>	<b>396</b>	<b>25,00</b>
1	Чому у теперішній час перед ученими-агрономами гостро стоїть питання щодо охорони ґрунту від засолення, бо на засолених ґрунтах не можна одержати високий врожай?	16	4,16	72	18,18
2.	Кришталик ока риби має сферичну форму. Які особливості середовища проживання риб роблять форму кришталіка доцільною?	21	5,4	109	27,52
3.	У природі спостерігаються міражі – зображення із збільшенням віддалених за горизонт предметів. Як можна пояснити появу цих зображень на фоні неба?	20	5,20	105	26,51
4.	Збираються стерилізувати жуків. Чи означає це, що чим більшу дозу випромінювання вжити для цього, тим краще буде результат?	21	5,46	110	27,77

Запропонована нами методика із застосування міжпредметних зв'язків для взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін у контрольних та експериментальних групах змістово-інформаційного компоненту показала свою результативність. Так за показниками початкового рівня коефіцієнт засвоєння знань зріс із 29,71% до 56,23%. Різниця вказаних коефіцієнтів є майже однакова, що свідчить про якісну підготовку завдань та ефективну методику навчання.

За середнім рівнем якості знань у експериментальних групах зросла на 24,07% у порівнянні з контрольними, що також свідчить про ефективність розробленої нами методики навчання показників за даним компонентом.

Якість знань за достатнім рівнем у експериментальних групах у порівнянні з контрольними зросла на 21,23% і підтверджує правильність визначеного напрямку запровадження більш ефективної методики навчання міжпредметних

зв'язків.

Менша різниця між коефіцієнтами засвоєння знань у експериментальних та контрольних групах для високого рівня. Завдання тут підбиралися складні і відповідальні, але ріст якості знань складає 4,5 рази, що свідчить про ефективність запропонованої нами методики.

Зведені узагальнені дані контрольного та експериментального зрізів для всіх компонентів показані у таблиці 3.6. З аналізу таблиці маємо, що коефіцієнт засвоєння показників мотиваційного компонента у всіх рівнів зріс на 22-25%, що свідчить про ефективність розробленої нами методики застосування міжпредметних зв'язків.

Таблиця 3.6

**Порівняльні результати педагогічного експерименту у контрольних та експериментальних групах**

Рівні/ Компоненти	Початковий		Середній		Достатній		Високий	
	к-ть, е/к, ріст	%	к-ть, е/к, ріст	%	к-ть, е/к, ріст	%	к-ть, е/к, ріст	%
Мотиваційний приріст	1821	<b>45,98</b>	3044	<b>46,68</b>	1414	<b>40,91</b>	839	<b>31,32</b>
	864	<b>22,5</b>	1403	<b>21,49</b>	564	<b>16,32</b>	246	<b>9,15</b>
	957	<b>23,48</b>	1641	<b>25,19</b>	850	<b>24,59</b>	593	<b>22,17</b>
Інформаційно- змістовий приріст	2227	<b>56,23</b>	886	<b>44,74</b>	740	<b>37,37</b>	396	<b>25,00</b>
	1141	<b>29,71</b>	397	<b>20,67</b>	310	<b>16,14</b>	78	<b>5,07</b>
	1086	<b>26,52</b>	489	<b>24,07</b>	430	<b>21,23</b>	318	<b>19,93</b>
Оцінно- рефлексивний приріст	917	<b>59,70</b>	679	<b>44,20</b>	1703	<b>39,09</b>	1285	<b>30,42</b>
	500	<b>32,50</b>	288	<b>18,75</b>	638	<b>14,65</b>	268	<b>6,34</b>
	417	<b>27,20</b>	391	<b>25,45</b>	1065	<b>24,44</b>	1017	<b>24,08</b>

Рівень знань інформаційно-змістового компонента у експериментальних групах майже у два рази вищий ніж у контрольних. Коефіцієнти засвоєння знань оцінно-рефлексивного компонента зросли на 24-27%.

Простежується закономірність, що краще засвоюються знання мотиваційного та середнього рівнів і значно гірше високого рівня.

Визначаємо загальний коефіцієнт готовності за результатами експерименту  $K$ , поділивши загальну кількість позитивних відповідей по

кожному компоненту  $n_{\text{прав.}}$  на загально можливу кількість відповідей  $N_{\text{заг.}}$ :

$$K = n_{\text{прав.}} / N_{\text{заг.}}$$

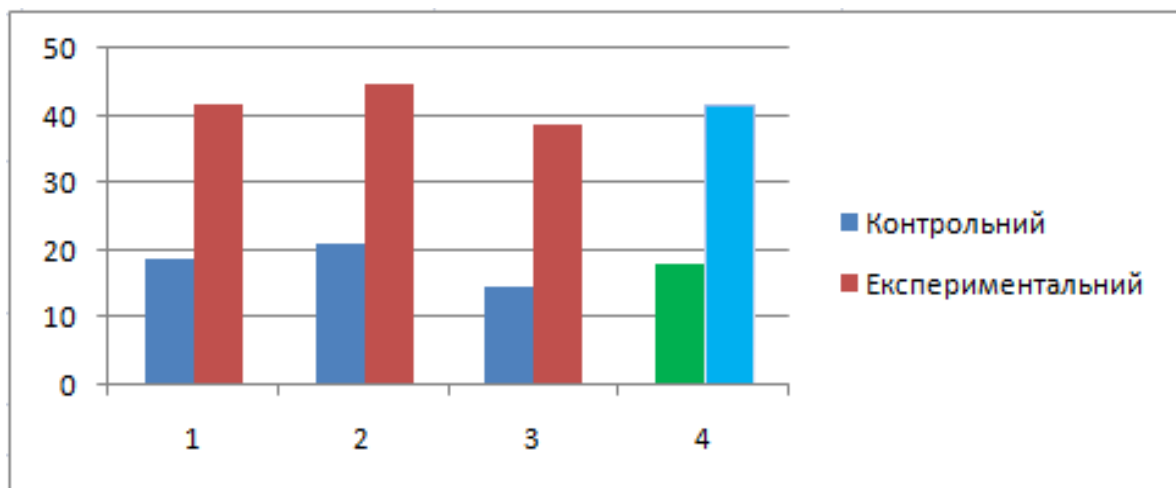
За результатами формувального експерименту виявилось, що застосування запропонованої методики з реалізації та застосування міжпредметних зв'язків для взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін дали позитивні результати, які наведені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

### Загальний коефіцієнт готовності за результатами формувального експерименту

Компоненти	Загальний коефіцієнт готовності за результатами формувального експерименту (%)			
	Констатувальний	Контрольний	Експериментальний	Різниця $K_{\text{зе}} - K_{\text{зк}}$
Мотиваційний	17,62	18,63	41,8	23,17
Інформаційно-змістовий	19,43	20,89	44,7	23,81
Оцінно-рефлексивний	13,5	14,7	38,58	23,88
Підсумковий	16,79	17,98	41,52	23,54

Графічна інтерпретація коефіцієнтів готовності студентів у контрольних й експериментальних групах та підсумкових їх значень представлена на рис. 3.1.



1 - мотиваційний компонент; 2 – інформаційно-змістовий компонент;  
3 – оцінно-рефлексивний компонент; 4 – підсумковий;

Рис. 3.1. Діаграма змін рівнів готовності за результатами дослідження у контрольних та експериментальних групах (у %)

Загальне число позитивних відповідей  $N_0$  визначається добутком числа показників готовності на число студентів, які брали участь в експерименті, таблиця 3.8.

Таблиця 3.8

**Порівняння коефіцієнтів загальної готовності за результатами педагогічного експерименту**

Етапи експерименту	Кількість студентів $n$ (груп)	Всього показників $n \cdot N_0$	Кількість позитивних відповідей	Коефіцієнт загальної готовності ( $K_2$ )
Констатувальний	412	39964	6711	16,79
Формувальний контрольні групи	384	37248	6697	17,98
Формувальний експериментальні групи	396	38412	15951	41,52

Різниця коефіцієнтів загальної готовності ( $K_2$ ) за показниками у експериментальних і контрольних групах обраховується за формулою  $d_0 = K_{ze} - K_{zk} = 41,52 - 17,98 = 23,54\%$ .

Наступним етапом є обрахування ймовірності отриманої різниці коефіцієнтів загального засвоєння знань. Для цього ми скористалися методикою розрахунку, яку запропонував П.М. Воловик [37]:

$$P_{pe} = 10 \sqrt{\frac{K_{ze}(1 - K_{ze})}{n_e}}, \quad P_{pe} = 1,39 \cdot 10^{-2} \quad (3.3)$$

$$P_{pk} = 10 \sqrt{\frac{K_{zk}(1 - K_{zk})}{n_k}}, \quad P_{pk} = 1,96 \cdot 10^{-2} \quad (3.4)$$

де  $P_{pe}$ , та  $P_{pk}$ ,  $K_{ze}$ ,  $K_{zk}$ ,  $n_e$ ,  $n_k$  – відповідно: ймовірності позитивних відповідей і рішень; коефіцієнти загального засвоєння (позитивних відповідей і рішень); кількість студентів у експериментальних та контрольних групах.

Таким чином, помилка середньої ймовірності коефіцієнтів загальної готовності не перевищує 3,1%. Оцінку ймовірності достовірності одержаної різниці проведено за допомогою нормального відхилення:

$$t_e = \frac{K_{ze} - K_{zk}}{P_e} = \frac{d}{P_e} = \frac{0,2354}{0,0139} = 16,93, \quad t_e = 16,93 \quad (3.5)$$

Так як  $t \gg 3$ , то різниця коефіцієнтів загальної готовності експериментальних і контрольних груп є суттєвою і залежить не від випадкових вибірок, а від обраної нами методики діагностування рівня сформованості готовності майбутніх фахівців до застосування міжпредметних зв'язків у професійній діяльності. За таблицями Стьюдента визначається, що імовірність достовірності одержаної різниці ймовірностей коефіцієнтів загальної готовності за показниками у експериментальних і контрольних групах дорівнює 0,9999. На основі одержаних даних обраховані середньоарифметичний коефіцієнт загальної готовності  $K_z$ , середньоквадратичне відхилення  $\sigma$ , мода  $M$ , коефіцієнт асиметрії  $A_s$ , критерій Стьюдента  $t$ . Результати подані у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9

#### Основні характеристики статистичних відхилень

Групи	$K_z$	$\sigma$	$M$	$A_s$	$T$
Експериментальні	0,4152	0,14	53,8%	-0,104	16,93
Контрольні	0,1798	0,12	26,3%	-0,041	

У нашому дослідженні форми розподілу в залежності від значень частот є багатoverшинними рядами розподілу, що свідчить про неоднорідність сукупності. Розподіл за рівнями готовності інформаційно-змістового, оцінно-рефлексивного компонентів має лівосторонню асиметрію, де «довша частина» розподілу знаходиться праворуч від математичного сподівання (додаток П).

Для обраного нами розподілу коефіцієнт засвоєння знань  $K_z$  за 65 показниками (із 97) у експериментальних груп мають значення від 45% до 65%, а у контрольних групах від 20% до 29%. Тому мода  $M$ , довша частина розподілу, розташована лівіше, а коефіцієнт асиметрії від'ємний (таблиці 3.5 та додатку Н, таблицях Н.1.1, Н.2.1).

$$A_s = \frac{K_3 - M_o}{\sigma} \quad (3.6)$$

З теорії імовірності вважається, коли  $A_s < 0,25$ , то асиметрія слабка [37]. Отримані дані свідчать, що у нашому дослідженні асиметрія має слабе вираження. Середньоквадратичне значення визначається за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N_o} \sum (K_3 - K_{3.сер})^2} \quad (3.7)$$

Різниця коефіцієнтів загального засвоєння знань у контрольних та експериментальних групах є суттєвою на рівні достовірності 95%, так як критерій Стьюдента значно перевищує граничне значення 3. Отримані результати свідчать про достовірність результатів після навчання за розробленою нами методикою у експериментальних групах. Тому можна стверджувати, що випадкові фактори у контрольних та експериментальних групах мало впливали, бо  $\sigma_e = 0,14$ ,  $\sigma_k = 0,12$ . Значення моди у експериментальних групах більше у два рази ніж у контрольних, що вказує на високу якість технології дослідження. Крива частот у експериментальних групах, у порівнянні з контрольними, має значну лівосторонню асиметрію, що свідчить про суттєвий позитивний вплив запропонованої методики реалізації міжпредметних зв'язків курсів фізики та професійно-орієнтованих дисциплін, застосування міжпредметних зв'язків у навчанні.

Аналіз гістограм (додаток П) показав, що різниця коефіцієнтів загального засвоєння знань у експериментальних та контрольних групах по 56 елементах із 97 більша за 0,26, що свідчить про високу результативність розробленої нами методики реалізації міжпредметних зв'язків курсів фізики та професійно-орієнтованих дисциплін при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства.

Помилка середньої імовірності розбіжності коефіцієнтів загальної готовності знаходиться у межах 1,39 – 1,96% і не перевищує прийнятої нами граничної похибки у 5%. Достовірність визначених у дослідженні коефіцієнтів

засвоєння знань за показниками складає 0,9826-0,9847. Ці значення не виходять за прийняті нами межі помилки 0,95.

Кількісний опис виділених показників формування міжпредметних зв'язків у експериментальних та контрольних групах, їх аналіз, синтез, узагальнення дають підставу робити висновок, що визначена гіпотеза дослідження відповідає поставленій меті і завданням.

Одержані результати свідчать, що запропонована методика сприяє виникненню вміння застосовувати майбутніми спеціалістами для лісової галузі фізичних знань при вивченні курсу ПОД і навпаки, пізнавальної активності, покращенню їх успішності. Ефективність підготовки майбутніх ФЛГ, що пов'язана з реалізацією МПЗ курсів фізики та лісівничих ПОД, залежить від забезпечення принципу наступності при реалізації МПЗ відповідних курсів, що передбачає встановлення певних співвідношень між метою, засобами, формами навчання, які дають можливість змоделювати курс фізики з опорою на досвід вивчення спецдисциплін майбутніми ФЛГ і навпаки. Це є можливим після впровадження методики реалізації МПЗ курсу фізики та дисциплін лісівничого спрямування, яка, забезпечуючи зв'язок між цими дисциплінами, сприяє поліпшенню сприйняття навчального матеріалу, підвищенню рівня творчості в процесі навчання, при цьому необхідно дотримуватись методологічної єдності матеріалу, що викладається.

Апробація та впровадження пропонованої методики застосування МПЗ курсів фізики та спецпредметів у навчальних закладах лісового господарства: запровадження методики лабораторних занять міжпредметного змісту, розв'язок фізичних задач міжпредметного змісту, використання інноваційних технологій навчання, підтвердили її ефективність за приростом рівня знань майбутніх ФЛГ, пізнавальної активності, усвідомленості навчального матеріалу.



### **3.3. Експертна оцінка створеної методичної системи та її складових у процесі взаємопов'язаного вивчення фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації лісового спрямування**

Для визначення значущості вимог до запропонованої нами методичної системи взаємопов'язаного вивчення курсу фізики і лісівничих дисциплін з урахуванням МПЗ проводилося його експертне оцінювання у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства, фахівцями у галузі освіти, методистами з фізики та інших природничо-математичних дисциплін. Серед 88 експертів було 5 докторів наук, 16 кандидатів наук і 1 аспірант.

З метою детальнішого аналізу та оцінки результатів експертиз до складу експертів увійшли 44 викладачі та 24 учителі, що працюють у школах різного типу і профілю, мають різні категорії та педагогічний стаж, та у ВНЗ I-II рівнів акредитації Рівненської, Житомирської, Волинської, Тернопільської областях, а також учителі фізики і математики, що проходили перепідготовку на курсах підвищення кваліфікації в Кіровоградському інституті післядипломної педагогічної освіти імені В.О. Сухомлинського, котрі могли оцінювати результати лише методичної системи (запровадженої моделі у вигляді схеми, та методичне забезпечення). Тут, на нашу думку, є свої особливості, які дали можливість нам судити про реальну якість саме методичного забезпечення (посібники, підібраних задач і завдань міжпредметного характеру) фахівцями, які не знали основну ідею мети дослідження, а лише оцінювали якість методичних розробок.

Науково-педагогічний та педагогічний стаж 5 експертів перевищує 40 років, 16 експертів мали стаж від 30 до 40 років, 37 експертів – від 20 до 30 років, 22 експерти – від 10 до 20 років, а також 8 експертів – менше 10 років, але творчо досліджують проблеми навчання фізики: більша частина з них є авторами наукових статей, присвячених дидактиці фізики, ведуть наукові власні дослідження, активно обговорюють результати.

Відомості про експертів подані у додатку Р.1. Отже, усі експерти мають достатній науково-методичний стаж роботи та високий рівень підготовки з методики навчання фізики.

Результати експертного опитування оброблялися за методикою «Оцінка відносної важливості кожної окремо взятої вимоги», яка характеризує методичну систему МПЗ фізики з лісівничими дисциплінами та методику її реалізації, посібника, а також запровадження у процесі взаємного вивчення фізики та лісівничих спецдисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісового господарства.

Бланк анкети експерта наведено у додатку Р.2, де на зворотному її боці для зручності роботи експертів наведено перелік складових, які входили до методичної системи.

Аналогічно до методик інших науково-методичних досліджень [47], оцінка відносної важливості кожної вимоги:

- дидактичної,
- інформаційної,
- науково-технічної,
- відповідності змісту навчального матеріалу),

проводиться за 100-бальною шкалою. Ці результати, а також їх обробку, наведено у додатках Р.3 – Р.5.

Згідно [47], в якості показників для визначення значущості кожної вимоги взято наступні критерії і показники оцінки методичної системи і методичного її забезпечення:

1. Показник узагальненої думки експертів.
2. Ступінь погодженості думок експертів.
3. Показники активності експертів.
4. Показники компетентності експертів.

1. Показники узагальненої думки експертів характеризувалися такими параметрами:

– *середнім арифметичним*  $M_j$  величини оцінки певної вимоги (у балах за 100-бальною шкалою), що обчислювалося за формулою з [47]:

$$M_j = \frac{1}{m_j} \sum_{i=1}^m C_{ij} \quad (3.8),$$

де  $m$  - кількість експертів, що оцінювали  $j$ -ту вимогу;  $C_{ij}$  - оцінка відносної важливості  $i$ -тим експертом  $j$ -тої вимоги.

Відповідно до оцінок експертів, які наведені у додатку П.3, ми отримали такі дані:

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{7335}{88} = 83 & M_2 &= \frac{7400}{88} = 84 \\ M_3 &= \frac{7800}{88} = 89 & M_4 &= \frac{7550}{88} = 86 \end{aligned}$$

– частотою максимально можливих оцінок (100 балів), що одержані  $j$ -тою вимогою, яка обчислювалася за формулою:

$$K_j = \frac{m_j^1}{m_j} \quad (3.9),$$

де  $m_j$  – загальна кількість оцінок за  $j$ -ту вимогу;  $m_j^1$  – кількість максимально можливих оцінок, що відповідають максимально можливим 100 балам за  $j$ -ту вимогу. Тоді частота максимальних оцінок для кожної вилки буде:

$$K_1 = 0,10 \quad K_2 = 0,08 \quad K_3 = 0,17 \quad K_4 = 0,07$$

– сумою рангів  $S_j$ , отриманих  $j$ -тою вимогою у такій послідовності:

1 - проводилося ранжування, яке наведено в додатку Р.3, за зниженням оцінок, які виставили експерти за кожну вимогу.

2 - для кожної вимоги обчислювалася сума рангів  $S_j$  оцінок за  $j$ -у вимогу, відповідно до формули:

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij} \quad (3.10),$$

де  $R_{ij}$  – ранг оцінки  $i$ -тим експертом  $j$ -ї вимоги.

Як наслідок виконаних розрахунків було одержано наступні значення:

$$S_1=239,5; \quad S_2=237; \quad S_3=189; \quad S_4=214,5.$$

Результати обчислення рангів наведені у додатку Р.3.

До показників ступеня погодженості думок експертів відносяться:

а) *коефіцієнт варіації*  $V_j$  оцінок, отриманих за  $j$ -ту вимогу. Методика його розрахунку аналогічно до [47]:

1 - за формулою розраховувалися дисперсії  $D_j$  дисперсія оцінок, що отримані за  $j$ -ту вимогу:

$$D_j = \frac{1}{m_j - 1} \sum_{i=1}^m (C_{ij} - M_{ij})^2 \quad (3.11);$$

2 – відповідно до рекомендацій, *середні квадратичні відхилення*  $\sigma_j$  оцінок, наданих  $j$ -й вимозі:

$$\sigma_j = \sqrt{D_j} \quad (3.12);$$

3 - обчислювалися *коефіцієнти варіації оцінок*, що були поставлені експертами за  $j$ -ту вимогу:

$$V_j = \frac{\sigma_j}{M_j} \quad (3.13).$$

Результати виконаних розрахунків наведено в табл. 3.10.

**Результати визначення показника ступеня погодженості думок експертів**

<b>Вимоги</b>	<b>Середнє арифметичне</b>  <b><math>M_j</math></b>	<b>Дисперсія</b>  <b><math>D_j</math></b>	<b>Середнє квадратичне відхилення</b>  <b><math>\sigma_i</math></b>	<b>Коефіцієнт варіації</b>  <b><math>V_j</math></b>
<b>Дидактична</b>	83	146	12,1	0,15
<b>Інформаційна</b>	84	126	11,2	0,13
<b>Науково-технічна</b>	89	69	8,3	0,09
<b>Відповідності змісту навчального матеріалу</b>	86	102	10,1	0,12

б) *коефіцієнт конкордації  $W$* , який є показником ступеня погодженості думок експертів про відносну важливість усіх запропонованих для оцінки вимог щодо створеної нами методичної системи методичного її забезпечення. Методика розрахунку цього параметра виконувалася за рекомендаціями [47], була такою:

1 - обчислювалося середнє арифметичне суми рангів, одержаних усіма напрямками дослідження [47]:

$$M[S_j] = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n S_j \quad (3.14);$$

2 - розраховувалося відхилення  $d_j$  суми рангів оцінок, виставлені за  $j$ -у вимогу, від середнього арифметичного суми рангів оцінок за усіма вимогами [47]:

$$d_j = |S_j - M[S_j]| \quad (3.15);$$

$$M[S_j] = \frac{1}{4} 880 = 220$$

Відповідно було одержано такі результати:

$$d_1=19,5; \quad d_2=17,0; \quad d_3=31,0; \quad d_4=5,5;$$

З - обчислювалися показники  $T_i$  рівнів рангів оцінок, виставлених  $i$ -тим експертом. У випадку, коли всі  $n$  рангів оцінок, виставлених  $i$ -тим експертом різні, то приймалося  $T_i=0$ . За інших умов, коли серед рангів оцінок є зв'язані, то виконувалися розрахунки показників  $T_i$  рівнів рангів оцінок за наступною формулою [47]:

$$T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l) \quad (3.16),$$

де  $l = 1, 2, \dots, L$ ;  $L$  – кількість груп з однаковими рангами в  $l$ -й групі.

Результати обчислень наведені в додатку Р.3;

– розраховувався коефіцієнт конкордації, згідно формули, що наведено в [47]:

$$W = \frac{12}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2 \quad (3.17).$$

Враховуючи, що в нашому випадку  $m = 88$ ,  $n = 4$ , розрахунки дали таку величину коефіцієнта конкордації:

$$W = \frac{12 \cdot 1661}{88^2(4^3 - 4) - 88 \cdot 834} = 0,05.$$

4. Для статистичної оцінки значущості показника погодженості думок експертів розраховувався критерій Пірсона  $\chi^2$ . Для заданого рівень значущості  $\alpha=0,05$  визначався рівень значущості за критерієм Пірсона. Величина  $\chi^2$  обчислювалася за формулою [47]:

$$\chi^2 = \frac{1}{m \cdot n(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i} \sum_{j=1}^n d_j^2 \quad (3.18).$$

$$\chi^2 = \frac{1661}{88 \cdot 4 \cdot (4+1) - \frac{1}{4-1} \cdot 834} = 1,12$$

Число ступенів вільності обчислювалося наступним чином  $\nu = n-1=3$ .

У таблиці  $\chi^2$  для даного числа ступенів вільності знаходили найближчі до визначеного за формулою значення. Найближчі табличні значення:  $\chi^2_{\text{таб.1}} = 1,01$  та  $\chi^2_{\text{таб.2}} = 1,42$ , відповідають відповідно рівням значущості  $\alpha_1=0,02$  та  $\alpha_2=0,03$ . Тому за рівень значущості приймемо число, що рівне їх середньому арифметичному:

$$\alpha_{\text{табл}} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2} = 0,025.$$

Провівши порівняння значення рівня значущості з вибраним, ми одержали, що  $\alpha_{\text{табл}} < \alpha_{\text{вибр}}$ .

4. Коефіцієнт активності експертів для  $j$ -тої вимоги розраховувався за формулою:

$$K_j = \frac{m_j}{m} \quad (3.19)$$

За умов, що всі експерти оцінили всі вимоги до методичної системи

поєднання МПЗ з фізики і лісівничих дисциплін та її запровадження у навчальний процес з курсу фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісівничого спрямування, маємо:

$$K_1=1; \quad K_2=1; \quad K_3=1; \quad K_4=1.$$

5. Коефіцієнт компетентності експертів обраховувався за наступною формулою, аналогічно до [47]:

$$K_k = \frac{K_s + K_a}{2} \quad (3.20)$$

де  $K_s$  – коефіцієнт ступеня знайомства з розглянутою проблемою;  $K_a$  – коефіцієнт аргументованості.

Коефіцієнт ступеня знайомства  $K_s$  обчислювався через нормування значення власної оцінки експерта, тобто помноживши оцінку експерта на 0,1. Коефіцієнт аргументованості обчислювався як сума чисел, позначених у таблиці джерел аргументації.

Тоді середнє значення коефіцієнта компетентності експертів буде виражене числом, яке у випадку наближення до «1» свідчить про високий рівень узгодженості:

$$\langle K_k \rangle = \frac{73}{88} = 0,83.$$

Визначення компетентності експертів та результати компетентності подані у додатку Р.5.

Отримані результати дають можливість високо оцінити компонентів усіх експертів за обраними критеріями оцінки методичної системи та методики і методичного забезпечення щодо запровадження міжпредметних зв'язків у



процесі взаємного вивчення фізики і лісівничих спецдисциплін у навчально-виховному процесі з курсу фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації з метою поліпшення якості вивчення.

Можна стверджувати, що експертна оцінка якості запропонованої методичної системи та відповідності її вимогам підготовки фахівців лісового господарства у процесі навчання фізики і спецдисциплін на основі міжпредметних зв'язків підтвердила нашу гіпотезу. Таким чином ця система як цілісне поєднання та окремі її компоненти можуть успішно запроваджуватися у процесі навчання фізики.

### **Висновки до розділу 3**

У ході експериментально-дослідної роботи:

1. Оцінено ефективність розробленої методичної системи застосування міжпредметних зв'язків для взаємного навчання фізики та лісівничих дисциплін в процесі підготовки майбутніх фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації. З цією метою розроблено систему критеріїв і показників сформованості міжпредметних знань, умінь і навичок майбутніх молодших фахівців лісового господарства; за обраною методикою визначені рівні сформованості компонентів: мотиваційного, інформаційно-змістового, оцінно-рефлексивного.

2. Здійснено аналіз кількісних та якісних показників рівня сформованості міжпредметних знань, умінь та навичок майбутніх фахівців лісового господарства у контрольних та експериментальних групах і встановлено, що на основі констатувального експерименту (до проведення педагогічного експерименту) рівень сформованості за відповідними показниками у контрольних (384 студенти) та експериментальних (396 студентів) групах складає не суттєві відмінності за такими компонентами і становить: мотиваційний – біля 17,6%; інформаційно-змістовий – 19,4%; оцінно-рефлексивний – 13,5%.

В результаті запровадження розробленої методичної системи рівень навчальних досягнень студентів у цих же групах за такими ж показниками після проведення експерименту становив для контрольної групи: мотиваційний – 18,6% проти 41,8% в експериментальних групах; інформаційно-змістовий – у контрольних групах – 20,9% проти 44,7% в експериментальних групах; оцінно-рефлексивний – у контрольних групах становить 14,7% проти 38,58 в експериментальних групах, що свідчить про достовірність одержаних позитивних результатів на рівні 0,95.

3. Визначено ступінь звертання майбутніх фахівців лісової галузі до фізичних знань під час навчально-виховного процесу з курсів спеціальних дисциплін та до знань спеціальних дисциплін на заняттях фізики, вплив фізичних знань на якість засвоєння навчального матеріалу з професійно-орієнтованих дисциплін і таким чином доведено суттєвий вплив фізичних знань на формування професійного становлення майбутнього фахівця лісового господарства, а впровадження у навчальний процес лісових навчальних закладів I-II рівнів акредитації методичної системи для реалізації міжпредметних зв'язків при взаємному вивченні фізики та спецдисциплін забезпечує достатньо високий рівень сформованості міжпредметних знань, умінь і навичок.

4. Експертна оцінка якості запропонованої методичної системи, що ґрунтується на результатах проведеної експертизи 88 фахівцями за чотирма вимогами (дидактичної – 83%, інформаційної – 84%, науково-технічної – 89%, відповідності змісту навчального матеріалу – 86%) підтвердила достатньо високий рівень методичного її забезпечення та доцільності реалізації у навчально-виховному процесі у закладах лісівничого спрямування.

Високий рівень методичного забезпечення взаємного вивчення фізики і спецдисциплін лісівничого спрямування показали і результати апробації методичної системи, які подаються у вигляді довідок про впровадження, що представлені у додатках.

Таким чином експериментальна перевірка методичної системи взаємного вивчення курсу фізики і лісівничих дисциплін у освітніх навчальних закладах I-

II рівнів акредитації та оцінка методичного її забезпечення підтвердили нашу гіпотезу і результати наукового дослідження.

## ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено вирішення проблеми дослідження взаємного навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації, які здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства; створено навчальний посібник, що містить міжпредметний матеріал курсу фізики з лісогосподарськими дисциплінами, який рекомендовано використовувати як на заняттях фізики, так і при вивченні спецдисциплін в лісних ВНЗ I-II рівнів акредитації.

При цьому основні висновки полягають у наступному:

1. У рамках інтегрованого підходу до взаємозв'язаного навчання проаналізований зміст програм фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у лісових навчальних закладах I-II рівнів акредитації та встановлено міжпредметні зв'язки у змістово-процесуальному компоненті навчання фізики майбутніх фахівців лісового господарства.

2. Виконаний нами аналіз теорії і практики системного використання засобів і способів реалізації міжпредметних зв'язків фізики та лісогосподарських дисциплін дозволив обґрунтувати дидактичну сутність відбору матеріалу міжпредметного змісту в процесі навчання фізики у ВНЗ I-II рівнів акредитації при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства. На основі цього матеріалу підготовлено і видано посібник, який розширює обсяг матеріалу з фізики у зв'язку із реалізацією міжпредметних зв'язків поєднаного вивчення курсу фізики і дисциплін лісового спрямування у закладах, що готують молодших фахівців лісового господарства.

3. На основі одержаних результатів розроблено методику реалізації міжпредметних зв'язків фізики і лісівничих дисциплін у навчально-пізнавальній діяльності з фізики, яка спрямована на формування основоположних природничо-наукових понять професійно-орієнтованих дисциплін лісогосподарського циклу та підвищення якості знань і професійної компетентності випускників лісових навчальних закладів I-II рівнів акредитації.

4. Розроблена методика та рекомендований посібник складають основу створеної методичної системи навчання фізики з контекстно-орієнтованою змістово-процесуальною складовою, яка реалізовується на засадах міждисциплінарної інтеграції зв'язків із лісівничих дисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації, що здійснюють підготовку майбутніх фахівців лісового господарства, яка дозволила розширити вплив навчального фізичного матеріалу на формування фахових компетенцій студентів. Крім того, рекомендована методична система охоплює фізичні задачі та вправи міжпредметного змісту, що відбиває професійну спрямованість підготовки фахівця даної галузі, а також лабораторні роботи з фізики дослідницького характеру з яких дві є новими, авторськими.

5. Проведений педагогічний експеримент щодо ефективності методичної системи, методики реалізації міжпредметних зв'язків фізики з професійно-орієнтованими дисциплінами в лісних освітніх закладах I-II рівнів акредитації та посібника і методичного забезпечення підтвердив достатньо високі результати у формуванні мотиваційного, інформаційно-змістового, оцінно-рефлексивного компонентів професійної підготовки майбутніх фахівців лісової галузі. Результати педагогічного експерименту з охопленням 780 респондентів свідчать про те, що застосування розробленої методичної системи для взаємного навчання фізики і лісівничих спецдисциплін у ВНЗ I-II рівнів акредитації забезпечує такі кількісно виражені результати: коефіцієнт засвоєння показників мотиваційного компонента у всіх рівнів зріс на 22-25%, інформаційно-змістового – 20-26%, оцінно-рефлексивного – 24-27%, що свідчить про підтвердження гіпотези та ефективності одержаних у дослідженні результатів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Атаманчук П.С. Управління процесом навчальної діяльності / П.С. Атаманчук – Кам'янець–Подільський: Кам'янець–Подільський державний педагогічний інститут, 1997. – 136 с.
2. Абас-Заде А.А. О связи физики с химией в процессе преподавания физики в средней школе: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «теория и методика обучения (физика)» / А.А. Абас-Заде – Баку: 1964. – 164 с.
3. Абдураманов А.А. Вопросы физики и физики атмосферы. (Сборник статей) / А.А. Абдураманов – Ташкент: 1974. – 134 с.
4. Акимущин И.П. Занимательная биология / И.П. Акимущин – М.: Молодая гвардия, 1967. – 211 с.
5. Алешин Е.П. Физиология растений / Е.П. Алешин, А.А. Пономарев – М.: Агропромиздат, 1985. – 254 с.
6. Андрианов В.М. Удивительный мир физики: Афоризмы. Изречения. Цитаты / В.М. Андрианов – Винница: 1996. – 220 с.
7. Андреева Т.И. Установление межпредметных связей как дидактическое средство повышения эффективности учебного процесса по физике / Т.И. Андреева – М.: Просвещение, 1973. – 117 с.
8. Антонов Н.С. Слагаемые знаний: О межпредметных связях в учебном процессе / Н.С. Антонов – Архангельск: Сев-Зап. кн. изд-во, 1969. – 152 с.
9. Атанов Г.А. Деятельностный подход в обучении / Г.А. Атанов – Донецк: ЕАИ-пресс, 2001. – 160 с.
10. Атрохин В.Г. Лесоводство / В.Г. Атрохин, Г.В. Кузнецов – М.: Агропромиздат, 1989. – 400 с.
11. Безденежных Е.А. Физика в живой природе и медицине / Е.А. Безденежных, И.С. Брикман – К.: Радянська школа, 1976. – 199 с.
12. Белый Н.С. Пути осуществления межпредметных связей в обучении физике / Н.С. Белый // Физика в школе – 1985. – №4. – С. 40-43.

13. Белов А.Д. Ультразвук в с/х / А.Д. Белов – М.: Просвещение, 1988. – 132 с.
14. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П. Беспалько – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
15. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия) / В.П. Беспалько. – М.: МПСИ, МОДЭК, 2002. – 352 с.
16. Быков Ф.А. Физиология растений, микробиология, биофизика / Ф.А. Быков, А.М. Пономарев – Пермь: 1969. – 235 с.
17. Биков Л.О. Фізика в сільському господарстві / Л.О. Биков – К.: Радянська школа, 1974. – 221 с.
18. Бирка М.Ф. Інноваційні засоби навчання / М.Ф. Бирка // Освіта Буковини. – 20 трав. 2011 р. – №9. С.1-13. – (вкладка: наукова діяльність).
19. Боровик А. Реалізація ідеї міжпредметних зв'язків в процесі розв'язування узагальнюючих задач з фізики / А. Боровик, Л. Калапуша, Є. Ольгович // Фізика та астрономія в школі. – 1996. – № 2. – С. 11-13.
20. Бугаев А.И. Методика преподавания физика в средней школе: теоретические основы / А.И. Бугаев – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
21. Бугайов О.І. Деякі концептуальні положення розробки засобів комп'ютерної підтримки навчання фізики / О.І. Бугайов, М.В. Головкин, В.С. Коваль // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. Серія: педагогічні науки. – 2005. Вип. 30. – С. 36-39.
22. Бузько В. Л. Реалізація міжпредметних зв'язків у процесі навчання фізики / В. Бузько, С. Величко // Наукові записки: Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград. – 2008. – Вип. 82 (1). – С. 139-144.
23. Бушок Г.Ф. Науково-методичні основи викладання фізики / Г.Ф. Бушок, Б.С. Колупаєв – Рівне: Діва, 1999. – 410 с.
24. Вайданич В.І. Фізика / В.І. Вайданич, Г.М. Пенцак – Львів: 2005. – 663с.
25. Величко С.П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту в

сучасній середній школі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. пед. наук: спец. 13.00.02 «теорія та методика навчання (фізика)» / С.П. Величко. – К.: 1998. – 34 с.

26. Величко С.П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі / С.П. Величко. – Кіровоград, 1998. – 302 с.

27. Величко С.П. Лабораторний практикум з безпеки життєдіяльності: [навч. пос.] / С.П. Величко, І.Л. Царенко. – К. : ВД “Професіонал”, 2008. – 192с.

28. Величко С.П. Навчальний комплект „Спектрометр-01” та особливості його використання в лабораторному практикумі у ВНЗ / С.П. Величко, С.Г. Ковальов // Актуальність проблем підготовки вчителів природничо-наукових дисциплін для сучасної загальноосвітньої школи : [матеріали Всеукр. наук.-практ. конф.]; (Умань, Україна, 18–19 жовт. 2012 р.). – Умань: Обл.-Вид., 2012. – С. 32–34.

29. Веретенников А.В. Физиология растений с основами биохимии / А.В. Веретенников – Воронеж: изд-во Воронежского университета, 1987. – 254 с.

30. Визгерт К.В. О некоторых вопросах взаимодействия в природе / К.В. Визгерт – Л.: Край, 2001. – 44 с.

31. Визгерт К.В. О некоторых вопросах взаимодействия в природе / К.В. Визгерт – Л.: Край, 2001. – 52 с.

32. Вінтовін І. Деревинознавство / І. Вінтовін, І. Сопушинський, А. Тайшінгер – Львів: 2007. – 311 с.

33. Вовкотруб В.П. Удосконалення класифікації видів шкільного фізичного експерименту за змістом, метою і методами виконання / В. П. Вовкотруб, Н.В. Подопрігора // Наукові записки. Педагогічні науки.: [зб. наук. пр.]. – Вип. 60. – Кіровоград : РВВ КДПУ, 2005. – С.175–178.

34. Войтович О.П. Використання навчальних задач міжпредметного змісту в шкільному курсі фізики / О.П. Войтович, Ю.М. Галатюк // Фізика. Нові технології навчання: зб. наук. праць студентів і молодих науковців. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2008. – Випуск 6. – С. 41–44.



35. Войтович О.П. Міжпредметні зв'язки у навчанні фізики в основній школі: навчально–методичний посібник / О.П.Войтович, Ю.М. Галатюк. – Рівне: РВВ РДГУ, 2010.–105с.

36. Войтович О.П. Міжпредметні зв'язки у навчанні фізики як засіб розвитку творчих здібностей учнів основної школи: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Войтович Оксана Петрівна. – Рівне, 2010. – 219 с.

37. Воловик П.М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці / П. М. Воловик. - К., 1969.

38. Волькенштейн М.В. Общая биофизика / М.В. Волькенштейн – М.: Наука, 1978. – 440 с.

39. Воробьев Г.В. Проблема межпредметных связей // Межпредметные связи в учебном процессе: Тематический сборник статей / Редактор составитель Г.В. Воробьев – Н.: 1974. – С. 3-17.

40. Всесвятський Б.В. Системний підхід к біологічному образованию в средней школе / Б.В. Всесвятський – М.: Просвещение, 1985. – 143 с.

41. Галатюк Ю.М. Інноваційні стратегії інтегрованого вивчення фізики та інших природничих дисциплін у сучасній школі / Ю.М. Галатюк, Н.С. Савчук // Імідж сучасного педагога. – 2002. – № 2 (21).– С. 40–45.

42. Галатюк Ю. Технологія комп'ютерного управління процесом розв'язку творчої фізичної задачі / Ю. Галатюк // Інформаційні технології в професійній діяльності: всеукр. наук.-практ. конф., 2014 р.: тези доп. – Рівне, 2014. – С. 13-15.

43. Галузо И.В. Физика в сельском хозяйстве: Учебное пособие для учащихся средних сельских ПТУ / И.В.Галузо, Л.П.Кузнецов. – Минск: Ураджай, 1996. – 302 с.

44. Гладковая Р.А. Сборник задач и вопросов по физике для средних специальных учебных заведений / Р.А. Гладковая – М.: Наука, 1988. – 383 с.

45. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях / М.И. Грабарь, К.А. Краснянская. — М.: Педагогика, 1997. — 136 с.

46. Герасимова Л.Н. Реализация межпредметных связей физики, биологии

и трудового обучения в сельской общеобразовательной школе: автореф. на соискание науч. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «теория и методика обучения (физика)» / Л.Н. Герасимова – М.: 1986. – 19 с.

47. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : [учебное пособие для студ. вузов] / В.Е. Гурман. – М.: Высшая школа, 1999. – 400 с.

48. Гончаренко С.У. Связь преподавания физики с производственным обучением / С.У. Гончаренко – К.: Наука, 1960. – 15 с.

49. Гончаренко С.У. Фізика– 10 клас / С.У Гончаренко – К.: Освіта, 1995. – 429 с.

50. Гончаренко С.У. Фізика – 10 клас / С.У. Гончаренко– К.: Освіта, 1998. – 286 с.

51. Гончаренко С.У. Фізика – 11 клас / С.У. Гончаренко – К.: Освіта, 1998. – 286 с.

52. Гончаренко С.У. Педагогічні дослідження. Методологічні поради молодим науковцям / С.У. Гончаренко. – К.- Вінниця: ДОВ «Вінниця», 2008. – 278 с.

53. Горбань М.Т. Систематизація знань учнів на основі міжпредметних зв'язків / М.Т. Горбань // Фізика та астрономія в школі. – 1999 – № 2 – С.21.

54. Григора І.М. Ботаніка / І.М. Григора, С.І. Шаброва, І.М. Алейніков – К.: Український філософський центр, 2004. – 475 с.

55. Грицук Ю.В. Мультимедійний супровід навчального процесу як фактор збільшення ефективності / Ю.В. Грицук, О.В. Грицук // Новітні комп'ютерні технології: міжнар. наук.-практ. конф., 14-17 верес. 2010 р.: тези доп. – Київ-Севастопіль, 2010. – С. 102-103.

56. Гузь В.В. Дидактичні умови формування екологічної культури старшокласників у процесі навчання предметів природничо-наукового циклу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13. 00. 09 «Теорія навчання» / В.В. Гузь. – Київ, 2011. – 22 с.

57. Гуторов В.С. Особенности структур межпредметных связей в средних

професійно-технічних училищах / В.С. Гуторов // Советская педагогика. – 1973.– № 11. – С. 48-57.

58. Давиденко А.А. Творча діяльність учнів при розв'язуванні винахідницьких задач / А.А. Давиденко // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 3. – С. 10-13.

59. Давиденко А.А. Фотографічний метод дослідження фізичних явищ / А.А. Давиденко, Є.В. Коршак // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – № 3. – С. 12-13, 57.

60. Дедович В.М. Інтеграція знань про природу в старшокласників / В.М. Дедович – Чернігів: ЧДПІ, 1993. – 56 с.

61. Делеган І.В. Біологія лісових птахів і звірів / І.В. Делеган, І.І. Делеган, І.І. Делеган – Львів: Поллі, 2005. – 599 с.

62. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Навчальний посібник / В.С. Джигирей. – К. : Знання, 2006. – 319 с.

63. Дик Ю.И. Межпредметные связи курса физики в средней школе / Ю.И. Дик, И.К. Турышев, Ю.И. Лукьянов – М.: Просвещение, 1987. – 191 с.

64. Експеримент на екрані комп'ютера: [монографія] / [Ю.О. Жук, С.П. Величко, О.М. Соколюк та ін.]; за ред. Жука Ю.О. – К.: Педагогічна думка, 2012. – 180 с.

65. Емельянов В.А. Формирование и развитие физических понятий в процессе осуществления межпредметных связей // Методические рекомендации по физике / под. ред. Самойленко. П.И. – М.: Высшая школа, 1986. – Выпуск 10. – С. 31-48.

66. Еремкин А.И. Система межпредметных связей в высшей школе / аспект подготовки учителя / А.И. Еремкин – Харьков: Высшая школа., 1984. – 152 с.

67. Жалдак М.І. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики / М.І. Жалдак, В.В. Лапінський, М.І. Шут // Інформатика: всеукраїнська газета для вчителів інформатики. – К.: Шкільний світ, 2006. – № 3-4. С. 3-96.

68. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках фізики: [посібник для вчителів] / М.І. Жалдак, Ю.К. Набочук, І.Л. Семещук. – Костопіль: РВП “Роса”, 2005. – 228 с.
69. Жданов Л.С. Підручник з фізики для середніх спеціальних навчальних закладів / Л.С. Жданов – М.: Наука, 1982. – 563 с.
70. Жук Ю.О. Викладання фізики і нові інформаційні технології навчання / Жук Ю.О. // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 1 – С. 13-16.
71. Жук Ю.О. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі: [посібник] / Ю.О. Жук, О.М. Соколюк, І.В. Соколова, П.К. Соколов; за ред. Ю.О. Жука. – К.: Педагогічна думка, 2001. – 152 с.
72. Заболотний В.Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа: [монографія] / В.Ф. Заболотний. – Вінниця: Едельвейс і К, 2009. – 453 с.
73. Заболотний В.Ф. Демонстраційні засади застосування мультимедіа у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики: автореф. дис. ... д-ра пед наук: 13.00.02 / Володимир Федорович Заболотний. – К., 2010. – 40 с.
74. Закота Л.А. Проблемне навчання фізики / Л.А. Закота, О.І. Ляшенко – К.: Радянська школа, 1985. – 96 с.
75. Запольський А.К. Основи екології / А.К. Запольський, А.І. Салюк – К.: Вища школа, 2005. – 381 с.
76. Збаравська Л.Ю. Реалізація принципів фундаментальної та професійної спрямованості як методична основа концепції навчання фізики в аграрно-технічному навчальному закладі / Л.Ю. Збаравська // Наукові записки. Серія: Психолого-педагогічні науки. – 2011. - № 10. – С. 36-40. – (Ніжинський державний університет ім. М. Гоголя).
77. Зверев И.Д. Межпредметные связи в современной школе / И.Д. Зверев, В.Н. Максимова – М.: Педагогика, 1981. – 159 с.
78. Зверев И. Д. Экологическое и эстетическое воспитание школьников / И.Д. Зверев, А. П. Печко, А.П. Сидельковский. – М.: Педагогика, 1984. – 135 с.

79. Зв'язок фізики з виробничим навчанням / за загальною ред. О.С. Дубинчук. – К.: Вища школа, 1981. – 128 с.
80. Зеликов В.Д. Почвоведение с основами агрохимии / В.Д. Зеликов, Г.И. Мальцев – М.: Агропромиздат, 1986. – 239 с.
81. Зорька О.В. Елементи цікавої фізики як засіб формування пізнавального інтересу: диск. ... канд. пед. наук: 13. 00.02 «теорія та методика навчання (фізика)» / Зорька Олександр Володимирович. – Київ, 1995. – 154 с.
82. Зорька О.В. Використання новітніх інформаційних технологій для встановлення міжпредметних зв'язків фізики з професійно-орієнтовними дисциплінами / О.В. Зорька, **А.С. Юрченко** // Інформаційні технології в професійній діяльності: всеукр. наук.-практ. конф. студ., аспір. та науков., 27 бер. 2008 р.: матеріали конф. – Рівне, 2008. – С.11-13.
83. Злобин Ю.А. Основи екології / Ю.А. Злобин – К.: Лібра, 1998. – 248 с.
84. Изучение физики в школе / под. ред. Е.В. Коршака. – К.: Радянська школа, 1986. – 137 с.
85. Ильин В.И. Единая физика дает ответы на глобальные вопросы энергетики, геофизики, биологии и философии / Ильин В.И. – М.: Просвещение, 1997. – 48 с.
86. Ильченко В.Р. Перекрестки физики, химии и биологии / Ильченко В.Р. – М.: Просвещение, 1981. – 322 с.
87. Ильченко В.Р. Формирование естественнонаучного миропонимания школьников / В.Р. Ильченко – М.: Просвещение, 1993. – 192 с.
88. Іваненко С.В. Інформаційні технології в організації бухгалтерського обліку та аудиту / С.В. Іваненко– К.: Знання – Прес, 2003. – 349 с.
89. Іваницький С.М. Ґрунтознавство / С.М. Іваницький, Г.Р. Щирба – Тернопіль: Збруч, 2005. – 227 с.
90. Іваницький О. І. Управління учителем фізики навчальною діяльністю учнів в умовах комп'ютерного навчання / О. І. Іваницький, В. М. Ковальова // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г Шевченка. – 2010. – № 77. – С. 80-85.

91. Ірліна М.Є. Збірник задач з фізики для технікумів / М.Є. Ірліна, Н.О. Савченко – К.: Вища школа, 1981. – 174 с.
92. Кавін В.І., Зв'язок фізики з виробничим навчанням / [ В.І. Кавін, Н.М. Сопян, Б.М. Ступарик, С.С. Шумега ]. – К.: Наука, 1981. – 127 с.
93. Карпухіна Е. А. Межпредметные задачи как средство предпрофильной подготовки учащихся при обучении физике: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Елена Анатольевна Карпухина. – М., 2009. – 158 с.
94. Кауричева И.С. Почвоведение / И.С. Кауричева – М.: Колос, 1982.– 496 с.
95. Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики / Ц.Б. Кац – М.: Просвещение, 1972. – 221 с.
96. Кац Ц.Б. Физика и живая природа / Ц.Б. Кац // Физика в школе. – 1978. – № 2. – С. 52.
97. Кац Ц.Б. Методика использования биофизического материала на уроках физики / Ц.Б. Кац // Физика в школе. – 1984. – № 1. – С. 39-41.
98. Кедров Б.М. Предмет и взаимосвязь естественных наук / Б.М. Кедров – М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1962. – 94 с.
99. Ковальчук Л. О, Когут І. О. Міжпредметні зв'язки у процесі вивчення хімії в загальноосвітній школі / Л.О. Ковальчук, І.О. Когут // Вісник Львівського ун-ту. Серія педагогічна. – Львів. – 2008. – Вип 23. – С. 80–89.
100. Коршак Є. Значення інтеграції знань у підготовці фахівців / Є. Коршак, Г. Шатковська // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 1. – С. 20–23.
101. Кузьмин Н.Н. Взаимосвязь физики с другими предметами естественного цикла как необходимое дидактическое условие формирования общих естественнонаучных понятий / Н.Н. Кузьмин – Челябинск, 1985. – 19 с.
102. Кулагин П.Г. Межпредметные связи в процессе обучения / П.Г. Кулагин– М.: Просвещение, 1981. – 96 с.
103. Куриленко Н. В. Поняття про екологічну компетентність її структуру та умови формування у процесі навчання фізики учнів основної школи /

Н. В. Куриленко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 3. Педагогічні науки : фізика і математика у вищій і середній школі. – 2013. – № 12. – С. 30-38.

104. Кушнір Р.М. Курс фізики: Навчальний посібник для студентів хімічних і біологічних спеціальностей університетів / Р.М. Кушнір – Л.: ЛНУ ім. І.Франка, 2000. – 148 с.

105. Крамер Д. Пол Физиология древесных растений / Пол Д. Крамер, Теодор Т. Козловский – М.: Лесная промышленность, 1983. – 462 с.

106. Лир Х. Физиология древесных растений / Х. Лир, Г. Польштер, Г И. Фидлер – М.: Лесная промышленность. 1974. – 423 с.

107. Левитан Е.П. Экологическое воспитание учащихся на уроках и внеклассных занятиях по астрономии / Е.П.Левитан // Физика в школе. – 1984. – № 6. – С. 62-68.

108. Лернер И.Я. Дидактическая система методов обучения / И.Я. Лернер – М.: Знание, 1976. – 64 с.

109. Лошкарева Н.А. О понятии и видах межпредметных связей / Н.А. Лошкарева // Советская педагогіка. – 1972. – № 6 – С. 48-56.

110. Малафіїк І.В. Урок в сучасній школі: Питання теорії і практики / І.В. Малафіїк – Рівне: 1997. –175 с.

111. Макогон О.Г. Цікаві відомості про тварин / О.Г. Макогон – К.: Радянська школа, 1968. – 78 с.

112. Максимова В.Н. Методические рекомендации к работе учителей и студентов над проблемой межпредметных связей / В.Н. Максимова – Ленинград: 1976. – 23 с.

113. Максимова В.Н. Межпредметные связи в учебно-воспитальном процессе современной школы: Учебное пособие по спецкурсу для студентов пед. ин-тов / В.Н. Максимова – М.: Просвещение, 1987. – 160 с.

114. Максимова В.Н. Межпредметные связи в обучении биологии / В.Н. Максимова, Н.В. Груздева – М.: Просвещение. – 1987. – 184 с.

115. Максимова В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения /

В.Н. Максимова – М.: Просвещение, 1988. – 192 с.

116. Маркович Л. М. Екологічні знання як чинник гуманітаризації шкільного курсу фізики : дис.. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія і методика навчання» (фізика) / Маркович Людмила Михайлівна. – Київ, 2006. – 269 с.

117. Мартинюк М.Т. Базовий курс фізики, інтегрований з астрономією: Досвід теоретико-експериментального обґрунтування / М.Т. Мартинюк– К.: Знання, 1999. – 121 с.

118. Матвеева Г.В. Ботаніка / Г.В. Матвеева, А.Д. Тарабрин – М.: ВО Агропромиздат, 1989. – 286 с.

119. Махінова М.В. Інтерактивний підхід при читанні лекції [Електронний ресурс] / М.В. Махінова. – Режим доступу: [http://www.rusnauka.com / 31\\_PRNT\\_2010 / Pedagogica / 73210.dos.htm](http://www.rusnauka.com / 31_PRNT_2010 / Pedagogica / 73210.dos.htm).

120. Межпредметные связи в процессе обучения: Сборник статей / Рязан. гос. пед. ин.-т. – Рязань: РГПИ, 1976. – 68 с.

121. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин. Пособие для учителя. Сборник статей / науч. ред. В.Н. Федорова – М.: Просвещение, 1980. – 207 с.

122. Межпредметные связи в преподавании основ наук в средней школе: Межвуз. сб. научн. тр. / Челяб. гос. пед. ин.-т. – Челябинск: ЧГПИ. 1982. – 157 с.

123. Мелехов И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов – М.: Лесная промышленность, 1980. – 407 с.

124. Мендерецкий В.В. Реализация межпредметных связей при формировании экспериментальных умений учащихся в обучении физике в 7-8 классах: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 «теорія та методика навчання (фізика)» / Мендерецкий Вадим Владиславович — Київ, 1992. – 213 с.

125. Мерион Дж. Общая физика с биологическими примерами / Дж. Мерион– М.: Высшая школа, 1986 – 623 с.

126. Михайленко А.Л. Древесиноведение и лесное товароведение / А.Л. Михайленко – М.: Лесная промышленность, 1987. – 220 с.



127. Міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики в середній школі / під ред. О.В. Сергєєва – К.: Радянська школа, 1979. –120 с.
128. Молекулярная физика и биофизика водных систем / Сборник статей / Выпуск 1. – Л.: 1973.
129. Молотковский Ю.Г. Биофизические методы в физиологии растений / Ю.Г. Молотковский – М.: Наука, 1971. – 110 с.
130. Морозова Е.А. Межпредметные связи «физика – биология» при изучении раздела «Колебания и волны» / Е.А. Морозова // Физика в школе. – 1978. – № 3. С. 48-55.
131. Назаренко І.І., Грунтознавство / І.І. Назаренко, В.А. Нікорич – Чернівці: 2003. – 399 с.
132. Нестеров В.Г. Общее лесоводство / В.Г. Нестеров – М.: Гослесбумиздат, 1954. – 387 с.
133. Новоселецький М.Ю. Фізична екологія / М.Ю. Новоселецький, Д.В. Лико, А.Л. Панасюк, В.І. Тищук – К.: Кондор, 2009. – 479 с.
134. Операційна основа мислення та її розвиток на уроках фізики: Методичні рекомендації / [Тимощук В.О., Тищук В.І.]; під ред. В.І. Тищука. – Рівне: РДП, 1996. – 59 с.
135. Опря А.Т. Статистика / А.Т. Опря – К.: Центр учбової літератури, 2012. – 448 с.
136. Організація навчально-виховного процесу // Досвід роботи вищих навчальних закладів I-II рівня акредитації. – Немішаєве: РВВ Наукметодцентру, 2004. – № 2. – С. 63- 66.
137. Організація навчально-виховного процесу // Досвід роботи вищих навчальних закладів I-II рівня акредитації. – Немішаєве: РВВ Наукметодцентру, 2004. – № 4. – С. 94-98, 168-174.
138. Організація навчально-виховного процесу // Досвід роботи вищих навчальних закладів I-II рівня акредитації. – Немішаєве: РВВ Наукметодцентру, 2006. – № 6. – С. 156-163.
139. Організація навчально-виховного процесу. Досвід роботи вищих

навчальних закладів I-II рівнів акредитації – Немішаєве: РВВ Наукметодцентру, 2006. – № 8. – С.122-131

140. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: Теоретичні основи / Павленко А.І. – К.: Міжнародна фінансова агенція, 1997. – 177 с.

141. Паерлс Р. Законы природы / Р. Паерлс – М.: Физматгаз, 1962. – 340 с.

142. Паламарчук В.І. Реалізація міжпредметних зв'язків у процесі проблемного навчання в технікумах. Методична розробка / В.І. Паламарчук, В.В. Ліванець – К.: Республіканський НМК по середній професійній освіті, 1975. – 50 с.

143. Патури Ф. Растения - гениальные инженеры природы / Ф. Патури – М.: Прогрес, 1979. – 311 с.

144. Педагогічні технології: теорія і практика. Курс лекцій [Текст] : навч. посіб. / під ред. М. В. Гриньова. – Полтава : АС МІ, 2004. – 180 с.

145. Перельман Я.И. Занимательная физика. Кн. 1 и 2 / Я.И. Перельман – М.: Наука, 1976. – 290 с.

146. Перышкин А.В. Основы методики преподавания физики в средней школе / А.В. Перышкин, В.Г. Разумовский, В.А. Фабрикант – М.: Просвещение, 1984. – 397 с.

147. Пехота О.М. Освітні технології: [навч.-метод. посібник] / О.М. Пехота, А.З. Кіктенко, О.М. Любарська та ін.; [ред. О.М. Пехоти]. – К. : “А.С.К.”, 2002. – 255 с.

148. Пинский А.А. Межпредметные связи физики и математики / Межпредметные связи естественно-математических дисциплин / А.А. Пинский, С.Т. Тхамонова – М.: Просвещение, 1980. – С. 54-61.

149. Підласий І.П. Педагогічні інновації / І.П. Підласий, А.І. Підласий // Рідна школа. – 1998. – № 12. – С. 3.

150. Пінчук О. П. Дидактичний потенціал мультимедійних технологій у загальноосвітній школі / О. П. Пінчук // Наукові записки: Зб. наук. пр. Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 2007. – Вип. LXVI (66). – С. 155-164.

151. Піскун О. Від фізики до хімії, біології, медицини через якісні задачі / Олександр Піскун // Фізика та астрономія в школі.–2002. – № 1. – С.32–34.
152. Повар С.В. Інтеграція знань з фізики і математики як засіб формування творчого мислення старшокласників: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 „Теорія і методика навчання фізики” / С.В. Повар.– К., 2007. –20 с.
153. Погребняк П.С. Общее лесоводство / П.С. Погребняк – М.: Колос, 1968. – 440 с.
154. Пометун О.І. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: [наук.-метод. посібн.] / О.І. Пометун, Л.В. Пироженко; за ред. О.І. Пометун. – К.: Видавництво А.С.К., 2004. – 192 с.
155. Пономарев А.М. Физиология растений, микробиология, биофизика / А.М. Пономарев – Пермь: 1976. – 235 с.
156. Посудін Ю.І. Біофізика рослин / Ю.І. Посудін – Вінниця: Нова книга, 2004. – 252 с.
157. Потапов Ф.И. Межпредметные связи в учебном процессе в среднем сельском профессиональном училище / Ф.И. Потапов – М.: Высшая школа, 1977. – 100 с.
158. Психолого-педагогические аспекты учебного процесса в школе / под ред. С.Д. Максименко – К.: Радянська школа, 1983. – 176 с.
159. Рахманов Р. Физический практикум с элементами агрофизики как средство осуществления связи преподавания физики с с/х производством: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Р. Рахманов – Душанбе, 1989. – 163 л.
160. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика / А.Н. Ремизов – М.: Высшая школа. – 1987. – 638 с.
161. Ретюнський В. Н. Межпредметные связи в обучении как одно из дидактических условий формирования понятий / В.Н. Ретюнський – М.: Просвещение. – 1978. – 234 с.
162. Ройко Я. Задачі з фізики – Україна в цікавих фактах / Я. Ройко // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – № 4. – С. 7-12.

163. Савченко В.Ф. Засоби навчання фізики в школі: [навчальний посібник] / В.Ф. Савченко. – Чернігів. – 2011. – 71 с.

164. Садовий М.І. Діяльнісний та системний підхід у педагогічній спадщині В.О.Сухомлинського / М.І. Садовий // Наукові записки КДПУ. Серія: Педагогічні науки. – 2013. – Вип. 123. – Ч. 2. – С. 304-308. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

165. Салманов В.И. Связь химии с физикой во внеурочных занятиях в средних общеобразовательных школах, как средство углубления знаний и развития интереса учащихся / В.И. Салманов – Баку: 1974. – 78 с.

166. Самарин Ю.А. Очерки психологии ума / Ю.А. Самарин– М.: Изд.-во АН РСФСР, 1962. – 504 с.

167. Свириденко В.Є. Лісництво / В.Є. Свириденко, А.Й. Швиденко – К.: Сільгоспосвіта, 1995. – 370 с.

168. Свириденко В.Є. Лісівництво / В.Є. Свириденко, О.Г. Бабіч, Л.С. Киричок – К.: Арістей, 2005. – 543 с.

169. Сергеев О.В. Міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики в середній школі: Посібник для вчителя / О.В. Сергеев – К.: Радянська школа. – 1979. – 118 с.

170. Сергеев О.В. Міжпредметні задачі, їх класифікація та місце у вивченні фізики у сучасній загальноосвітній середній школі / О.В. Сергеев, Л.А. Шаповалова // зб. наук, праць. Пед. науки. Вип. 24. – Херсон: Айлант, 2001. – С. 251-257.

171. Скаткин М.Н. Межпредметные связи и их роль и место в процессе обучения / Межпредметные связи в процессе обучения основам наук в средней школе / М.Н. Скаткин, Г.И. Батурина – М.: Изд.- во АПН СССР, 1973. – С. 18-23.

172. Соколова Ф.П. Влияние межпредметных связей на повышение научности учащихся VII класса /Ф.П. Соколова – М.: 1973. – 87 с.

173. Сосницька Н.Л. Мультимедійні технології навчання фізики: теоретичний аспект / Сосницька Н.Л., А.К. Волошина // Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету (Педагогічні науки). –

2009. – № 1. – С. 77-83.

174. Стешенко В.В. Міжпредметні зв'язки як інформаційні відношення в системі освіти / Слов'янський держ. педагогічний ін-т / В.В. Стешенко – Слов'янськ: СДП, 1993. – 98 с.

175. Стешенко В.В. Теоретические основы реализации межпредметных связей в учебном процессе / Славянский гос. педагогический ин-т / В.В. Стешенко – Славянск: СГПИ, 1995. – 115 с.

176. Тарасенко Б.М. Міждисциплінарний підхід як головна концепція в гуманістичній традиції французької фізико-математичній освіті / Б.М. Тарасенко, Г.О. Шишкін, М.В. Тарасенко // Зб. наук. Пр. Бердянського державного університету (Педагогічні науки). – 2014. - № 1. – С. 230-236.

177. Тиманюк В.А. Биофизика / В.А. Тиманюк, Е.И. Животова – К.: Професионал, 2004. – 340 с.

178. Ткачев И.Т. Совершенствование процесса обучения естественнонаучным дисциплинам при осуществлении межпредметных связей (физика и биология) / И.Т. Ткачев– М.: 1975. – 84 с.

179. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство / М.Е. Ткаченко – М.: Гослесбумиздат, 1952. – 599с.

180. Точиліна Т.М. Науково-теоретичні засади створення навчально-методичного комплексу з курсу загальної фізики для вищих технічних навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 «теорія та методика навчання (фізика)» / Точиліна Тетяна Миколаївна – Запоріжжя, 2005. – 214 с.

181. Третьякова Н.Н. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьякова – М.: Колос, 1982. – 271 с.

182. Турдикулов Э.А. Роль межпредметных связей при формировании экологических знаний / Э.А. Турдикулов // Физика в школе. – 1985. – № 5. – С. 52-53.

183. Уокер Дж. Физический феерверк: Вопросы и ответы по физике / Дж. Уокер – М.: Мир, 1989. – 289 с.

184. Усова А.В. Связь преподавания физики в школе с с/х производством. Пособие для учителей. Изд. ч-е переработ / А.В. Усова, Н.С. Антропова – М.: Просвещение, 1976. – 191 с.
185. Федорец Г.Ф. Осуществление многосторонних межпредметных связей в учебной теме // Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся / Г.Ф. Федорец – Ленинград: ЛГПИ имени А.И. Герцена, 1977. – Выпуск 3. – С. 36-44.
186. Федорова В.Н. Межпредметные связи. На материале естественнонаучных дисциплин средней школы / В.Н. Федорова, Д.М. Кирюшкин – М.: Педагогика, 1972. – 220 с.
187. Федорова В.Н. Межпредметные связи естественно-математических дисциплин: Пособие для учителей. Сборник статей / В.Н.Федорова– М.: Просвещение. – 1980. – 82 с.
188. Фізика. Нові технології навчання. Збірник наукових праць студентів і молодих науковців. – Кіровоград: 2009. – С. 121-126
189. Фізика. 9 кл.: Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – К.; Генеза, 2009. – 160 с.
190. Физика наших дней. Сборник. – М.: Знание, 1972.
191. Фоменко А.В. Особенности использования компьютера в учебном процессе / А.В. Фоменко // Открытый урок – 2001. - № 9-10.
192. Фурман А.В. Проблемні ситуації у навчанні / А.В Фурман – К.: Радянська школа, 1991. – 191 с.
193. Царев Ю.С. Задачи с биофизическим содержанием / Ю.С. Царев // Физика в школе. – 1973. - № 4. – С. 95-96.
194. Цуриков А.Т. Почвоведение / А.Т. Цуриков – М.: Агропромиздат, 1986. – 287 с.
195. Шаповалова Л.А. Задачний підхід до здійснення міжпредметних зв'язків у середній загальноосвітній школі // Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі: Зб. Статей / Л.А. Шаповалова – Кіровоград: РВЦ КДПУ, 2000. – С. 88-92.

196. Шаповалова Л.А. Методика розв'язування задач міжпредметного змісту в процесі навчання фізики в загальноосвітній школі: дис. канд. пед. наук: спец. 13.00.02 / Шаповалова Любов Анатоліївна. – Запоріжжя, 2001. – 250 с.
197. Шарко В.Д. Элементы экологии и охраны окружающей среды в курсе физики средней школы: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «теорія та методика навчання (фізика)» / Шарко Валентина Дмитрівна. – К., 1983. – 24 с.
198. Шарко В. Д. Екологічне виховання учнів під час вивчення фізики: Посібник для вчителя / В. Д. Шарко. – К.: Рад. шк., 1990. – 207 с.
199. Шарко В. Д. Підготовка вчителя фізики до формування екологічної компетентності школярів / В.Д.Шарко, Н.В.Куриленко // Фізика і астрономія в школі. – № 6. – 2011. – С. 15-18.
200. Шарко В. Д. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у процесі формування екологічної компетентності учнів на уроках фізики / В. Д. Шарко, Н. В. Куриленко // ІКТ в освіті, дослідженнях та індустріальних додатках: інтеграція, гармонізація та трансфер знань: міжн. наук.-практ. конф., 4 -8 травня 2011 р.: Матеріали конф. – Херсон, 2011. – С.127-129.
201. Швалб М.Г. Гетерозис: Генетика, біохімія, біофізика, фізіологія / М.Г. Швалб – Харків: 1983. – 99 с.
202. Швець В. Міжпредметні зв'язки математики і фізики: стан, проблеми, перспективи / В. Швець, Л. Бойко // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 6. – С. 21–25.
203. Швиденко А.Й. Лісознавство / А.Й. Швиденко, Б.Ф. Остапенко – Чернівці: Зелена Буковина, 2003. – 356 с.
204. Шкварук М.М. Ґрунтознавство / М.М. Шкварук, М.І. Делеменчук – К.: Вища школа, 1976. – 319 с.
205. Шуман В.Т. Взаимосвязи в преподавании физики и биологии в восьмилетней школе, их учебно-воспитательное значение: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «теория и методика обучения (физика)» / В.Т. Шуман – М., 1965.

206. Юрченко А.С. Задачі з біофізичним змістом / А.С. Юрченко // Фізика та астрономія в школі. – 2005. – № 4. – С. 4-6.
207. Юрченко А.С. Інтелектуальна гра “Еврика” (Фізика і природа) / А.С. Юрченко // Фізика та астрономія в школі. – 2005. – № 6. – С. 13-17.
208. Юрченко А.С. Роль фізики в навчальних закладах природничого спрямування / А.С. Юрченко // Природно-ресурсний комплекс західного Полісся: історія, стан, перспективи розвитку: наук.-практ. конф., 25-26 квіт. 2007 р.: матеріали конф. – Березне, НСІ. 2007. – С.167-168.
209. Юрченко А.С. Використання міжпредметних зв'язків для формування інтересу студентів до вивчення фізики у навчальних закладах природничого спрямування / А.С. Юрченко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2007 – Вип. 9: – С. 214-220.
210. Юрченко А.С. Використання новітніх інформаційних технологій для встановлення міжпредметних зв'язків фізики з професійно-орієнтовними дисциплінами / А.С. Юрченко // Наукові записки. Серія: Педагогічні та історичні науки. – 2008 – Вип. LXXI (71): – С. 237-242. – (НПУ ім. Драгоманова)
211. Юрченко А.С. Лабораторні роботи професійно-орієнтованих дисциплін природничого / А.С. Юрченко // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – № 1. С. 5-12.
212. Юрченко А.С. Використання інтерактивних методів навчання для професійної підготовки студентів на заняттях фізики / А.С. Юрченко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2008 – Вип. 11: – С. 342-346.
213. Юрченко А.С. Взаємне вивчення фізики та професійно-орієнтовних дисциплін у навчальних закладах I-II рівня акредитації природничого спрямування – засіб формування глибоких і міцних знань / А.С. Юрченко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. – 2008 – Вип. 12: – С. 346-350.



214. Юрченко А.С. Семінарське заняття з фізики у професійній підготовці студентів природничих спеціальностей / А.С. Юрченко // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – № 3. – С. 21-23.

215. Юрченко А.С. Екологічне виховання на заняттях фізики / А.С. Юрченко // Фізика та астрономія в школі. – 2008. – №№ 5-6. – С. 30-32.

216. Юрченко А.С. Фізика в живій природі. [Навчальний посібник для лісних навчальних закладів I-II рівнів акредитації] / А.С. Юрченко – Березне: КП Березнівська друкарня, 2008. – 92 с.

217. Юрченко А.С. Особливості інтерактивних технологій навчання фізики в лісних навчальних закладах / А.С. Юрченко // Наука, освіта, суспільство очима молодих: міжнар. наук.-практ. конф. студ. та мол. науков., 13-14 трав. 2009 р.: матеріали конф. – Рівне, 2009. – С. 113-114.

218. Юрченко А.С. Елементи фізики на заняттях ґрунтознавства: [методич. рекомендації для лісних навч. закл. I-II рівнів акредитації] / А.С. Юрченко. – Березне: КП Березнівська друкарня, 2010. – 12 с.

219. Юрченко А.С. Взаємне вивчення фізики та деревинознавства і лісового товарознавства у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації: [методич. рекомендації для лісних навчальних закладів I-II рівнів акредитації] / А.С. Юрченко. – Березне: КП Березнівська друкарня, 2011. – 16 с.

220. Юрченко А.С. Вибрані питання для взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін: [збірник запитань і задач для студентів лісних навчальних закладів I-II рівнів акредитації] / А.С. Юрченко. – Березне: КП Березнівська друкарня, 2012. – 16 с.

221. Юрченко А.С. Взаємне вивчення фізики і лісівництва у вищих навчальних закладах I-II рівнів акредитації: [методич. рекомендації для лісних навчальних закладів I-II рівнів акредитації] / А.С. Юрченко. – Березне: КП «Березнівська друкарня», 2013. – 16 с.

222. Юрченко А.С. Методичні рекомендації до бінарного заняття «Властивості твердого тіла» (Фізика та Деревинознавство і лісове товарознавство): [методич. рекомендації для лісних навчальних закладів I-II

рівнів акредитації] / А.С. Юрченко. – Березне: КП Березнівська друкарня, 2014. – 16 с.

223. Юрченко А.С. Організація та результати педагогічного експерименту з впровадження методики взаємного навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I-II рівнів акредитації/ А.С. Юрченко // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2015. – Вип.7. – Ч. 1. – С. 207-211. – (КДПУ ім. В. Винниченка).

224. Юрченко А.С. Взаємозв'язок навчання фізики і спецдисциплін при підготовці спеціаліста лісової галузі / А.С. Юрченко // Science and Educationa New Dimension. Pedagogy and Psychology, – 2015. – № III (29), Issue: 57. – P. 63-67. – (Будапешт, Угорщина).

225. Янцен В.Н. Межпредметные связи в вопросах и задачах по физике / В.Н. Янцен – Куйбишев: КГПИ, 1979. – 50 с.

## ДОДАТКИ

### Додаток А

#### Інтерв'ю зі студентами лісогосподарських навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації

#### Додаток А.1

#### Інтерв'ю зі студентами 1 курсу

**Мета інтерв'ю:** з'ясувати відношення студентів-першокурсників до природничо-математичних дисциплін, їх бачення шляхів підвищення зацікавленості кожним предметом.

#### Питання інтерв'ю.

1. Чи вважаєш ти природничо-математичні предмети цікавими? Чому? (Відповідь обґрунтуйте).
2. Що, на твою думку, необхідно викладачеві зробити, щоб вивчення природничо-математичних предметів стало більш цікавим?
3. Чи використовуєте ви на заняттях фізики матеріал лісогосподарських дисциплін? Як часто?
4. Як ти здійснюєш самоперевірку засвоєння навчального матеріалу з природничо-математичних дисциплін?
5. Чи читаєш ти додаткову літературу з природничо-математичних та лісівничих дисциплін? З якою метою?
6. Що робити, коли матеріал не зрозумілий?
7. Що, на твою думку, необхідно зробити, щоб тобі стало цікавіше вчитися?

#### Додаток А.2

#### Інтерв'ю зі студентами старших курсів

**Мета інтерв'ю:** Виявити відношення студентів-старшокурсників до завдань з міжпредметним змістом, їх оцінку результатів проведеної роботи та

рівня власної активності.

### **Питання інтерв'ю**

1. Яким чином на якість твого навчання вплинуло те, що тобі було відомо про місце фізики серед навчальних дисциплін та роль навчального матеріалу фізики при підготовці майбутніх фахівців лісового господарства?

2. Чи змінилося твоє ставлення до фізики як навчальної дисципліни у навчальному закладі? Відповідь обґрунтуй.

3. Чи змінилося твоє ставлення до використання навчального матеріалу фізики на заняттях лісівничих дисциплін, включаючи міжпредметні задачі, експериментальні завдання з елементами фізики? Відповідь обґрунтуйте.

4. Чи навчився ти самостійно встановлювати (складати) міжпредметні зв'язки у видозмінених умовах (матеріал фізики на заняттях спецдисциплін), включаючи дослідницькі й оригінальні?

5. Чим тебе приваблює навчальний матеріал фізики на заняттях лісогосподарських професійно-орєнтованих дисциплін?

6. Чи використовуєш ти вдома міжпредметні зв'язки фізики і лісівничих дисциплін? Наведи приклади?

7. Чи можеш ти виділити елементи курсу фізики під час опрацювання основної та додаткової літератури лісогосподарських дисциплін?

## Додаток Б

### Завдання міжпредметного змісту

#### Додаток Б.1

#### Питання з елементами міжпредметних зв'язків

#### Молекулярна фізика. Термодинаміка

1. В яку пору року в нерухомому повітрі при нормальному атмосферному тиску запах поширюється з найбільшою швидкістю? Якою може бути максимальна швидкість поширення запаху в нерухомому повітрі?
2. Чи беруть участь у броунівському русі бактерії та віруси?
3. Чому процес засолювання огірків досить тривалий? Чи можна його прискорити? Яким чином?
4. Чи відбудуться зміни в атмосфері Землі, якщо повністю зникнуть явища дифузії і конвекції?
5. Поясніть, як зміниться відношення числа молекул  $N_2$  до числа молекул  $O_2$  внаслідок піднімання в атмосфері Землі.
6. Літнього дня нагріте від поверхні ґрунту повітря підніметься вгору. Чому ж тоді навіть увечері на висоті кількох кілометрів температура менша від  $0\text{ }^\circ\text{C}$ ?
7. Чому хутро молодих тварин багатше підшерстям, ніж хутро дорослих?
8. Чому товстий шар підшкірного жиру притаманний саме водоплаваючим птахам?
9. Який з ґрунтів – чорнозем, каштановий, підзолистий – швидше нагрівається й охолоджується?
10. Чому температура піщаних ґрунтів, які звичайно утримують мало вологи, на протязі доби різко коливається?
11. Якщо в спеку прикласти до щоби листок рослини, то можна відчутти, що він холоднуватий. Перевірте, що саме так і поясніть явище?

12. Чому в тропіках, у вологому кліматі джунглів для рослин характерна розвинена поверхня листя, а в засушливих місцях його поверхня невелика?
13. Поясніть, чому вода в достатньо глибоких річках, озерах, морях навіть під час сильних зимових морозів не промерзає до дна?
14. Наведіть приклади плавлення і твердіння речовин у природі. У чому полягає роль цих процесів?
15. Чому під час сильних вітрів деякі породи дерев (сосна, дуб) переважно ламаються, а інші (ялина, осика) звалюються?
16. Як пояснити, що окремі дерева, які ростуть у відкритому полі, дуже рідко валяє вітер, а у густому лісі звалене дерево вітром можна зустріти досить часто. Адже в лісі вітер буває менший ніж у відкритому полі?
17. Як вплинуло б на весняний розлив річок у тих місцях, де взимку замерзають водоймища й утворюється товстий сніжний покрив, значне зменшення питомих теплот плавлення льоду і снігу?
18. У теперішній час перед ученими-агрономами гостро стоїть питання про необхідність охорони ґрунту від засолення, бо на засолених ґрунтах неможна одержати високий врожай. Чому?
19. Як під час посухи і суховіїв зберегти вологу на полях, щоб застерегти від загибелі посіви?
20. Чому овочеві культури, що бояться заморозків, краще садити на ділянках, які розташовані біля озер, ставків, річок, ніж на тих, що знаходяться далеко від водоймищ?
21. Залежність між кількістю бактерій у середовищі і температурою середовища виражається законом:  $N = N_0 \cdot 4t^{v/6}$ , де  $N_0$  – кількість бактерій при  $0^\circ\text{C}$ . При якій температурі кількість бактерій не буде перевищувати 56, якщо при  $t = 0^\circ\text{C}$  кількість бактерій рівна 7?
22. В якій воді – холодній чи гарячій – більше повітря? Чому?
23. Чому восени нижня межа хмар лежить на значно меншій висоті, ніж теплового літнього дня?
24. Куди зникають денні хмари в кінці літнього дня?

25. Чи змінюється з висотою відносна вологість повітря?
26. Чому заморозки менш небезпечні для рослин у хмарну погоду або під час туману?
27. Чи утворюється роса на рослинах, які вода: а) змочує; б) не змочує?
28. Чому на траві утворюється особливо багато роси?
29. Чому при великому вітрі не утворюється роса?
30. Чому ввечері буває тепліше, ніж уранці?
31. Чому спека в місцях з вологим кліматом переноситься важче, ніж у місцях з сухим кліматом?
32. За рахунок якої енергії піднімається вода в рослинах?
33. В який час доби влітку водорості в ставку мають на собі найбільшу кількість бульбашок повітря?
34. Чи завжди взимку сніг скрипить під ногами?
35. Що таке ерозія ґрунту? Як вона виникає?
36. Що таке льодовик?

### Електродинаміка

1. Визначити напруженість поля в мембрані еритроцитів товщиною  $2 \cdot 10^{-8}$  м при мембранній різниці потенціалів 100 мВ?
2. Визначити діелектричну проникність біологічної мембрани товщиною  $7,5 \cdot 10^{-9}$  м якщо її ємність рівна  $1 \text{ мкФ/см}^2$ .
3. Визначити величину заряду, який проходить при гальванізації через ділянку тканини людини протягом 2 хв, якщо густина струму дорівнює  $0,1 \text{ мА/см}^2$ , а розмір електродів  $4 \times 6 \text{ см}$ .
4. Чому у нижніх шарах атмосфери земної кулі кількість позитивних іонів в  $1 \text{ см}^3$  більше, ніж від'ємних?
5. Чому у промислових містах, де атмосферне повітря утримує пил, дим, туман, кількість легких іонів зменшується, а важких зростає?
6. Чому при визначенні опору тканини організму за допомогою амперметра і вольтметра при використанні джерела постійного струму розрахунковий результат буває більшим, ніж дійсне значення опору?

7. Зовнішня поверхня мембрани живої непошкодженої клітини заряджена позитивно, а внутрішня – від’ємно. Чим зумовлений такий розподіл зарядів на мембрані?

8. Яка вода – холодна чи гаряча – краще проводить струм?

9. Листя рослин, підвішене на нитці, при включенні сильного електромагніту втягується у простір між його полюсами. До якої групи речовин (за магнітними властивостями) відноситься тканина листя?

10. Чому при рівності напруги постійного струму ефективній напрузі змінного струму останній чинить більш сильну дію на організм людини?

11. Чому з підвищенням частоти змінного струму подразнювальна дія його на тканини організму знижується?

12. Чому радіостанції, які працюють на довгих і середніх хвилях, взимку чути краще, ніж влітку?

13. Чи залежить якість приймання радіопередач від погоди?

14. Газети оповістили про те, що в Індії як антену використовували стовбур дерева. Якого – живого чи всохлого?

### **Оптика. Фізика атома і ядра**

1. Тіла деяких живих організмів (наприклад, личинки деяких комах) невидимі у воді, але їх очі добре помітні у воді у вигляді чорних крапок. На основі законів оптики поясніть: а) чому саму живу істоту не видно у воді; б) у чому причина непрозорості її очей; в) чи залишиться такий живий організм непрозорим, якщо його помістити у повітряне середовище?

2. Окрема ікринка жаби прозора, оболонка її складається із драглистої речовини; усередині ікринки знаходиться темний зародок. Ранньою весною у сонячні дні, коли температура її може досягати 30 °С. Як можна пояснити це явище?

3. Кришталик ока риби має сферичну форму. Які особливості середовища проживання риб роблять форму кришталіка доцільною? Подумайте, яким може бути механізм акомодатії очей у риб, якщо кривизна кришталіка не змінюється.



4. При розгляданні якого предмета – близького чи далекого кришталик oka стає більш опуклим?
5. Що буде прозорим – сніг чи лід? Чому?
6. При якому розподілі температур у повітрі можуть бути сприятливі умови для утворення на небі перевернутого зображення предмета, розташованого за лінією горизонту?
7. У природі спостерігаються міражі – зображення із збільшенням віддалених за горизонт предметів. Як можна пояснити появу цих зображень на фоні неба?
8. Чому не рекомендується поливати чи оприскувати рослини посеред сонячного дня?
9. Які промені викликають засмагу й опіки на тілі?
10. Чому при дослідженні деяких біологічних структур у поляризованому світлі спостерігається чергування світлих і темних ділянок?
11. Яка вода – прозора чи не прозора – більше нагріватиметься потоком світла?
12. Чи буде нагріватися парник, вкритий плівкою, яка пропускає інфрачервоні промені?
13. Кольорові яскраві смуги утворюються від краплі бензину лише тоді, коли вона падає на вологу, а не на суху поверхню асфальту. Чому?
14. Яким вимогам мають задовольняти очі гірського орла, щоб він міг роздивитися мишу з висоти 5-6 км?
15. У якому випадку веселка матиме форму кільця? Поясніть механізм утворення додаткової веселки, яку можна бачити за сприятливих умов?
16. Чим пояснюється надійна орієнтація змії уночі, коли вони успішно полюють?
17. Чому нейтрони при взаємодії із біологічною тканиною швидко зменшують енергію до рівня енергії теплових нейтронів?
18. Опромінювання організму людини нейтронами являється більш безпечним, ніж опромінювання іншими видами випромінювань. Чому?

19. Чому при дії на організм людини різних видів опромінювання при однакових фізичних дозах більш сильну біологічну дію чинить альфа-випромінювання?

20. Застосовуючи випромінювання, необхідно знищити шкідників у насінні. Яке з випромінювань пов'язане з найменшими витратами енергії?

21. Збираються стерилізувати жуків. Чи означає це, що чим більшу дозу випромінювання вжити для цього, тим краще буде результат?

## Додаток Б.2

### Питання з елементами міжпредметних зв'язків при вивченні теми

«Водяна пара в атмосфері. Абсолютна і відносна вологість повітря. Точка роси.

Роль водяної пари та вологості повітря в природі»

1. Яке значення води в ґрунті та в житті лісу?
2. Які є форми води в ґрунті?
3. Назвіть водні властивості в ґрунті?
4. Які типи водного режиму?
5. Як визначити водний баланс в лісі?
6. Який вплив деревостану на водний режим місцевості?
7. Яке значення вологи в житті лісу?
8. Які є джерела вологи в лісі?
9. Яка гідрологічна роль лісу?
10. Яке відношення деревних порід до вологи?
11. Як відбувається поділ лісів по їх гідрологічному значенню?
12. Що називають вологістю деревини?
13. Абсолютна та відносна вологість і її визначення.
14. Які є види вологи в деревині?
15. Ступінь вологості деревини при різних станах.
16. Назвіть методи визначення вологості деревини.
17. Які є зовнішні фактори проростання насіння?
18. Який вплив має вологість повітря на ріст та розвиток рослин?

19. Що називають водним режимом рослин?

### Додаток Б.3

#### Контрольні роботи фізики з елементами лісівничих дисциплін

##### Контрольна робота №1

##### *Молекулярна фізика. Термодинаміка*

##### Варіант-1

1. Обчислити масу однієї молекули вуглекислого газу і водяної пари.
2. Маса повітря, що надходить до легень хижого звіра за один вдих  $3,5 \cdot 10^{-4}$  кг, а його об'єм 0,3 л. Чому дорівнює тиск у легенях хижого звіра, якщо їх температура  $36,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. Для поливання рослин потрібна вода з температурою  $45 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Скільки потрібно взяти води при  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , якщо є 50 кг води при  $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
4. Вологий термометр психрометра показує  $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , а сухий  $21 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Яка відносна вологість повітря в приміщенні?
5. В скільки разів висота підняття води в капілярах сосни буде більша ніж в капілярах осики, якщо відомо, що діаметр капілярів сосни в 2 рази менший за діаметр капілярів осики, а коефіцієнт поверхневого натягу води становить  $0,072 \text{ Н/м}$ .
6. Чому під час сильних морозів у лісі чути тріск дерев?

##### Варіант-2

1. Чому дорівнює кількість молекул, що містяться у двох молях вуглекислого газу, що поглинається рослиною? У двох кіломолях вуглекислого газу?
2. В кімнаті проходить процес фотосинтезу. Визначити масу вуглекислого газу кімнаті  $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  при температурі  $288 \text{ К}$  і тиску  $50,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .
3. Яку кількість теплоти дістане тварина, якщо вип'є  $0,25 \text{ кг}$  води при температурі  $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Температуру тіла тварини приймаємо за  $39 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
4. Щоб проросло насіння огірків і день, у теплиці треба підтримувати температуру  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$  і відносну вологість  $90\%$ . Чи виконається ця умова, якщо

вологий термометр психрометра показує  $29^{\circ}\text{C}$ , а сухий –  $30^{\circ}\text{C}$ ?

5. Висота піднімання води у стеблі ромашки в 5 разів більша, ніж у стеблі пшениці. Визначте діаметр капіляра ромашки, якщо діаметр капіляра пшениці – 0,1 мм.

6. Чому легше стругнути дошку вздовж волокон, ніж упоперек?

### *Електродинаміка*

#### Варіант-1

1. Електричні заряди двох хмар відповідно 10 Кл і  $-25$  Кл. хмари перебувають на відстані 15 км одна від одної. З якою електричною силою взаємодіють хмари?

2. Визначити діелектричну проникність біологічної мембрани товщиною  $7,5 \cdot 10^{-9}$  м, якщо її ємність рівна  $1 \text{ мкФ/см}^2$ .

3. За рік спалахує близько 8 млн блискавок. Обчисліть їх потужність, якщо сила струму під час розряду становить приблизно 10000 А, а напруга – 100 млн В.

4. Визначте повний опір між кінцівками людини змінному струму міської мережі, якщо активний опір людини  $R = 1000 \text{ Ом}$  і  $C = 0,001 \text{ мкФ}$ .

5. При франклінізації хворої тварини між електродами за час одної процедури лікування (10 хв) проходить заряд 1,6 Кл. Знайти середню силу струму.

6. Чим можна пояснити таке явище: при ударі блискавки листяне дерево розривається із середини, а хвойне спалахує зверху, блискавка вдаряє в дуб навіть у тому разі, коли сосни, що ростуть навколо нього, значно вищі.

#### Варіант-2

1. Визначити величину заряду, який проходить при гальванізації через ділянку тканини людини протягом 2 хв, якщо густина струму дорівнює  $0,1 \text{ мА/см}^2$ , а розмір електродів  $4 \times 6 \text{ см}$ .

2. Визначити напруженість поля в мембрані еритроцитів товщиною  $2 \cdot 10^{-8}$  м при мембранній різниці потенціалів 100 мВ?

3. Вважаючи жирову оболонку нерва плоским конденсатором з площею

обкладинок  $1 \text{ см}^2$ , товщиною  $2 \text{ мкм}$  і  $\varepsilon = 49$ , знайдіть його ємність.

4. Знайдіть силу струму і потужність електричного струму, який пройде крізь тіло тварини, якщо вона доторкнеться провідників, що перебувають під напругою  $380 \text{ В}$ .

5. Знайдіть опір внутрішнього органу тварини, якщо його площа поперечного перерізу становить  $6 \text{ см}^2$ , довжина  $30 \text{ см}$ , а питома електропровідність дорівнює  $0,2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$

6. Чому полярні сніга спостерігаються на полюсах, а не на екваторі?

### *Оптика. Фізика атомного ядра*

#### Варіант-1

1. Визначте величину кванта енергії, що поглинається листком рослини і відповідає довжині світлової хвилі  $5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ .

2. Визначити оптичну силу розсіювальної лінзи. Відомо, що зображення ялинок, які знаходяться перед нею на відстані  $0,9 \text{ м}$  буде зменшене в  $9$  разів.

3. Якої сили світла лампу треба розташувати на висоті  $10 \text{ м}$ , щоб освітленість ґрунту під лампою дорівнювала  $5 \text{ лм}$ ?

4. Які властивості інфрачервоних променів використовують при висушуванні дерева, сіна і т.д.?

5. Лічильники радіоактивного випромінювання, розміщені на відстані  $1 \text{ м}$  один від одного вздовж стебла рослини (ґрунт навколо якого був политий розчином фосфату, який містить радіоактивний фосфор), зафіксовані випромінювання з інтервалом  $4 \text{ хв}$ . Яка швидкість руху води і речовин по стеблу рослини? За скільки часу вода досягне верхка рослини висотою  $3 \text{ м}$ ?

6. Застосовуючи випромінювання, необхідно знищити шкідників у насінні. Яке з випромінювань пов'язане з найменшими витратами енергії?

#### Варіант-2

1. В око тварини потрапляє електромагнітне випромінювання з частотою  $3,7 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$ . Чи створить це випромінювання у тварини відчуття видимого світла?

2. Коли дерево сфотографувати з відстані  $200 \text{ м}$ , на негативі воно мало висоту  $5 \text{ мм}$ . Яка справжня висота дерева, якщо фокусна відстань об'єктива  $50$

мм?

3. На стовпі висить лампа в 500 кд на відстані 3 м від поверхні землі. Знайти освітленість жука, який знаходиться на поверхні землі на відстані 5 м від лампи.

4. Чому хмарні дні влітку холодніші за сонячні?

5. Для проведення біологічних досліджень в організм теляти було введено радіоактивний ізотоп йоду  ${}_{53}\text{I}^{131}$  масою  $2,4 \cdot 10^{-16}$  кг. Яка активність введеної речовини? Період піврозпаду  $T_{1/2} = 8,05$  дні.

6. Збираються стерилізувати жуків. Чи означає це, що чим більшу дозу випромінювання вжити для цього, тим краще буде результат?

## Додаток В

### Міжпредметний матеріал лісогосподарських дисциплін на заняттях фізики

#### Додаток В.1

#### Теоретичний матеріал з фізики з елементами лісівничих дисциплін

#### Заняття 1

**Тема:** Основні положення молекулярно-кінетичної теорії. Дослідне обґрунтування молекулярно-кінетичної теорії. Дослід Штерна.

(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами: фізіологія рослин, ґрунтознавство, ботаніка, ентомологія, екологія, метеорологія).

#### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Молекулярна фізика.** Все, як в живій, так і в неживій природі, складається із окремих маленьких елементів. Ці елементи самі складаються з ще менших частинок, а ті, в свою чергу, із молекул та атомів. Розміри їх настільки малі, що уявити їх досить складно. Неозброєним оком ми не взмозі побачити ні еритроцити, які входять до складу крові (тому що розміри їх вимірюються мікронами) ні, тим більше, бактерії, розміри яких набагато менші. Побачити їх можна тільки через мікроскоп. Набагато пізніше біохімічними методами вдалося показати, що всі найменші клітини і одноклітинні організми, з яких складається все живе, утворені із порівняно більших молекул (які складаються, в свою чергу, з великої кількості атомів). За допомогою електронного мікроскопа були отримані фотографії найбільших білкових молекул і нуклеїнових кислот.

**Дифузія в живій природі.** Для деревних порід дифузія відіграє велику роль, через що спостерігається особливо великий розвиток поверхні (листяна крона), так як дифузійний обмін крізь поверхню листків виконує функцію не тільки дихання, але й частково і живлення. Нині широко практикується позакореневе підживлення плодових дерев шляхом обприскування їх крони.

Велику роль відіграють дифузні процеси в забезпеченні киснем природних водоймищ і акваріумів. Кисень попадає в глибші шари води за

рахунок дифузії крізь їх вільну поверхню. Тому небажані різні обмеження вільної поверхні води. Так, наприклад, листя або ряска, які покривають поверхню води, можуть зовсім перешкодити доступу кисню до води, що призводить до загибелі її жителів. За такої ж причини посуда з вузьким горлом непридатна для використання в якості акваріуму.

В процесі обміну речовин, при розпаді складних поживних речовин або їх елементів на більш прості, проходить вивільнення енергії, необхідної для життєдіяльності організмів.

Дифузія спостерігається в процесі дихання деяких живих організмів. Наприклад, все тіло деяких комах і навіть їхній мозок пронизані системою трубочок (трахеями), по яких поступає повітря. Кисень поступає по дрібних трахеолах безпосередньо до місця призначення.

Однак потоки повітря, що проходять всередині організму комах, можуть швидко його “висушити”. Крім того, на випаровування рідин затрачається енергія, яку необхідно поповнювати, запобігаючи переохолодженню організму. Щоб цього не відбулося, отвори трахей відкриваються лише на досить короткий час, а в багатьох водяних комах вони зовсім закупорені. В цьому випадку кисень шляхом дифузії через покрив тіла або жабра просочується у повітряносні шляхи і розповсюджується по них далі також шляхом дифузії.

**Осмоз. Тургор.** Основну роль для дифузійних процесів в живих організмах відіграють мембрани, які знаходяться на поверхні клітин, клітинних ядер і вакуолей, і володіють вбиральною проникністю. Проходження речовин крізь мембрану залежить від розмірів молекул, від електричного заряду (якщо такий є) дифундууючої частини, від присутності та кількості молекул води, пов'язаних поверхнею цих частин, від розчинності цих частин в жирах, від структури мембрани.

Розрізняються два види дифузії – це діаліз і осмос. Діаліз – це дифузія молекул розчиненої речовини, а осмос – дифузія розчинника крізь напівпроникну мембрану.

У ґрунтових водах в розчиненому стані при невеликих концентраціях є



мінеральні солі і деякі органічні сполуки. Вода з ґрунту в рослину потрапляє шляхом осмосу (рис. В.4.1 додаток В) крізь пористі мембрани корневих волосків. Так як її концентрація в ґрунті виявляється вища, ніж всередині корневих волосків, то проходить дифузія із зони з більшою її концентрацією в зону з меншою. Після поглинання води в цих клітинах підвищується її концентрація порівняно з вище розташованими клітинами. Виникає кореневий тиск, який обумовлює рух поживних речовин по кореню і стеблу. Постійна втрата води листям забезпечує подальше поглинання води.

Поступання мінеральних солей проходить частково шляхом простої дифузії, в деяких випадках має місце активне перенесення проти градієнта концентрації, що супроводжується втратою енергії. Осмотичний тиск в клітинах біля  $5 \cdot 10^5$  –  $10 \cdot 10^5$  Па.

### *Питання і задачі*

1. Як можна застосувати знання про молекулярно-кінетичну теорію для пояснення механізму всмоктування волосками коренів рослин поживних речовин?
2. На який рух подібна праця мурах?
3. Яку роль відіграє дифузія для водоймищ?
4. Чому існує атмосфера Землі, якщо газ має здатність до необмеженого розширення?
5. Які є види дифузії?
6. Яке фізичне явище лежить в основі поширення забруднень в атмосфері?
7. Якому фізичному явищу перешкоджає шар нафти на поверхні води ?
8. Яким чином вода з ґрунту потрапляє в рослину?
9. Чим обумовлюється рух поживних речовин по рослині?
10. Які рослини мають більший осмотичний тиск: пустель чи тропіків?
11. Що таке тургор. Навести приклад.

### *Домашнє завдання*

- 1. Атмосфера Землі.** Чому існує атмосфера Землі, якщо газ має здатність до необмеженого розширення?

**2. Як піднімається рідина по деревині?** Яким чином рідина піднімається по стобурах дерев, особливо високих (деякі секвої досягають 120 м у висоту)? Напевно існує різниця тиску між коренями дерева і його кроною. За рахунок чого вона виникає?

### Заняття 3

**Тема:** Ідеальний газ. Залежність тиску газу від температури. Абсолютний нуль та температура. Зв'язок між абсолютною температурою газу і середньою кінетичною енергією поступального руху молекул.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** фізіологія рослин, ґрунтознавство, метеорологія, лісівництво, ентомологія, мисливствознавство, деревинознавство).

#### *Матеріал міжпредметного змісту.*

**Температура і живі організми.** Температура, як термодинамічний параметр, і закони термодинаміки відіграють важливу роль в забезпеченні життєдіяльності організму.

Через властивості цитоплазми клітин всі живі організми можуть жити при температурі між 0 і 5 °С. Для кожного виду вихід за ці межі означатиме загибель або від холоду, або від спеки. Однак є види, які можуть при звичаїтис до екстремальних температур і витримувати їх протягом тривалого часу. Наприклад, є бактерії і синьо-зелені водорості, які населяють джерела з температурою 85 °С. Ракоподібні амеби зустрічаються при температурі 58 °С, личинки багатьох двокрилих можуть жити при температурі близько 50 °С. Полярні води з температурою близько 0 °С заселені багатою та різноманітною фауною, що харчується мікроскопічними водоростями.

Для того, щоб зберегти температуру тіла постійною, тварини повинні або зменшити втрати тепла ефективним захистом, або збільшити виробництво тепла. Це досягається досить різними способами. Перш за все важливий захисний покрив (шерсть, пір'я, жировий шар). Захисний покрив тварин затримує конвекційні потоки, гальмує випаровування. Розпушивши пір'я і шерсть, птахи і тварини утворюють повітряну подушку з добрими теплоізоляційними

властивостями. Завдяки жировому шару, тюлені, кити, моржі можуть годинами знаходитися в крижаній воді.

Вуха, хвіст, лапи тварин тим коротші, чим холодніший клімат.

Температура лап тварин відрізняються від температури тіла. Вона рівна температурі навколишнього середовища. Це досить важливо. Якби лапи, які торкаються снігу, були теплими, то сніг під ними розставав би. Крім того, зниження температури кінцівок знижує тепловіддачу.

Іншим відомим захистом від холоду є зимова сплячка. При цьому знижується інтенсивність обміну речовин. Температура їх тіла може знизитися до 0 °С.

Боротьба з перегріванням здійснюється в основному шляхом підвищення випаровування.

На рослини здійснює вплив температура повітря, ґрунту, і самих рослин. Причому мають значення не тільки середні, але й мінімальні та максимальні значення температур.

Життя рослин і будь-який окремо взятий фізіологічний процес можуть проходити тільки в певному інтервалі температур. Температурні границі життя для різних видів рослин різні. Для більшості рослин помірної зони, температурні границі життя знаходяться в межах від – 5 до 55 °С.

Температура повітря та ґрунту визначають дати початку і закінчення вегетації, здійснюють великий вплив на хід сезонного розвитку, на динаміку росту і річну продуктивність окремих рослин. Так, вегетаційний період в більшості рослин розпочинається та закінчується при середньодобовій температурі повітря 5-10 °С, ріст кореня – при температурі ґрунту 2-5 °С, розпускання листя – при середньодобовій температурі близько 10 °С. Підвищення і зниження температури по відношенню з оптимальними значеннями гальмують процеси росту та розвитку рослин.

Температура поверхні ґрунту має добовий хід, який особливо добре виражений в теплий період року при ясній погоді. Мінімальна температура ґрунту спостерігається приблизно через годину після сходу Сонця. Потім

температура поверхні ґрунту підвищується і досягає максимального значення в 13-14 годин. Після цього спостерігається зниження температури.

В річному ході максимальна температура ґрунту спостерігається в липні-серпні, а мінімальна – в січні-лютому.

Добові та річні коливання температури поверхні ґрунту передаються більш глибоким шарам. Чим глибше розміщений шар ґрунту, тим менше тепла він отримує в період нагрівання і менше віддає його в період охолодження.

В холодну пору року, коли температура ґрунту стає від'ємною, проходить промерзання. Ґрунтові води, що являють собою розчин різноманітних солей різних концентрацій, замерзають при температурі від  $-0,5$  до  $-1,5$  °C. Через розширення води при замерзанні об'єм промерзлого ґрунту збільшується і поверхня припіднімається.

Кристали льоду розширюють, а пізніше й руйнують ґрунтові капіляри, сприяючи цим розпушуванню ґрунту та підвищенню його повітря- і водонепроникності. В лісі ґрунт промерзає набагато менше, ніж в полі. Це пов'язане з тим, що в лісі, крім снігового покриву, є лісова підстилка, яка, як і сніг, має низьку теплопровідність.

### *Питання і задачі*

1. Чому тварини інколи розпушують свою шерсть?
2. Чому небезпечно для рослин ожеледь, коли на посівах немає снігу?
3. Чому при обробі ґрунту його теплопровідність зменшується?
4. Який ґрунт краще прогрівається сонцем: чорнозем чи піщаний?
5. Чому дорівнює температура кінцівок тварин і птахів?
6. Який ґрунт – глинистий чи чорнозем – має більшу теплопровідність?
7. Чому ранньою весною в садку багато каміння?
8. Чому тварини малих розмірів вживають відносно велику масу їжі?
9. Температура води дорівнює 300 К. Яка це вода – холодна чи гаряча?

### *Домашнє завдання*

**1. Температура.** В природі існує нижня і верхня межі можливих температур. Чому?

- 2. Палаюче багаття.** Чому від палаючих у багатті полін із тріском відскакують іскри?
- 3. Чому** виоране поле нагрівається сонячними променями сильніше й швидше, ніж зелені луки?
- 4. Сухий і розпушений.** Чому щільний вологий ґрунт має значно більшу теплопровідність, ніж сухий і розпушений?
- 5. На верхівки чагарників.** Ящірки і деякі інші дрібні плазуни, які живуть у пустелях, у найжаркіший час дня часто залазять на верхівки чагарників. Поясніть таку дивну їх поведінку?
- 6. Холодніше за повітря.** Чому влітку температура води в річці, озері і т.д. майже завжди нижча за температуру навколишнього повітря?
- 7. Через річку.** Іноді лід на річці, через яку треба переправитись на возі або автомашині, недостатньо товстий, щоб витримати його вагу. Тоді місце на річці, де вирішують переїзджати, добре очищають від снігу, і через деякий час лід тут так потовщається, що по ньому можна проїхати. Як ви думаєте, яка причина потовщення льоду?
- 8. У лісі.** Чому взимку в лісі ґрунт промерзає значно менше, ніж у відкритому полі?
- 9. Сніг і ґрунт.** Відомо, що пухкий сніг добре захищає ґрунт від промерзання, тому що сніг має в собі багато повітря, яке є поганим провідником тепла. Але ж і до ґрунту, не покритого снігом, прилягають шари повітря. Чому ж у цьому разі він дуже промерзає?
- 10. Рої комах над деревами.** Досить часто незадовго до заходу сонця над верхівками дерев можна бачити темні хмарки. Вони схожі на дим, однак, якщо краще розглянути, то виявляється, що це щільні рої комах, частіше всього комарів, які збираються над деревами. Ці рої витягнуті до верху і мають різкі границі – інколи здається, що дерево горить. Такі рої можна також спостерігати над телевізійними антенами і церковними шпилями. Одного разу пожежна команда виїхала по тривозі гасити пожежу в церкві, але виявилось, що над церквою клубиться не дим, а рій комах. Чому комахи збираються в такі хмарки?

**11. Замерзають на льоту.** У дуже великий мороз птахи частіше замерзають на льоту, ніж сидячи на місці. Як ви думаєте, чим це можна пояснити?

**12. Чому** тетерук воліє спати в холодну зимову ніч не на гілці дерева, а в заметі під деревом?

**13. Про хмари**

1) Літні хмари вищі за осінні і зимові. Чому?

2) Чому хмари, які утворилися вдень, надвечір зникають?

**14. У лісі.** Узимку в лісі, коли крізь крони дерев пробиваються сонячні промені, на сніг, який покриває ґрунт, часто боляче дивитись: він осліплює своєю білизою. Але коли прийти в той самий ліс на початку весни, то ви побачите зовсім іншу картину: сніг у ньому покритий кусочками кори, сучками, гілочками, голками, шишками, сухими плодами дерев тощо. Здається, що хтось навмисне накидав на сніг усе це сміття. І мимоволі виникає запитання: звідки воно взялося, де було взимку? Якщо добре спостерігати, то, напевне, швидко можна дати відповідь на це запитання, а водночас, можливо, також дасте відповідь, чому все це сміття з часом починає опускатися все глибше і глибше в сніг.

**15. Удень і вночі.** Якщо влітку виміряти температуру повітря біля дерев, які ростуть у густому лісі, то виявиться, що найбільше воно нагріте серед крон дерев. При вимірюванні температури повітря в тому самому місці вночі виявиться, що повітря серед крон дерев буде холодніше, ніж його шари, які лежать нижче. У чому тут справа?

**16. Чому** в тридцятиградусну спеку на сонці поверхня деревини на дотик здається прохолоднішою, ніж металева?

**17. Будівельний матеріал.** Чому в дерев'яному будинку взимку тепліше, ніж у кам'яному, хоча товщина стін однакова?

**18. Загадка снігу.** Добре відомо, що сніг, як і лід, починає танути при  $0^{\circ}\text{C}$ . Однак, якщо в морозний день набрати на вулиці відро снігу, принести його в кімнату та опустити в нього термометр, коли сніг почне танути, то термометр покаже не  $0^{\circ}\text{C}$ , а значно нижчу температуру. Чим це пояснити?

- 19. Чому** брудний сніг у місті на сонці тоне швидше, ніж чистий у полі за містом?
- 20. Поміркуйте** чому влітку вода в річці на глибині значно холодніша, ніж біля її поверхні? Чи буде так само взимку?
- 21. Березові і соснові.** Звичайно березові дрова вважають вигіднішими, ніж соснові, хоч теплопровідність їх менша. Чому так вважають?
- 22. Фруктові сади.** Чому фруктові сади в північних районах недоцільно саджати в низинах?
- 23. Чому** вода, замерзаючи в тріщинах, руйнує гірські породи?
- 24. Після граду.** Через деякий час після випадання граду температура повітря трохи знижується. Чим це можна пояснити?
- 25. Мокрий предмет.** Відомо, що мокрий предмет промерзає на морозі більше, а тим часом, коли вдарять морози, то вологий ґрунт звичайно промерзає в глибину менше, ніж сухий. Чому?
- 26. Чому** ввечері або на початку ночі утворюється туман, то вночі заморозку не буде? Вспеку шкіра людини покривається потом? Туман звичайно розсіюється при сході сонця?
- 27. Найбільше біля поверхні землі.** Чому стовп, закопаний у землю, звичайно починає гнити найбільше біля її поверхні?

### Заняття 9

**Тема:** Пароутворення і конденсація. Випаровування. Кипіння рідини.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** фізіологія рослин, озеленення, лісівництво, мисливствознавство, ґрунтознавство, ботаніка, метеорологія).

#### *Матеріал міжпредметного змісту*

***Випаровування в житті рослин та тварин.*** Процес випаровування води рослинами називають транспірацією. Транспірація не просте фізичне випаровування, а складний фізіологічний процес, який в деякій мірі залежить від життєдіяльності рослин. Рослини всмоктують потрібну їм воду з ґрунту за допомогою коренів. Лишайники, серед яких є засухостійкі форми, можуть

адсорбувати водяну пару. Нижчі рослини можуть поглинати воду всією поверхнею. Кількість води, яку витрачає рослина протягом всього життя, в більшій мірі залежить від клімату. В жаркому сухому кліматі рослини поглинають не менше, а іноді навіть більше води, ніж у вологому кліматі. У рослин посушливих районів краще розвинута коренева система та менша площа листової поверхні. Менш всього витрачають воду рослини вологих, тінистих тропічних лісів, берегів водоймищ, тому в них тонке широке листя, погано розвинена коренева і провідникова система.

Дуже мало рослин можуть переносити довготривалі перерви у водоотримуванні в стані повного висихання. З вищих рослин до цього пристосовані лише деякі представники скелистої і пустельної флори. У рослин посушливих районів, де води в ґрунті дуже мало, а повітря гаряче та сухе, спостерігаються різноманітні пристосування. Кактуси, які ростуть в пустелях, мають товсті м'ясисті зелені стовбури і колючки замість листків. У них незначна поверхня при великому об'ємі, товстий, покритий восковим нальотом покрив, що погано пропускає водяну пару, небагаточисленні, майже завжди закриті ворсинки. У зв'язку з цим навіть в сильну спеку кактуси випаровують мало води. Багато рослин пустель мають жорсткі кожисті листки. При недостатній кількості води листки скручуються в трубочки; ворсинки при цьому опиняються всередині. Часто листки рослин посушливих районів бувають покриті густим шаром світлих волосків, які захищають рослини від перегрівання і зниження інтенсивності випаровування.

Для успішного фотосинтезу хлорофілоносні клітини надземних рослин повинні мати добрий контакт з атмосферою, яка забезпечує їх вуглекислим газом. Однак цей контакт призводить до того, що вода з клітин випаровується. Необхідна для фотосинтезу енергія сонця сприяє також нагріванню листка та збільшенню процесу випаровування.

Щоб уявити масштаби випаровування води рослинами, наведемо такий приклад: за вегетаційний період одна рослина соняшника чи кукурудзи випаровує воду масою близько 200 кг!



Існують інші приклади пристосування рослин до навколишнього середовища.

В Північній Америці росте рослина, яка має назву – рослина-компас. Ця рослина є цікавою ілюстрацією пристосування рослин до умов середовища проживання і ролі процесів випаровування.

Мисливці давно звернули увагу на цю рослину, так як пластинки листків, особливо, які відходять від нижньої частини стебла, займають вертикальне положення, але завжди розміщені так, що один бік листка напрямлений на схід, а інший – на захід. Вся рослина справляє враження, ніби її поклали між двома великими листками бумаги, стиснули та висушили, як це робиться з рослинами для гербарію, а потім вийняли з-під пресу і поставили таким чином, що кінці та профіль вертикальних листових пластинок повернуті на північ і південь, зовсім так, як магнітна стрілка, а широкі сторони дивляться на захід і на схід. Завдяки цьому мисливці можуть в туманну погоду добре орієнтуватися по цій рослині.

Для самої рослини таке її положення дає ту перевагу, що вранці та ввечері, коли прохолодно і відносно світло, листові пластини добре освітлюються, але при цьому мало нагріваються та не дуже багато випаровують води, проте вдень, коли сонце освітлює тільки краї листків, нагрівання і випаровування відносно досить малі.

Випаровування – це найбільш легке регулювання зменшення внутрішньої енергії.

Для терморегуляції організму важливу роль відіграє потовиділення. Воно забезпечує постійність температури тіла тварин. За рахунок випаровування поту зменшується внутрішня енергія, завдяки цьому організм охолоджується.

Нормальною для життя тварин рахується вологість від 40 до 60%.

Наприклад, верблюд може два тижні не пити води. Пояснюється це тим, що він дуже економно витрачає воду. Верблюд майже не п'є навіть в сорокоградусну спеку. Його тіло покрите густою і щільною шерстю – шерсть рятує від перегрівання (на спині верблюда в жаркий день вона нагрівається до температури 80 °С, а шкіра під нею – лише до 40 °С). Шкіра перешкоджає і

випаровуванню вологи з організму.

З точки зору економії при витрачанні води ще більш дивовижні кенгурові пацюки, які мешкають в пустелях Арізони і гризуть насіння та сухі трави. Майже вся вода, яка знаходиться в їх тілі, ендогенна, тобто отримується в клітинах при переварюванні їжі.

Для компенсації невідворотньої втрати води за рахунок випаровування багато тварин всмоктують її через покрив тіла в рідкому або пароподібному стані (кліщі, комахи).

В терморегуляції птахів велику роль відіграють повітряні мішки. В спекотний час з поверхні повітряних мішків випаровується волога, що сприяє охолодженню організму. У зв'язку з цим птахи в спекотну погоду відкривають дзьоб.

Бджоли будують свої гнізда таким чином, щоб соти розміщувалися зверху до низу відносно стелі. Вони являють собою дивовижну теплотехнічну конструкцію. Соти надійно обклеєні бджолиним клеєм та воском. Тепло, що виділяється бджолами, повністю використовується. На краях вулика температура нижча ніж в центрі. На краях знаходяться соти, які заповнені медом. Завдяки низькій теплопровідності воску і меду в центрі підтримується температура, яка необхідна для нормального розвитку яєць, личинок. Різниця температур крайніх частин вулика забезпечує вентиляцію гнізда. Крім того, є група бджіл-вентиляторів, які, розміщуючись правильними рядами, здійснюють політ на місці, тим самим створюючи повітряні потоки, які достатні для вентиляції всього гнізда.

### *Питання і задачі*

1. Чому відбувається процес випаровування рідини?
2. Чому під час випаровування рідини знижується її температура?
3. Яка роль випаровування в житті тварин?
4. Чому в прохолодну погоду багато тварин згортаються в клубок, а в спеку, навпаки, прагнуть збільшити свою вільну поверхню.
5. Чому рослини посушливих районів мають добре розвинуту кореневу систему і

малу площу поверхні листків?

6. Чому кактуси, які ростуть в посушливих районах, мають товсті м'ясисті стебла та колючки замість листків?

7. Чому в тропіках, у вологому кліматі джунглів для рослин характерна розвинута поверхня листка, а в посушливих місцях його поверхня невелика?

8. Чому зимою хвойні дерева випаровують вологи в 300-400 разів менше, ніж влітку?

9. Чому хвойні дерева випаровують вологи в 8-10 разів менше, ніж листяні того самого віку і в той же час?

### *Домашнє завдання*

**1. Як відомо** різні квіти й інші кімнатні рослини не тільки прикрашають квартиру, а й очищають у ній повітря, поглинаючи вуглекислий газ, і виділяючи кисень. Чому ж не рекомендують ставити дуже багато квітів або інших рослин у спальні?

**2. З розмоклої глини.** Коли доводиться йти по розмоклій глині, важко виймати ноги. Чому?

**3. Листок рослини лопне.** Якщо сильно притиснути до рота листок рослини і втягнути в себе повітря, то листок з ляском лопне. Чому?

**4. У безвітряну погоду.** Чому в безвітряну погоду ввечері та вночі в низинах буває холодніше, ніж на височині?

**5. Угорі і внизу.** Відомо, що на вершинах високих гір буває важко дихати. Чим це пояснюється? Адже дослідженнями встановлено, що повітря на найвищій гірській вершині має також 21% потрібного для дихання кисню, як і внизу біля основи гори.

**6. Чому** сніжинки падають так, що їх площини бувають горизонтальними? Падаючі сніжинки кружляють навіть у порівняно тиху погоду? Під час грози піднімається великий вітер?

**7. Що таке вітер?** Кожний з вас не раз спостерігав, яку величезну силу має вітер. Він ламає дерева, спричинює великі хвилі на морі, зриває дахи будинків, переносить у пустинях маси піску з місця на місце. Але що таке вітер?

## 8. Чому відбувається процес випаровування рідини? Конденсація пари?

### Заняття 10

**Тема:** Водяна пара в атмосфері. Абсолютна і відносна вологість повітря. Точка роси. Прилади для визначення вологості повітря.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** фізіологія рослин, гідрологія, лісівництво, ґрунтознавство, ентомологія, деревинознавство, метеорологія).

#### *Матеріал міжпредметного змісту.*

**Вологість повітря.** В атмосферному повітрі міститься водяна пара, внаслідок випаровування води з вільних поверхонь відкритих водоймищ. Вміст водяної пари у повітрі суттєво впливає на життєдіяльність живих організмів (рослин, тварин, людини).

Людина живе на Землі  $\frac{3}{4}$  якої – моря і океани, ще  $\frac{1}{5}$  частина суші вкрита водою у твердому стані – льодом та снігом. Вся ця вода напевно випаровується. Тому до складу повітря завжди входить водяна пара. Водяна пара невидима. Туман, роса з'являються при температурі, що називається точкою роси. Важливо вміти визначати точку роси, за якою передбачають весняні та осінні заморозки, що наносять шкоду рослинам, знищують врожаї. Передбачення заморозків за точкою роси ґрунтується на фізичних закономірностях. Під час конденсації водяної пари виділяється велика кількість теплоти і подальше зниження температури припиняється. Як правило, температура нижче за точку роси не опускається.

Для захисту рослин від заморозків застосовують різні способи, спрямовані на підтримання температури вище тієї, що шкідлива для рослин. З цією метою зменшують нічне променевипромінювання. Наприклад, створюють димовий покрив, для чого спалюють вологий паливний матеріал – навіз, сиру солому, листя, дерен або спеціальні димові шашки. Вогнища розводять з боку вітру.

Збільшення вологості повітря також є заходом проти приморозку, для

чого в садах розставляють діжки та інший посуд з водою. При підвищенні вологості повітря конденсація водяної пари у вигляді туману чи роси супроводжується виділенням теплоти пароутворення і сповільненням охолодження ґрунту та нижніх шарів повітря. В особливих випадках, для збереження дорогих культур на невеликому просторі, застосовують зрошення ґрунту теплою водою або нагрівання спеціальною системою грілок.

Вирішальну роль в інтенсивності випаровування вологи з рослин відіграє дефіцит вологості.

У житті рослин вологість повітря має велике значення. Знижений відсоток відносної вологості повітря спричиняє посилене випаровування води як з поверхні ґрунту, так і безпосередньо рослинами. Сильне випаровування швидко та непродуктивно висушує ґрунт, що приводить до посухи. Дуже низькою вологістю характеризуються такі небезпечні й шкідливі для сільськогосподарських культур явища як суховії. При суховіях відносна вологість повітря не перевищує 50%, а в деяких випадках падає навіть до 10%, рослини втрачають дуже багато води і внаслідок висихання можуть загинути. У кращому випадку дія суховію призводить до в'янення листя рослин. Зерно при таких умовах стає порожнім або зморщеним. Нарешті, сухе повітря не сприяє росту та розвитку рослин. Через те спостереження за вологістю повітря протягом всього вегетативного періоду розвитку рослин має істотне значення.

Висока вологість повітря затримує цвітіння рослин, погіршує умови запилення, дозрівання плодів і насіння, перешкоджає розкриттю шишок та випаданню плодів. Крім того, вона сприяє виникненню і розвитку грибкових та бактеріальних захворювань рослин.

Вологість повітря має важливе значення і для лісу. Причому негативний вплив здійснює як низьке (нижче 30%), так і дуже високе (понад 80%) значення відносної вологості. В період з низькою відотною вологістю і високою температурою різко підвищується випаровування.

Значення відносної вологості відіграє важливу роль не тільки в атмосферних явищах. Її потрібно враховувати і під час збереження насіння та

овочів (буряк, морква, картопля). При низькій відносній вологості коренеплоди в'януть, а високе значення вологості спричиняє проростання та різні захворювання овочів та інших плодів.

Важливим елементом для нормального росту та розвитку рослин у парниках є створення відповідного мікроклімату. Тобто підтримання заданої температури повітря й ґрунту, вологості повітря, а також відповідного вмісту вуглекислого газу в цьому повітрі.

Вода є складовою частиною тіла живих істот. Вологість повітря впливає на швидкість випаровування води з тіла живих істот і, як наслідок, на обмін речовин, терморегуляцію. Втрата великої частини води призводять до загибелі представників різних видів рослин та тварин. Для нормального існування багатьох рослин і тварин необхідна відносна вологість 100%.

### *Питання і задачі.*

1. Яке значення вологості повітря для рослин?
2. Чому з'являється роса? туман? хмари?
3. Чому маленькі комахи не можуть рано-вранці злетіти?
4. Увечері при температурі  $29^{\circ}\text{C}$  відносна вологість повітря становить 60%. Чи випаде вночі роса, якщо температура ґрунту знизиться до  $15^{\circ}\text{C}$ ?
5. Над поверхнею, площа якої дорівнює  $5\text{ км}^2$ , шар повітря у  $1000\text{ м}$  має температуру  $20^{\circ}\text{C}$  і відносну вологість 73%. Повітря охолодилося до  $10^{\circ}\text{C}$ . Визначте масу дощу, який випав, і товщину шару опадів на поверхні землі.

### *Домашнє завдання*

**1. Загадка повітря.** Якщо на точних терезах зважити літр сухого повітря, а потім літр вологого, то виявиться, що сухе повітря важить більше, ніж вологе. Чому?

**2. Що ви знаєте про росу?**

- 1) Чому на траві утворюється особливо багато роси?
- 2) Чому при великому вітрі не утворюється роса?

### **Заняття 13**

**Тема:** Змочування. Крайовий кут. Капілярність. Капілярні явища в

природі. Аморфні речовини.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** фізіологія рослин, мисливствознавство, ґрунтознавство, деревинознавство, метеорологія).

### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Капілярні явища. Змочування.** Важливим для життя тварин, рослин, є капілярні явища. Більшість рослинних і тваринних організмів пронизана великою кількістю капілярних судин. Саме в капілярах проходять основні процеси, що пов'язані з диханням та живленням організмів.

Стовбури дерев, гілки рослин пронизані великою кількістю капілярних трубочок, по яких поживні речовини піднімаються до самих верхніх листочків. Коренева система рослин, в свою чергу, закінчується найтоншими нитками – капілярами. І сам ґрунт, що є джерелом живлення для кореня, може бути представленим як сукупність капілярних трубочок, по яких, в залежності від його структури та обробітку, швидше чи помаліше піднімається до поверхні вода з розчиненими в ній речовинами. Висота підйому речовин в капілярах тим більша, чим менший їх діаметр; звідси зрозуміло, що для збереження вологи потрібно ґрунт обробляти за допомогою лопати чи борон, а для осушування – втрамбовувати.

Роль поверхневого натягу в житті живої природи дуже різноманітна. Поверхнева плівка води є для багатьох організмів опорою під час руху. Така форма руху зустрічається у дрібних комах і павукоподібних. Найбільш відомі водоміри, що спираються на воду тільки кінцевими члениками широко розставлених лапок; лапка вкрита воскоподібною речовиною і не змочується водою. Поверхневий шар води прогинається під тиском лапки, утворюючи невелике заглиблення. Подібним чином переміщуються берегові павуки деяких видів, але їх лапки розташовані не паралельно до поверхні води, як у водомірів, а під прямим кутом до неї.

Якщо для незмочуваних організмів поверхнева плівка є опорою, то для організмів, що змочуються водою, вона стає небезпечною пасткою. Такі

організми, торкаючись до рідини, відразу охоплюються нею з усіх боків і гинуть. На цьому ґрунтується боротьба з капустяними метеликами, гусінь яких дуже шкодить капусті, та іншими комахами. Деякі рослини виділяють на стовбурах або листках липку камедь. Комахи та гусінь, попавши на них, гинуть.

Деякі тварини, які проживають у воді, але не мають зябер, підвішуються знизу біля поверхневої плівки води за допомогою особливих незмочуваних ворсинок, що оточують їх органи дихання. Такий спосіб використовують личинки комарів (в тому числі і малярійних), а равлики не тільки тримаються за водяну плівку знизу, але можуть повзати по ній не гірше, ніж по поверхні будь-якого твердого тіла.

Пір'я та пух водоплавних птахів завжди змащене жировими виділеннями особливих залоз, що пояснює їх непромокання. Товстий шар повітря, що знаходиться між пір'ям качки і не витісняється звідти водою, не тільки захищає качку від втрати тепла, але й збільшує її "запас плавучості", діючи подібно до рятувального поясу. Воскоподібний наліт на листях перешкоджає закупорюванню пор, що могло б призвести до порушення правильного дихання рослин; наявністю воскоподібного нальоту пояснюються водонепроникні властивості солом'яного даху, сіна у скирті тощо.

### ***Питання і задачі***

1. Чому на мокрому ґрунті сліди людини намокають?
2. Чому висота капілярного піднімання води в ґрунті зменшується з підвищенням температури?
3. Чому під час сушіння дров на сонці на кінці поліна, зверненому в тінь, виступають крапельки вологи?
4. Для чого ґрунт обробляють бородами?
5. Чи може спостерігатися явище капілярності, якщо не існує явища змочування?
6. Чому жуки-вodomіри, рухаючись по поверхні води, не тонуть?
7. Яку роль в житті рослин відіграє воскоподібний наліт на поверхні листка ?
8. Чим пояснюється утворення маленьких кульок краплинок води на пелюстках



троянди (рис. В.4.2 додаток В)?

9. Як пояснити водонепроникні властивості солом'яного даху та сіна у скирті ?
10. Чому не тонуть качки та гуси?
11. Визначте коефіцієнт поверхневого натягу рідини, якщо у капілярі рослини з діаметром 1 мм вона піднімається на висоту 32,6 мм.
12. Висота піднімання води у стеблі рису в 15 разів більша, ніж у ґрунті. Визначте діаметр капіляра рису, якщо діаметр капіляра ґрунту – 0,3 мм.
13. Визначте висоту, на яку під дією сил поверхневого натягу підніметься вода у стеблі рослини, діаметр капілярів якої дорівнює 0,4 мм.

### *Домашнє завдання*

#### **1. Річка і її течія. Чому:**

- під час межені (низький рівень) поверхня води в річці буває вгнутою?
- течія ріки посередині швидша, ніж біля берегів?
- в гирлі річок майже завжди утворюються мілини і острівки?
- піщане дно річки має хвилясту поверхню?
- в деяких місцях на річці виникають вири?
- під мостом течія річки прискорюється?
- біля того берега, в бік якого річка повертає, майже завжди буває мілкіше, ніж біля протилежного берега?

**2. Чи знаєте ви, що таке переохолоджена вода? Перенасичений розчин?**

**3. Чому** вода змочує поверхню дерев'яної підлоги?

**4. Листя.** Коли тобі доведеться бути на ставку, озері або річці, де росте латаття, зверни увагу на те, як гладенько розпрямлені його листки, що лежать на воді. Якщо підняти такий листок над водою або, навпаки, занурити його у воду, він втрачає свою типову розправлену форму і зігнеться. Чим це можна пояснити?

**5. Чому** гуси, качки виходять “сухими з води”?

**6. Березова гілка.** Зріжте з берези гілку і зрізаною частиною вмочіть її у воду. На зрізаному кінці побачите велику краплю води. Стежте за цією краплею: міне не більше хвилини, і вона зникне. Зробіть цей дослід кілька разів, і ви впевнитися, що краплі весь час зникають. Зрозуміло, що воду всмоктує гілка. А

куди ця вода дівається?

### **8. Вода і ґрунт**

- 1) Чому ґрунт на утрамбованих ґрунтованих дорогах звичайно сухіший, ніж ґрунт розміщених поряд полів?
- 2) Чому з утрамбованого ґрунту вода випаровується значно швидше, ніж з розпушеного?
- 3) Відомо, що глинисті ґрунти мають дрібні капіляри. Здавалося б, вода по них повинна підніматися краще, ніж в інших ґрунтах, а тим часом спостерігається протилежне: глинисті ґрунти пропускають воду гірше. Чому?
- 4) Після боронування випаровування вологи з землі значно зменшується. Чим це пояснити?

**9. Чому** мокре опале листя добре прилипає до різних предметів? Гаряча вода в капілярних трубках піднімається на трохи меншу висоту, ніж холодна? Тонкий шар клею тримає склеєні дерев'яні поверхні краще, ніж товстий? Під час сушіння дров на сонці на кінці поліна, зверненому в тінь, виступають крапельки вологи?

**10. Ранкова роса.** Чому ранкова роса на листках рослин має вигляд кульок, а поверхня листків не покривається росою суцільним шаром?

**11. Дощ і ґрунт.** Виораний ґрунт іноді після дощу розпушують боронами, або ущільнюють котками. Для чого?

**12. “Сухий полив”.** Між рядками посівів намагаються розпушувати ґрунт, руйнуючи кірку, що утворюється. Чому цей вид робіт називають “сухим поливом”?

**13. Капіляри ґрунту.** Чому висота піднімання води в ґрунті зменшується з підвищенням температури?

### **Заняття 15**

**Тема:** Властивості твердих тіл. Деформації.

(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами: фізіологія рослин, гідрологія, ботаніка, лісівництво, деревинознавство, метеорологія).

### *Матеріал міжпредметного змісту*

Механічні властивості. Густина речовини – це маса, що припадає на одиницю об'єму. Густину використовують як параметр оцінки деревної рослинності. Густина сухої твердої деревини становить близько  $1,5 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ . У більшості видів деревини, що використовується людиною у господарстві, густина дорівнює  $(0,35-0,65) \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

Крім того, густина є одним із важливих параметрів якості рослинних продуктів.

***Пружні параметри.*** Механічні властивості рослин та рослинних продуктів обумовлені взаємодією між атомами та молекулами, з яких вони складаються, і виявляються в протидії зовнішнім силам. Механічні властивості рослинних об'єктів характеризуються залежністю між напруженням – особливим станом, що виникає під впливом зовнішніх сил, та механічною деформацією – зміною взаємного розташування множини частинок матеріального середовища, яка призводить до спотворення форми та розмірів тіла або його частин і викликає зміну сил взаємодії між частинками.

Рослинна клітина оточена еластичною оболонкою целюлозно-пектинової природи. Оболонки рослинних клітин характеризуються пружними властивостями, які обумовлюють здатність рослинних клітин розтягуватися під впливом зовнішніх навантажень. Модуль Юнга, що характеризує пружні властивості тіл, для чистої целюлози дорівнює  $10^8 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$ , що становить близько 5% модуля Юнга для сталі. Клітинна оболонка містить різноманітні компоненти. Крім целюлози, через що її модуль Юнга менший, ніж у чистої целюлози. Так, модуль Юнга клітинної оболонки водорості дорівнює  $7 \cdot 10^8 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$ . Модуль Юнга представників деревної рослинності змінюється в інтервалі  $(0,35-1,93) \cdot 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$ .

***Пружні властивості рослинного стебла. Деформація згину.*** Рослинне стебло під впливом зовнішньої сили  $F$  (наприклад, вітру) згинається. Під впливом цієї сили певні шари розтягуються, тоді як інші стискаються. У стеблі виникають пружні сили, що утворюють обертальний момент, який протидіє моменту сили  $F$ . Основну участь в утворенні протидіючого моменту беруть

зовнішні шари стебла, тоді як середні шари ніякої ролі не відіграють. Отже, якщо вилучити центральну частину стебла, її опір на згин не зміниться. Математичні розрахунки свідчать, що найбільший опір згину виявляють трубки, в яких відношення внутрішнього діаметра до зовнішнього становлять 8:11. Саме таке співвідношення мають стебла більшості рослин. Яскравим представником рослин, які позбавлені центральної частини стебла, є бамбук. Деякі види деревних порід ростуть зі швидкістю близько одного метра за добу. Модуль Юнга тканини цієї деревини дорівнює  $2 \cdot 10^{10} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$ , тобто така деревина більш пружна, ніж сталевий стержень, модуль Юнга якого становить  $2,1 \cdot 10^{11} \text{ Н} \cdot \text{м}^{-2}$ . У той же час відношення маси деревини до її об'єму становить  $600 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ , тоді як для сталі це відношення дорівнює  $7800 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ .

Рослини здатні адаптуватися до механічних факторів навколишнього середовища (наприклад, вітру). Багато рослин обмежують висоту та збільшують діаметр стебла у відповідь на постійно діючі механічні стимули. Цей процес адаптації супроводжується відповідною зміною пружних властивостей стебла.

### *Питання і задачі*

1. Які напруження виникають у рослинній клітині?
2. Які сили виникають у рослинному стеблі?
3. Визначити модуль Юнга деревини, розмірами  $a=b=5 \text{ см}$ .  $l=70 \text{ см}$ , якщо під впливом сили  $F=6860$  величина вигину стовбура  $\lambda$  дорівнює  $0,7 \text{ см}$ .

### **Домашнє завдання.**

1. **Чому** легше стругати дошку вздовж волокон, ніж упоперек?
2. **Зламана гілка.** Чому, зламавши гілку, ми не можемо її з'єднати?
3. **Стружки**, які утворюються під час обробки дерева рубанком або фуганком, завжди закручуються, причому в той бік, куди рухається інструмент. Чи знаєте ви, чому закручуються стружки і завжди в певний бік?
4. **Чому** канал, утворений кулею, яка пробила дерево, буває вузький, ніж діаметр кулі?
5. **Потріскування льоду.** Чому після відлиги настає великий мороз, лід на річці починає потріскувати?

## Заняття 20

**Тема:** Електризація тіл. Поняття про величину заряду. Елементарний заряд. Закон збереження заряду. Взаємодія точкових зарядів. Закон Кулона. Діелектрична проникність середовища.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** ботаніка, біологія мисливських звірів і птахів, деревинознавство, лісівництво).

### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Електростатика.** Італійський лікар Луїджі Гальвані виявив, що якщо до обезголовленого тіла жаби підвести електричну напругу, то будуть спостерігатися скорочення її лапок. Так він показав дію електричного струму на м'язи. Тому його по праву називають батьком електрофізіології. В інших дослідах він підвішував лапку відпрепарованої жаби на латунному гачку. В момент, коли, розгойдуючись, лапка доторкувалася до залізної решітки балкону, де проводилося дослідження, спостерігалось скорочення лапки. Гальвані передбачив існування між нервом і лапкою різниці потенціалів – “живої електрики”. Скорочення м'яза він пояснив дією електричного струму, який виникає в тканинах жаби при замиканні кола через метал.

Алессандро Вольта уважно вивчив електричне коло, яким користувався Гальвані, і показав, що в ній є два різні метали, які замикаються через сольовий розчин, тобто повна подібність хімічного джерела струму. Нервово-м'язевий препарат, як він стверджував, в цьому досліді слугував всього-на-всього чутливим гальванометром.

Наступні досліди показали, що електричний струм виникає тільки в тих випадках, коли нерв накладався на пошкоджений м'яз. Так було відкрито електричний струм, який виникає між здоровою та пошкодженою тканиною. Такий струм називають струмом пошкодження.

Цікавими є перші відомості про вивчення електричних явищ в живій природі. Ще давні римляни знали, як електричні скати добувають собі їжу. Наприклад, електричні скати не гоняться за своєю поживою. Але якщо поблизу

скатів з'являються краби або восьминоги, то в них починаються конвульсії і вони гинуть від електричного розряду. Очевидно, скати є “живими електростанціями”. Вже тоді виникла ідея використання розряду електричних риб як лікувального засобу.

Завдяки дослідям над електричним скатом Фарадей встановив, що електричний струм, який створюється спеціальним органом цієї риби, повністю тотожний електричному струму, який отримується від хімічного або від іншого джерела, хоч є продуктом діяльності живої клітини.

Наступні спостереження показали, що багато риб мають особливі електричні органи, свого роду “батареї”, які виробляють великі напруги. Так, гігантський електричний скат створює напругу 50-60 В, нільський електричний сом – 350 В. дивовижним є той факт, що на тіло самої риби ця висока напруга не здійснює ніякої дії. Це і є однією з таємниць електроізоляції.

Як показали ряд досліджень, електричні органи складаються із м'язів, які втратили здатність до скорочення; м'язева тканина служить провідником, а з'єднувальна – ізолятором. До органу ідуть нерви від спинного мозку, а вцілому він являє собою дрібнопластинчасту структуру із чергуючих елементів. Наприклад, вугор має від 6 000 до 10 000 послідовно з'єднаних елементів, які утворюють колонку, і близько 70 колонок в кожному органі, який розміщений вздовж тіла. У дорослих тварин на цей орган припадає близько 40% всієї маси їх тіла.

Використання рибами різних напруг можна пояснити так: тим, хто мешкає в прісній воді (вугор), необхідна висока напруга, оскільки прісна вода має більший електричний опір і для виникнення електричного розряду потрібна значна напруга; мешканці солоних вод виробляють меншу напругу, так солоня вода має менший опір.

Електричні явища можна спостерігати і в рослинах. Так звані струми пошкоджень, які раніше були виявлені у тварин, пізніше виявилися і в рослинних тканинах. Зрізи листків, стебел завжди заряджені від'ємно по відношенню до нормальної тканини.

Якщо розрізати яблуко навпіл і вийняти середину, то обидва електроди, які прикладені до шкірочки, не виявлять різниці потенціалів. Якщо ж один електрод прикласти до шкірочки, а інший перенести у внутрішню частину м'якоти, гальванометр відмітить появу струму пошкодження.

Деяка різниця потенціалів існує також між різними анатомічними елементами не пошкоджених органів рослин. Так, центральна жилка каштану, тютюну, гарбузи електрично додатня по відношенню до поверхні листка. Спостерігається також різниця потенціалів між різними частинками квітки. Для позначення таких явищ використали термін “струми спокою” – на відміну від поширеного класу електричних процесів, які виникають в живих тканинах під дією подразників, що називаються струмами дії.

Були відкриті електричні ритми рослин. Якщо помістити кінчик кореня молодій бобовій рослині у воду та виміряти різницю потенціалів між коренем і навколишнім середовищем, то ця величина коливається з періодом 5-20 хвилин, причому амплітуда коливань зменшується по мірі вилучення від кінчика кореня, а частота сильно залежить від температури навколишнього середовища.

Для вивчення біоелектричних явищ часто використовуються клітини харових водорослів, які мають довжину декілька сантиметрів і діаметр порядку десятих долей міліметра. Різниця потенціалів між вакуолею та зовнішнім водним середовищем, в якій мешкає водорість рівна 0,15 В. Виявилось, що нервова клітина цієї водорості може генерувати потенціал дії.

Властивість багатьох квіток і листків складатися або розкриватися в залежності від годин доби також обумовлюється електричними сигналами, які являють собою потенціал дії. Закриття листків можна стимулювати штучно з допомогою електричних подразнень.

Потенціал дії як властивість управління різними фізіологічними функціями властивий всім вищим рослинам. Тичинки соняшника, барбариса приходять в рух при легкому дотику. У деяких рослин властивістю до руху володіють пестики. Реакцією багатьох квітів на механічні подразнення є виділення нектару. Виявилось, що при механічному подразненні деяких частин

квітки виникають електричні імпульси, які по провідних пучках досягають нектарника, стимулюють його діяльність. Реакція нектарника миттєва: виділення нектару починається зразу ж після того, як комаха сідає на квітку.

Рух листків мімози також здійснюється за допомогою електричної системи сигналізації. Опущання листків мімози під дією механічного подразника зумовлюється скороченням органу, який підтримує листковий черенок.

Крім потенціала дії, який виникає при подразненні ударом, в провідних шляхах мімози може розповсюджуватися інший тип збудження – так звана повільна хвиля, яка з'являється при порізах, надломах, опіках, хімічних подразненнях. Ця хвиля пов'язана з розповсюдженням спеціальних речовин. Які виникають в тканинах при їх пошкодженнях. Досягаючи стебла, повільна хвиля викликає виникнення потенціалу дії, який передається вздовж стебла і призводить до опущання найближчих листків. Потенціал дії в листку мімози розповсюджується зі швидкістю 2 см/с.

У пошкодженні дерев блискавкою відіграє роль як будова кореня, так і опір дерева струму. Древа з коренями, які проникають в глибокі водоносні шари ґрунту, краще “заземлені”, тому на них накопичується притікаючі із землі значні заряди, що мають знак, протилежний знаку заряду хмар. Так, наприклад, у дуба коріння глибоко йде в ґрунт, тому він найчастіше від інших дерев пошкоджується блискавкою. Окремі ділянки стовбура дерева мають різний опір. В листяних деревах струм проходить всередині стовбура по серцевині, а так як в деревині цих дерев є багато соку, то він закипає під дією струму і утворена пара розриває дерево. У смолистого дерева, наприклад сосни, опір серцевини значно більший, ніж кори та підкірного шару. Тому в сосні електричний струм проходить головним чином по зовнішніх шарах стовбура, не проникаючи всередину.

### *Питання і задачі*

1. Яке відкриття зробив Гальвані?
2. Як електричні скати добувають собі їжу?



3. Розкажіть про електричні органи тварин.
4. Чому мешканці солоних вод виробляють меншу напругу?
5. Як виявити струм пошкодження у рослин?
6. Розкажіть про потенціал дії.
7. Чим можна пояснити таке явище: при ударі блискавки листяне дерево розривається із середини, а хвойне спалахує зверху, блискавка вдаряє в дуб навіть у тому разі, коли сосни, що ростуть навколо нього, значно вищі.
8. Електричні заряди двох хмар відповідно дорівнюють 20 Кл і  $-30$  Кл. хмари перебувають на відстані 30 км одна від одної. З якою електричною силою взаємодіють хмари?
9. Вважаючи жирову оболонку нерва плоским конденсатора з площею обкладинок  $1 \text{ см}^2$ , товщиною 2 мкм і  $\epsilon = 49$ , знайдіть його ємність.
10. При франклінізації хворої тварини між електродами за час одної процедури лікування (10 хв) проходить заряд 1,6 Кл. Знайти середню силу струму.

### Заняття 35

**Тема:** Електричний струм у різних середовищах.

(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами: мисливствознавство, метеорологія, гідрологія).

#### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Електричні властивості тканин тварин.** Тканини живих організмів досить різноманітні по складу. Органічні речовини, з яких складаються щільні частини тканин являють собою діелектрики. Однак рідини мають, крім органічних колоїдів, розчини електролітів і тому являються відносно добрими провідниками.

Найбільшу електропровідність мають спинномозкова рідина, сироватка крові; значно менша електропровідність внутрішніх органів, а також мозкової, жирової і з'єднувальної тканин. Поганими провідниками, які слід віднести до діелектриків, є роговий шар шкіри, сухожилля і особливо кісткова тканина без надкостя.

Електропровідність окремих частин тканин або областей організму, які знаходяться між електродами, що накладені на поверхню тіла, залежить головним чином від опору шару шкіри і підшкірно-жирової клітчатки.

Тканина	Питома електропровідність, $\text{Ом}^{-1}, \text{м}^{-1}$ .
Спинномозкова рідина	1,8
Кров	0,6
М'язи	0,5
Внутрішні органи	$(2-3) \cdot 10^{-1}$
Жирова тканина	0,03
Шкіра суха	$10^{-9}$

Електропровідність шкіри, через яку струм проходить головним чином по каналах потових і сальних залоз, залежить від товщини та стану її поверхневого шару. Тонка і особливо волога шкіра, а також шкіра з пошкодженим зовнішнім шаром епідерміса добре проводить струм. Суха груба шкіра – досить поганий провідник.

В структурі тканин є системи, що складаються із двох добре проводячих струм тканинних рідин, які розділені поганим провідником або діелектриком. Наприклад, в основному структурному елементі тканин – клітині у зовнішнього шару протоплазми досить низька електропровідність, а в решти частин протоплазми і тканинної рідини, що омиває клітину, досить висока провідність. Такі системи в електричному відношенні подібні до конденсаторів. При проходженні по тканинах електричного струму має місце поляризаційне явище, наприклад проходить накопичення зарядів (іонів) біля напівпроникних перегородок. Це також дає тканинам ємнісні властивості.

Таким чином, еквівалентна схема тканин організму складається із опорів та конденсатора, включених послідовно (наприклад, для шару шкіри і підшкірних клітин) або паралельно (для глибоколежачих тканин); наприклад, кінцівка, на яку накладені електроди, має опір порядку 1000 – 3000 Ом і ємність 0,01 – 0,02 мкФ. Провідність такої ділянки залежить від частоти струму.

### *Питання і задачі*

1. Які тканини мають найбільшу питому електропровідність?
2. Від чого залежить електропровідність окремих частин тканин та областей організму?
3. Де знаходяться шляхи найменшого опору?
4. Знайти силу та потужність електричного струму, який пройде через організм тварини, якщо вона доторкнеться проводів, які знаходяться під напругою 220В.
5. За рік спалахує близько 8 млн. блискавок. Обчисліть їх потужність, якщо сила струму під час розряду становить приблизно 10 000 А, а напруга – 100 млн. В.

### **Домашнє завдання**

#### **1. Загадка блискавки**

- 1) Чому виникає блискавка – іскровий розряд?
- 2) Чому блискавку можна назвати електричним струмом?
- 3) Чому блискавка найчастіше “ударяє” в землю у сирих місцях, наприклад біля берегів річок, боліт, ставків і т.д.? “Ударяє” у високі предмети значно частіше, ніж у низькі? Удар блискавки розщеплює дерево?

### **Заняття 41**

**Тема:** Взаємодія струмів. Матеріальність магнітного поля. Графік зображення магнітного поля. Лінії індукції магнітного поля.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** мисливствознавство, ботаніка).

#### *Матеріал міжпредметного змісту*

*Магнітне поле і жива природа.* Цікавою є орієнтація птахів по геомагнітному полю. Кожної весни стада птахів летять на північ, кожної осені вони повторюють свій політ в зворотньому напрямку.

Вміння орієнтуватися по геомагнітному полю не є тільки пташиною прерогативою. Деякі види риб (лососеві, осетринові) пропливають значні відстані, без будь-якої орієнтації. Комахи при посадці в кінці польоту і при відпочинку надають перевагу напрямку північ-південь, захід-схід.

Високою чутливістю до магнітного поля володіють бджоли. Відомо, що

дикі бджоли орієнтують соти в новому вулику стосовно напрямку “північ-південь” точно так, як вони були орієнтовані у попередньому родинному. За допомогою магнітометра визначено, що і в даному випадку не обійшлося без магнетику. Його кристалики розміщуються в передній частині черевця комахи і містять  $10^6$  доменів. Подібні дослідження проведені на голубах, мишах. У голубі виявлені великі магнітні частинки розміром до 0,1 мм, які розміщуються в м’язах шиї. Помічено, що навколо цих частинок зосереджено багато чутливих нервових закінчень. Вважається, що зміна напрямку польоту птаха стосовно силових ліній магнітного поля деформує тканини, що оточують магнетик та передається через нервові закінчення в головний мозок. Якщо закріпити на голові голуба чи іншої тварини постійний магніт, або індукційну котушку, які створюють дезорієнтуюче магнітне поле щодо земного, то у всіх випадках тварини повністю втрачають здатність орієнтуватися і неспроможні знаходити шлях до своєї домівки.

Магнітні поля впливають і на рослинний світ. Великі магнітні поля близько 1 Тл пригнічують ріст коренів, зменшують інтенсивність фотосинтезу, викликають зміни в окислювальних процесах та інші ефекти. Деякі рослини орієнтують свою кореневу систему або стебло відносно магнітного поля (природно чи штучно), тобто рослинам властивий магнітотропізм (повертання, обертання).

Швидкість проростання насіння кукурудзи змінюється зі зміною їх орієнтації в магнітному полі Землі.

Суть явища заключається в тому, що насіння кукурудзи або пшениці, орієнтовані корінчиком зародку до південного магнітного полюсу Землі (орієнтуватися повинне сухе насіння, а не вологе), в темноті при температурі 18-25 °С проростає на добу раніше; ріст кореневої системи і стебел більш інтенсивний, ніж у насіння, орієнтованого протилежним чином. Корінчики насіннин, які орієнтувалися до північного полюса Землі, вигиналися на 180 °С і росли в бік південного магнітного полюсу.

При орієнтованій сівбі насіння (корінчиками на північ) спостерігалось, що проростання насіння пшениці проходило на 8-12 годин раніше.

Коріння редиски та буряка розміщуються в більшості в напрямку північ-південь, захід-схід, тобто нагадують поведінку комах. Подібна орієнтація спостерігається і у туї.

### ***Питання і задачі***

1. Як представники тваринного світу орієнтуються по геомагнітному полі?
2. Яким чином магнітне поле впливає на проростання насіння?

### **Заняття 53**

**Тема:** Електромагнітне поле як особливий вид матерії.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** мисливствознавство, біологія мисливських звірів і птахів).

### ***Матеріал міжпредметного змісту***

***Роль електромагнітних полів в житті живої природи.*** Роль електромагнітних полів в живій природі досить різноманітна: це їх вплив на життєдіяльність організмів, електромагнітні взаємодії всередині самих організмів, електромагнітні зв'язки між організмами, а також електромагнітне поле як засіб локації. Організми різних видів проявляють досить високу чутливість до електромагнітних полів, особливо до тих, які близькі до природніх полів біосфери: до геомагнітного та геоелектричного полів. Під дією електромагнітного поля порушується ряд фізіологічних функцій – ритм серця, кров'яний тиск, обмін речовин, змінюється емоційний стан, порушується зір, сприйняття звукових сигналів.

Цікаві спостереження електромагнітних взаємодій всередині організмів і між організмами. Відкриті електромагнітні коливання, які генеруються серцем людини; відкрита і досліджена електромагнітна система регуляції у хребетних, яка пов'язана із своєрідним розподілом поверхневих потенціалів. Рахується, що ця система контролює загальну поведінку тварин і що через неї здійснюється дія на них магнітного та електричного полів Землі.

В світі тварин виявлена сигналізація в ультрафіолетових, інфрачервоних і інфразвукових променях. Розрізняють сигналізацію, що забезпечує швидку

координацію руху в групах тварин. В інших випадках сигналізація за допомогою електромагнітних полів дозволяє тваринам знаходити одне одного навіть на великих відстанях.

Велику цікавість викликають приклади електромагнітної локації. Деякі види африканських риб володіють чутливим радіолокатором. Біля основи їхнього хвоста розміщений випромінювач електромагнітних сигналів, який посиляє в простір до 100 імпульсів за хвилину з амплітудою декілька вольт. Виникаюче електричне поле спотворюється, як тільки в ньому з'являється новий предмет. Нервові закінчення особливого органу, розміщеного біля основи спинного плавця зі сторони голови, вловлюють найменші зміни цього поля. Чутливість системи цих риб досить велика, їх електрорецептори можуть реагувати на зміни різниці потенціалів у  $3 \cdot 10^{-9}$  В/мм, тобто їх чутливість у  $10^5$  разів перевищує граничну чутливість нейтрона. Ці риби – одні з небагатьох тварин, які чутливі до магнітного поля. Вони реагують на піднесений до акваріума магніт.

Деякі морські хижаки також знаходять і впізнають свою жертву по електромагнітному полю. Прикладом може бути скат – плоска риба, очі якої розміщені у верхній частині тіла, а рот – в нижній. Вона не бачить своєї жертви, але знаходить її за допомогою сигналів електромагнітного поля, що випромінюються жертвою.

Різними дослідженнями було доведено, що качконіс сприймає електричне поле, яке виникає в результаті м'язової активності його жертви. Антенною слугує дзьоб, який покритий зсередини проточними залозами, які відіграють роль чутливих елементів. Ця система дозволяє йому вловлювати слабе електричне поле напруженістю від 50 мкВ/см. В ході різних досліджень качконіс рухався до проводів, по яких проходив струм, залишаючи без уваги мертвих креветок, які знаходилися поблизу.

### *Питання і задачі*

1. Яку роль відіграють електромагнітні поля в житті тварин?
2. Розкажіть про електромагнітне поле качконоса?

### Заняття 47

**Тема:** Механічні коливання і хвилі Коливальний рух. Класифікація коливальних рухів тіла. Параметри коливального руху.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** ботаніка, ентомологія).

#### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Механічні коливання і хвилі.** В живих організмах органи, тканини, клітини працюють ритмічно. Навіть мембрани клітин пропускають іони в визначеному ритмі. Порушення ритму – ознака порушення життєдіяльності організму.

В природі відбувається багато періодичних процесів: багато квітів закривають віночки з настанням темноти; у більшості тварин спостерігається періодичність народження малят; відома періодична зміна інтенсивності фотосинтезу у рослин; звуки лісу (шелестіння) виникають через коливання листків під дією вітру і тертя одного об другого. Це особливо помітно на листі осики, так як вони прикріплені до довгих і тонких черешків, тому дуже рухливі і розгойдуються навіть найслабшими повітряними потоками.

Фактори зовнішнього середовища, які оточують людину, тварин, рослин також періодично змінюються. День та ніч змінюють одне одного точно за розкладом, без запізнення приходять пори року.

Рослини, тварини і людина внаслідували “календарну пам'ять”. Коли день досягає визначеної тривалості, рослини починають цвісти, птахи співати, мешканці лісу просинаються після зими сплячки.

Рослини можуть “відраховувати” час – їх листя здійснюють визначені рухи протягом доби. Тварини дивовижно точно визначають час для сплячки.

В аеродинаміці відоме явище, яке називається фляттером і являє собою шкідливі коливання крила в польоті. Природа протягом віків виробила засіб боротьби з фляттером. Особливо чітко він виражений у деяких комах. На кожному крилі у верхній його частині біля переднього краю є темне хитинове потовщення. Його вилучення не дає кохам можливості літати, але порушує

правильність коливання крила. Ці потовщення регулюють коливання крила, позбавляє його шкідливих коливань типу фляттера.

### ***Питання і задачі***

1. Назвіть періодичні процеси, що відбуваються в природі.
2. Що таке фляттер?
3. Від чого залежить частота звуку, який видають комахи при польоті?

### **Заняття 49**

**Тема:** Звук та ультразвук. Природа звуку, звукові хвилі. Швидкість поширення звуку в різноманітних середовищах. Сила і гучність звуку в різноманітних середовищах. Ультразвук. Його природа та використання.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** біологія мисливських звірів і птахів, ентомологія).

### ***Матеріал міжпредметного змісту***

***Звук в тваринному світі.*** Голосовий апарат птахів, як і людини, належить до типу духових “музикальних” інструментів, звук в них утворюється за рахунок руху повітря, яке видихається з легень. Наприклад, спів канарейки за гучністю рівний голосу людини, хоча по масі канарейка складає менше 0,001 маси людини. У птахів не одна гортань, а цілих дві: верхня, як у всіх ссавців і, крім того, нижня, причому головна роль в утворенні звуку належить нижній гортані, яка має складну будову і різноманітна у різних видів птахів. Вона має не один вібратор, або джерело звуку, як у людини та всіх інших ссавців, а два і навіть чотири, які працюють незалежно один від одного. Утворення в птахів другої гортані в нижній частині трахеї дало можливість використовувати трахею в якості сильного резонатора. У багатьох птахів трахея сильно розростається, збільшується в довжину та діаметрі. Збільшуються в об'ємі також і бронхи, в кожій з яких у багатьох птахів знаходиться по незалежному джерелу звуку. Рухом тіла і натягом спеціальних м'язів птахи можуть в значній мірі змінювати форму цієї складної системи резонаторів і, таким чином, керувати звуковисотними та тембральними властивостями свого голосу.



Різноманітність в будові голосового апарату відповідає різноманітності звуків, які видають птахи, – від низьких басових криків (гуси, качки, ворони), до високих мелодійних свистів у співочих птахів із сімейства горобиних.

Пісні деяких птахів повністю складаються з ультразвуку. Для утворення звуку багато птахів використовують й інші “музичні інструменти”: дзьоб, лапи, крила і навіть хвіст. Дятел – добрий “барабанщик”, використовує в якості барабана сухе дерево.

Голосовий апарат ссавців мало відрізняється від голосового апарату людини, але голосовий апарат людини багатший тонами.

Жаби володіють досить гучними та різноманітними голосами. У деяких видів жаб є цікаві органи для підсилення звуку у вигляді великих шароподібних пухирів по боках голови, які роздуваються при криці і слугують сильними резонаторами.

Звуки комах виникають більш за все швидкими коливаннями крил при польоті (комарі, мухи, бджоли). Політ тої комахи, яка часто махає крилами, сприймається людиною як звук великої частоти і, відповідно, більш високий.

У деяких комах, наприклад коників-стрибунців, зустрічаються спеціальні органи звучання – ряд зубчиків на задніх лапках, які торкаються за краї крил та викликають їх коливання. У деяких жуків утворюються досить гучні скрипучі звуки внаслідок тертя сегментів черева по твердих надкрилах. Звуковий апарат цикад також приводиться в дію коливаннями черева. На відміну від голосових апаратів позвоночних, органи звучання комах не мають відношення до процесу дихання.

Досить цікавим є процес визначення напрямку звуку тваринами.

Вушна раковина являє собою звуковловлювач. У деяких тварин він сильно розвинутий. Інколи за його розміром можна робити висновок про гостроту їх слуху. Вушна раковина служить для визначення того напрямку, звідки іде звук: сприйняття звуку підсилюється, коли раковина повернута своїм раструбом до джерела; тому ті тварини, у яких вушні раковини можуть повертатися (заєць, більшість копитних), здатні визначати напрям небезпеки, не

повертаючи голови; вуха хижаків майже нерухомо орієнтовані вперед – для вислідковування здобичі.

*Ехо в світі живої природи.* Тварини дуже широко використовують ехолокацію.

Локаційний апарат летючих мишей володіє великою точністю, ніж створені людиною радіо- і гідролокатори. Летючі миші одного із видів легко виявляють дріт діаметром менше 0,3 мм, недивлячись на те, що вона дає слабкий відбитий сигнал.

Уявлення про напрям миша отримує за рахунок порівняння сигналів, які приймаються обома вухами, що підняті під час польоту, як антени приймання. Це підтверджується тим, що якщо одне вухо летючої миші заклеїти, то вона повністю втрачає орієнтацію. Вушна раковина летючої миші побудована приблизно так, як і у людини, але діапазон прийняття частот ширший – від 30 Гц до 100 кГц.

У різних видів летючих мишей ехолокаційний апарат побудований по-різному і для орієнтації використовуються різні сигнали. Кажани видають ультразвуки з частотною модуляцією. Їх частоти змінюються в межах від 90 до 40 кГц за час від 10 до 0,5 мс.

Інші сімейства летючих мишей (підковоноси) використовуються для орієнтації чисті тони частотою порядку 80 кГц у вигляді імпульсів постійної амплітуди тривалістю в середньому близько 60 мс.

Різна зовнішня поведінка в польоті летючих мишей цих двох сімей. У кажанів прями нерухомі вуха, у підковоносів неперервний рух голови та вібрація вух.

Виведення із дії одного вуха не мішає підковоносам орієнтуватися. Та пошкодження м'язів, які керують рухом вух, не дає можливості літати.

Для гідролокації дуже цінними є дослідження гідролокаційного апарату дельфінів.

Голоси дельфінів характеризуються широким діапазоном акустичних коливань – від декількох сотень герц до 170 кГц. Всі звуки дельфінів

поділяються на три класи: свист частотою від 4 до 18-20 кГц; ультразвукові тріски частотою до 170 кГц; комплексні хвилі високої амплітуди.

Чутливі приймачі ультразвуку показали, що ультразвук присутній в шумі вітру та водоспаду, в звуках, які відтворюють живі істоти. Багато комах сприймають ультразвук (світлячки, коники-стрибунці). Сприйняття ультразвуку в діапазоні частот до 100 кГц виявлено у багатьох гризунів.

Ультразвук проявляє значну фізіологічну дію на живі організми. Маленькі рибки, інфузорії гинуть під дією ультразвукового випромінювання.

Встановлено, що дія ультразвуку на насіння деяких рослин стимулює їх розвиток, скорочує вегетаційний період та збільшує врожайність.

### *Питання і задачі*

1. Як утворюється звук у птахів та людини?
2. Розкажіть про голосовий апарат жаб?
3. Яким чином утворюється звук у комах?
4. Від чого залежить частота звуку, який видають комахи при польоті?
5. Чому безшумний політ метелика?
6. Яким чином тварини визначають напрям звуку?
7. Робоча бджола, яка вилетіла із вулика за взятком, робить у середньому 180 помахів крила за 1 с. коли ж вона повертається зі взятком, кількість помахів крил у неї зростає до 280. Як це відображається на тому звуку, який ми чуємо?
8. Довжина слухового проходу вуха людини складає 2,7 см. Знайти частоту звуку, при якому чутливість буде найкращою?
9. Які тварини використовують ехолокацію?
10. Чому летючі миші навіть в повній темноті не наштовхуються на перешкоди?
11. Які тварини є чутливими приймачами ультразвуку?
12. Як ультразвук впливає на рослини?

### **Домашнє завдання**

- 1. У безповітряному просторі.** Чому у безповітряному просторі світло поширюється, а звук не поширюється?
- 2. У різну погоду.** У хмарну погоду звуки поширюються в повітрі значно краще,

ніж у суху. Чим це можна пояснити?

**3. Узимку і влітку.** Чому взимку звуки, які поширюються вздовж поверхні землі, ми чуємо значно краще, ніж улітку?

**4. Ліс і звук.** Чому в лісі важко визначити напрям, звідки поширюється звук?

**5. Єхо.** Чому на узліссі майже завжди добре чути єхо?

**6. Звуки при блискавках.** Чому при далекій блискавці буває чути гуркіт грому, а при близькій блискавці – різкий оглушливий удар?

### **7. Ліс і вітер**

1) Напевне, майже всім доводилось бувати взимку в листяному лісі і чути, як при вітряній погоді дуже “віє” там вітер. Яка причина цього “виття”?

2) Чому хвойні і листяні ліси шумлять від вітру по-різному?

**8. У сосновому лісі.** Якщо ви були весною в сосновому лісі, то, напевне, звертали увагу на своєрідний шум, легке потріскування, яке чути з усіх боків. Чи задумувалися ви над тим, що є джерелом цього шуму?

**9. Шум.** Чому штучний шум (наприклад, шум працюючих машин) викликає негативну дію на живі організми, а природні звуки (шум дощу, шелест листя) діє на них сприятливо?

**10. Ураган і птахи.** Яким чином задовго до початку урагану, відчуваючи наближення небезпеки, птахи відлітають з узбережжя вглиб суходолу?

**11. Пасічник та бджоли.** Яким чином пасічник за звуком досить точно судить про успіхи бджоли в збиранні нектару?

## **Заняття 58**

**Тема:** Історія розвитку уявлень про природу світла. Електромагнітна природа світла.

(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами: ботаніка, фізіологія рослин).

### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Оптика.** Світло є необхідною умовою для існування живої природи, оскільки служить для її джерелом енергії. Хлорофілоносні рослини, якщо не рахувати деяких бактерій, – це єдині організми, які здатні синтезувати власну

речовину з води, мінеральних солей і вуглекислого газу за допомогою променистої енергії, яку вони перетворюють в процесі асиміляції в хімічну. Решта організмів, які населяють нашу планету, – рослини та тварини, – в деякій мірі залежать від хлорофілоносних рослин.

Хлорофілоносні рослини найсильніше поглинають світло, відповідними полосами поглинання в спектрі хлорофіла. Їх дві: одна лежить в червоній частині спектра, інша – в синьо-фіолетовій. Решта променів рослини відбивають. Саме вони їй надають хлорофілоносним рослинам їх зелений колір. Хлорофілоносні рослини представлені вищими рослинами, мохами та водоростями. Вода сильно поглинає червоні та сині промені. Це надає їй зелений колір, який із збільшенням глибини стає більш темнішим. Відповідно глибоководні водорості потребують червоного пігмента, який може поглинати зелені промені.

Існує багато видів, що розвиваються у повній темряві.

*Оптичні властивості рослин. Поширення оптичного випромінювання через листок.*

Схематичний поперечний переріз типового рослинного листка наведено на рис. В.4.3 (додаток В). Верхня та нижня поверхні листка містять епідерміс, покритий кутикулою. Між шарами епідермісу розташована основна тканина листка – мезофіл, який складається з губчастої та палісадної тканин. Зазвичай, товщина рослинного листка дорівнює близько декількох сот мікрометрів. Розміри палісадних тканин становлять  $30 \times 30 \times 120$  мкм, а губчастих –  $40 \times 40 \times 60$  мкм. На оптичні властивості листка впливають геометрія внутрішніх структур, їхній показник заломлення та пігментний склад. Є кілька теорій, що намагаються пояснити механізми поширення оптичного випромінювання через листок.

*Лінзовий ефект.* Деякі рослинні клітини здатні діяти як плоскоопуклі або циліндричні лінзи та забезпечити фокусування оптичного випромінювання на ділянки палісадної паренхіми, де є багато хлоропластів, і тим самим збільшити поглинання світла в умовах недостатнього освітлення рослини. Лінзовому ефекту сприяє вода або олія, присутні в клітині. Рівень фокусування залежить від кривизни зовнішньої клітинної оболонки, розмірів клітини, внутрішньої

структури клітини.

Крім того, фокусуєчий ефект збільшується при падінні прямого оптичного випромінювання на листок, ніж у випадку дифузного випромінювання. В цілому, лінзовий ефект призводить до більш ефективного споживання оптичного випромінювання рослиною.

*Ефект сита.* Пігменти рослинних тканин є важливими структурними компонентами, які впливають на поширення оптичного випромінювання у тканині.

Якщо ці пігменти розподілені рівномірно, рівень пропускання оптичного випромінювання буде залежати прямо пропорційно від концентрації пігментів.

*Світловодний ефект.* Коли оптичне випромінювання поширюється між двома паралельними поверхнями, воно відбивається послідовно від кожної поверхні та поширюється паралельно поверхням. Подібне проходження оптичного випромінювання реалізується у світловодах; у рослині функції світловодів відіграють коренева система, стебло та деякі довгі клітини.

*Поширення оптичного випромінювання усередині тканини.* Оптичне випромінювання, яке падає на листок, у незначній кількості відбивається від кутикули; більша частка випромінювання проходить у губчастий мезофіл, де воно може відбиватися від внутрішніх структур листка, поглинатися ними або проходити через них. Залежно від кута падіння може відбуватися або відбивання та заломлення, або повне внутрішнє відбивання, коли випромінювання відбивається в те саме середовище, звідки воно поширюється. Внаслідок багаторазових відбивань від границь клітин з іншими клітинами та повітряними проміжками між ними оптичне випромінювання поширюється по “випадковій” траєкторії в середині листка; частина випромінювання відбивається від листка, частина – пропускається листком. Для тонкого листка переважає пропускання оптичного випромінювання, тоді як для товстого – відбивання.

### ***Питання і задачі***

1. Сформулюйте основні теорії, що пояснюють механізми поширення оптичного випромінювання через листок.

2. Як відбувається поширення оптичного випромінювання усередині тканини?
3. Коли дерево сфотографували з відстані 200 м, на негативі воно мало висоту 5 мм. Яка справжня висота дерева, якщо фокусна відстань об'єктива – 50 мм?

### *Домашнє завдання*

1. **Чому** світло має дуже важливе значення для всього живого на Землі? Око людини іноді називають живим фотоапаратом?
2. **Чому** каламутна вода в калюжах здалеку здається блискучою і чистою (коли немає вітру)? Мокра земля здається темнішою?
3. **У різні пори року.** Якщо весняного сонячного дня вийти в поле і подивитися в далечінь поверх зораної ділянки землі, то здаватиметься, що всі предмети за нею безперервно коливаються. Чому це так? Чому взимку та пізньої осені небо на горизонті над лісом буває значно темнішим, ніж над полем?
4. **Коричневі плями на листі.** Відомо, що в сонячний спекотний день дерева не слід поливати – краплі води залишають на листі коричневі плями. Чому вони виникають?
5. **Іскри на снігу.** Чому іскриться сніг, який лежить на землі, коли на нього падають прямі промені світла?
6. **Побілка дерев.** Стовбури багатьох плодкових та інших дерев на осінь і зиму білять вапном. Для чого це роблять, адже таке побілене дерево більше відбиватиме сонячні промені і, здавалося б, повинно швидше промерзати?
7. **Туман.** Відомо, що туман складається з найдрібніших крапельок прозорої води, а тим часом він не прозорий. Чому?
8. **Чому** в листяному лісі трав'яна рослинність цвіте весною пишніше та яскравіше, ніж улітку? На деревах, які виростили в густому лісі, крона займає тільки верхню частину стовбура, а на деревах, які виростили на відкритому місці, – майже весь стовбур?

### Заняття 61

**Тема:** Оптичні прилади

(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами: ботаніка, ентомологія,

мисливствознавство).

### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Органи зору представників природи.** Процес сприйняття світла, як і всяка інша “дія” променистої енергії, пов’язаний, перш за все, з поглинанням хоча б деякої частини променистої енергії. Тому необхідним елементом ока є пігмент.

“Око” рослини – це клітини, що мають лінзоподібну форму. Вони заповнені кремнієвою кислотою, яка за своїми оптичними властивостями подібна до скла. Така клітина збирає промені та направляє їх на задню стінку. При зміні напрямку променів зміщується і світлова пляма в клітині. Це подразнює клітину та певні реакції приводять в рух стебло доти, доки сонячне проміння знову не попаде на необхідне місце.

Так відбувається рух квітів та листків за сонцем, так закриваються та розкриваються квіти ввечері та вранці.

Аналогічні зорові органи мають деякі представники живого світу (наприклад, черв’як). У них органами зору є окремі клітини, які розкидані по поверхні тіла. Таким чином він може розрізняти лише світло або темряву (аналогі у фізиці – світлові промені).

Більш складна будова очей у комах, наприклад, у метелика. Вони складаються з великої кількості трубочок з розташованим в них світлочутливими клітинами. Ці клітини з’єднані з закінченням зорового нерву, який іде до головного мозку. Світло досягає світлочутливої клітини лише тоді, коли йде вздовж осі трубочки. Завдяки цьому око метелика розрізняє напрямок розташування джерела світла (аналог у фізиці – світоводи).

Очі комах складаються з безлічі маленьких, однакових за будовою, фасеток, кожна з яких подібна оптичній трубці. На рис. В.4.4 (додаток В) зображена схема фасеточного ока мухи. На рис. В.4.5 (додаток В) – його збільшене зображення. Трьома шляхами сприймають світло комахи: всією поверхнею тіла, простими вічками і складними, так званими, фасетовими очима. Як показали дослідження, всією поверхнею тіла відчувають світло гусениці, личинки водяних жуків, тлі, таргани та інші комахи. Світло через кутикулу потрапляє до голови і викликає



відповідні реакції у відповідних клітинах мозку. Найбільш примітивні вічка у личинок деяких комарів. Це пігментні плями з невеликою кількістю світлочутливих клітин (всього дві або три). У личинок пильщиків і жуків вічка більш складні: п'ятдесят і більше світлочутливих клітин, які зверху прикриті прозорою лінзою. Прості вічка типові для личинок комах та для багатьох дорослих комах. В останніх головне – так звані складні або фасеткові очі по боках голови. Складаються вони із багатьох видовжених простих вічок. В кожне із простих вічок – сполучене з мозком за допомогою нерва світлочутливою клітиною. Поверх її знаходиться видовжений кристалик. Світлочутлива клітина і кристалик оточені непроникним для світла чохлам із пігментних клітин. Лише зверху є отвір, але там кристалик прикритий прозорою кутикулярною рогівкою. Вона загальна для всіх простих вічок, які тісно прилягають одне до одного і утворюють фасеткове око. Їх може бути від 300 до 30 000.

Коли світло проходить через кутикулу і потрапляє на кристалик, що виконує роль лінзи, заломлюється. Фокальна площина знаходиться на світлочутливій клітині. Таким чином світлові промені фокусуються на світлочутливій клітині, тоді енергія світла ( $E=h\nu$ ) індукує утворення нервового імпульсу, який по нейрону надходить до зорового відділу мозку комах. Кожне просте вічко передає в мозок тільки одну точку з усієї складної картини світу, який оточує комаху. Далі в мозку комах сигнали простих вічок обробляються і складаються в єдину картину. Не менш важлива інша особливість простих вічок – кут зору кожного з них. Чим він менший, тим більша роздільна здатність ока. В простих вічках вуховертки кут зору – 8 градусів, у бджоли медоносної – 1 градус. Але в око з меншим кутом зору проникає і менше світла. Тому величина фасеток в складних очах неоднакова. В тих напрямках, де потрібна більш яскрава видимість і не так необхідне точне розглядання деталей, розміщуються більші фасетки.

Різними методами дослідження було встановлено, що комахи розрізняють кольори, головним чином кольори рослин, на яких вони розмножуються або харчуються. Комахи також здатні сприймати ультрафіолетове, інфрачервоне та

поляризоване світло, а також орієнтуватися в ньому.

Зір бджіл відрізняється від зору людини. Людина розрізняє близько 60 окремих кольорів видимого спектра. Бджоли розрізняють тільки 6 кольорів: жовтий, синьо-зелений, синій, “пурпуровий” (суміш жовтого і ультрафіолетового променів спектра), фіолетовий, ультрафіолетовий.

Майже всі білі квіти в природі поглинають ультрафіолетові промені, тоді як жовті та сині відбивають. Тому квіти, білі для ока людини, бджолами сприймаються як синьо-зелені.

Різні тварини мають різні очі. Око равлика – здорове заглиблення, яке покрите світлочутливими клітинами. Тут також приблизно можна визначити напрям джерела світла.

Око молюска – це порожнина з маленьким отвором і всередині покрита світлочутливими клітинами.

Око скорпіона – це перший зоровий апарат з застосуванням лінзи. Правда, лінза тут у вигляді кулі, своєрідний мікроскоп Левенгука. Прозора куля розташована безпосередньо на світлочутливих клітинах. Зрозуміло, що зображення тут досить спотворене.

У риб очі відрізняються плоскою рогівкою та кулеподібним кристаликом (рис. В.4.6 додаток В). Акомодация очей у риб досягається завдяки переміщенню кристалика. На задній стінці судинної оболонки досить часто міститься особливий шар клітин, які заповнені кристаликами світлового пігмента, – це так звана срібна оболонка. Іноді також є блискучий шар – дзеркало, клітини якого мають кристалічний пігмент. Цей шар відбиває світлові промені на сітківку, що обумовлює хибне світіння очей деяких риб в майже повній темноті.

Очі глибоководних риб являють собою великий телескоп, який вловлює дуже мало світла. Очне яблуко у цих риб приймає видовжену форму, рогівка випукла, кристалик і зрачок мають великі розміри. У деяких видів глибоководних риб є цікаві пристосування, які дозволяють збільшувати стереоскопічний зір.

Птахи мають дуже гострий зір. Очне яблуко у них дуже великих розмірів і

своєрідної будови, завдяки чому збільшується поле зору. У сітківці очей птахів міститься більше світлочутливих клітин, ніж у будь-яких інших тварин. У птахів, що мають особливо гострий зір, очне яблуко видовженої “телескопічної” форми (рис. В.4.7 додаток В).

Аналогію розвитку можна прослідкувати у зорових органах істот – від мозаїки трубочок комах до органу з лінзою у людини і в фотографічних приладах людини.

Прослідкувавши процес вдосконалення органів зору, ми можемо перейти до традиційного вивчення органів зору людини. Вивчення органів зору закінчується традиційно розглядом недоліків. Серед яких тільки короткозорість та далекозорість.

### *Питання і задачі*

1. Сітківка ока людини та орла майже однакові, однак діаметр нервових клітин в оці орла в центральній його частині менший – всього 0,3-0,4 мк ( $\text{мк} = 10^{-3} \text{ мм}$ ). Яке значення має така структура сітківки ока орла?
2. Кристалик ока риби має сферичну форму. Які особливості середовища існування риб роблять таку форму кристалика? Яким може бути механізм аккомодатії очей у риб, якщо кривизна кристалика не змінюється?
3. Для чого потрібно два ока?

### **Заняття 63**

**Тема:** Світлові хвилі. Інтерференція світла. Інтерференція світла в природі.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами: ентомологія, гідрологія).**

### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Інтерференція в живій природі.** Явищем інтерференції світла в природних умовах пояснює кольорове забарвлення тонких плівок нафти й олії на поверхні води або на асфальті, кольорове забарвлення крил деяких комах, наприклад, метеликів (рис. В.4.8 додаток В). Різні кольори плівок у цих випадках пояснюються різницею в їх товщині.

Якщо розглядати під мікроскоп крило метелика, то можна помітити, що

воно складається з великої кількості елементів, розмір яких має порядок довжини хвилі видимого світла. Таким чином, крило метелика є ніби своєрідною дифракційною решіткою. Райдужна смужка помітна в очах стрекози та інших комах. Вона утворюється завдяки тому, що їх складні очі складаються з великої кількості окремих “оченят” – фасеток, тобто є “живими” дифракційними решітками.

### ***Питання і задачі***

1. Наведіть приклади інтерференції світла в природі?
2. Чим пояснюється райдужна смужка в очах деяких комах?

### **Заняття 70**

**Тема:** Поняття про дисперсію світла. Розкладання білого світла призмою. Ультрафіолетова та інфрачервона частини спектра. Їх роль у природі та техніці. Поняття про спектри.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами: екологія, ботаніка).**

### ***Матеріал міжпредметного змісту***

***Інфрачервоні, ультрафіолетові і рентгенівські промені.*** Інфрачервоні промені випромінюють всі тіла в природі, бо їх виникнення зумовлене хаотичним рухом молекул і атомів у будь-якій речовині. При підвищенні температури енергія інфрачервоного випромінювання тіла швидко зростає.

Коли які-небудь тіла, що мають різні температури, розміщені недалеко одне від одного, то кожне з них створює своє випромінювання і одночасно поглинає випромінювання інших тіл. Те тіло, що має найвищу температуру, дістає менше енергії, ніж виносить його випромінювання, тому температура такого тіла знижується. Навпаки, тіло з найменшою температурою, поглинаючи випромінювання, дістає більше енергії, ніж виносить його власне випромінювання, тому воно нагрівається. Таким чином, усі тіла в природі обмінюються енергією, що сприяє вирівнюванню їх температур.

Через випромінювання Земля дістає енергію від Сонця. Випромінювання сонця містить багато інфрачервоних та ультрафіолетових променів. За рахунок

енергії сонячного випромінювання між різними точками земної поверхні створюються різниці температур.

Інфрачервоне випромінювання Землі виносить енергію в світловий простір, що сприяє охолодженню поверхні Землі. Саме тому в пустелях, де атмосфера прозора, вночі холодно, хоч вдень була спека. Інфрачервоне випромінювання з поверхні Землі відбивається від хмар і втрати енергії у світовий простір зменшується. Тому взимку, коли поверхню Землі оповиває густий туман, стає тепліше.

Ультрафіолетові промені, які є в сонячному випромінюванні, значною мірою поглинаються атмосферою, і біля поверхні Землі їх порівняно небагато. Високо в горах ультрафіолетових променів у сонячному випромінюванні значно більше.

Ультрафіолетові промені викликають сильну дію на живі організми, вона пов'язана з фотохімічними реакціями, які виникають при їх поглинанні. У тканини організму ультрафіолетові промені проникають не глибоко, від 0,1 до 1 мм, але викликають складну біохімічну реакцію, наслідком якої є почервоніння шкіри у людини, яке потім проходить, але залишає світло-коричневу пігментацію.

Біологічна дія ультрафіолетового випромінювання залежить від довжини його хвилі. Випромінювання з довжиною хвилі від 400 до 315 мкм відрізняється закріплюючою і загартовуючою для організму дією.

Випромінювання з довжиною хвилі від 315 до 280 мкм використовується в лікувальних цілях.

Для випромінювання з довжиною хвилі від 280 до 200 мкм характерна бактерицидна дія, найбільш виражена при довжині хвилі 254 мкм. Це випромінювання використовується в якості засобів дезінфекції.

Одною з найбільш важливих властивостей рентгенівських променів є їх можливість проникати крізь речовини. Найдовші хвилі рентгенівського спектра приблизно в 20 000 разів коротші від найкоротших світлових хвиль, що сприймаються оком людини. Біологічна дія випромінювання заключається в

порушенні життєдіяльності клітин, особливо тих, які швидко розмножуються. В зв'язку з цим рентгенівські промені застосовуються для боротьби зі злоякісними пухлинами.

*Спектральні властивості листка.* Кутикула, яка покриває епідерміс, відповідає за дзеркальне відбивання оптичного випромінювання, якщо воно падає на поверхню листка під кутом падіння, що не дорівнює нулю. Збільшення кута падіння викликає збільшення інтенсивності дзеркального відбитого випромінювання. Таким чином, загальне відбите випромінювання характеризується дифузним випромінюванням, яке утворюється кутикулою і є частково поляризованим. Листки відбивають лише 6-10% оптичного випромінювання видимої області спектра.

Пропускання оптичного випромінювання листком становить від 3% до 40% падаючого випромінювання. М'яке, гнучке та тонке листя характеризується більшим пропусканням порівняно з твердим та грубим листям.

Спектри характеризуються трьома специфічними областями.

*Видима область* (400 – 700 нм) відзначається слабким відбиванням та дуже низьким пропусканням оптичного випромінювання. Поглинання оптичного випромінювання листком становить 60-80% падаючого випромінювання. У вищих рослин основними пігментами, що відповідають за поглинання оптичного видимої області спектра, є хлорофіли, максимуми поглинання яких знаходяться між 450 нм та 660 нм, а також каротиноїди, ксантофіли та антоціаніни. На поглинання впливає характер внутрішньої структури листка: губчастий мезофіл поглинає оптичне випромінювання інтенсивніше, ніж палісадні клітини. Екрануючий ефект, що утворюється пігментами, та розсіювання оптичного випромінювання усередині листка призводять до виникнення світлових градієнтів усередині листка. Всі рослинні пігменти стають майже прозорими на довжинах хвиль більших, ніж 700 нм. Поглинання води характеризується мінімумом при 300-580 нм.

*Ближня інфрачервона область* (700 нм-1,3мкм), в якій поглинання листка становить близько 10 %, через що оптичне випромінювання відбивається або

пропускається листком.

*Середня інфрачервона область* (1,3-2,5 мкм) відзначається інтенсивними смугами поглинання води в рослинній тканині про 1,45 мкм, 1,95 мкм, 2,74 мкм та 6,3 мкм.

На спектральні властивості листка впливають внутрішня структура, морфологія та фізіологія листка, характеристика поверхні листка, зокрема шорсткість та опушеність, вік, вміст води, дефіцит мінеральних речовин, шкідники.

### ***Питання і задачі***

1. Які промені викликають загар та опіки на тілі?
2. Яка роль ультрафіолетових та інфрачервоних променів у природі?
3. Які властивості інфрачервоних променів використовують при висушуванні деревини, рослин і т.д.
4. Чим визначаються спектральні властивості листка у видимій області спектра? У ближній інфрачервоній області спектра? В середній інфрачервоній області спектра?

### **Заняття 74**

**Тема:** Поняття про теорію Бора. Будова атома водню. Походження суцільного і лінійчастого спектрів. Явище люмінесценції.

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** ентомологія, лісівництво, деревинознавство, мисливствознавство).

### ***Матеріал міжпредметного змісту***

***Холодне світіння в природі – біолюмінесценція.*** Явище світіння живих істот – біолюмінесценція – досить поширене в природі. Вночі в лісі спостерігається таємниче світіння різних жуків, мух, лялечок комах. В теплих краях є комахи, які світяться сильніше, ніж наші світлячки. Під час польоту вночі вони схожі на різнобарвні вогники.

Розрізняють флюоресценцію, тобто світіння під дією падаючого світла, і хемолюмінесценцію, яка є результатом хімічних реакцій, що проходять в тілі.

Слабку флюоресценцію можна спостерігати в очах коней, кіз. Світіння очей в котів, вовків та деяких інших тварин не являються флюоресценцією, це просто відбивання падаючого на них світла.

Хемолюмінесценція дуже розповсюджена в природі.

Різні тварини випускають світло різних кольорів у видимій частині світла. Біоломінісценцію називають інколи “холодним світлом”, так як при цьому виділяється мала кількість теплоти. Сила світла, яка випускається деякими люмінесцируючими тваринами дивовижна. З організмів які світяться, найбільш відомі світлячки. Деякі з них можуть створювати силу світла, в порівнянні з сучасними флюоресцентними лампами.

Світіння в живому організмі відбувається внаслідок ферментативного окислення специфічних і органічних речовин – люциферинів. Каталізує цю реакцію фермент люцифераза. Спектр випромінювання люциферинів для кожної групи тварин різний. Бактерії та гриби в присутності кисню неперервно світяться. Більшість тварин, які світяться дають спалахи світла тільки при стимулюванні їх люмінесцентних органів.

Серед мікроорганізмів є бактерії, які випромінюють світло. Вони проживають вільно або в якості паразитів в тілі різних тварин і на гниючих трупах. Такі бактерії називаються фотобактеріями. Світло, яке випромінюють фотобактерії подібне до світіння фосфору, у різних видів бактерій воно різне: блакитне, біле, зелене. Фотобактерії світяться внаслідок того, що в них містяться фотогенні речовини, які світяться, сполучаючись з киснем.

В лісі явище світіння пов'язане переважно з люмінесценцією грибів. Яскраво світяться, наприклад, опеньки (рис. В.4.9 додаток В).

Дослідження показали, що всередині кожної ночесвітки живуть бактерії, що світяться. Світіння деяких риб також викликане світінням бактерій, що на них поселилися. В інших випадках світло виникає в особливих клітинах самої тварини.

Органи світіння дуже різноманітні. У медуз, морських зірок світиться все тіло, а в деяких ракоподібних – тільки великі очі, що схожі на телескопи.



Особливо цікавий орган світіння у восьминога (рис. В.4.10 додаток В). Побудований він наступним чином. В шкірі головоногого молюска знаходиться невеликі тверді тільця овальної форми. Передня частина цього тільця повністю прозора і являє собою дещо схоже на хрусталик ока (*a*), а задня велика його частина оточена чорною оболонкою із пігментних клітин (*z*). Безпосередньо над цією оболонкою розміщені в декілька рядів срібні клітини (*с*): вони складають середній шар органу молюска, який світиться. Під ним знаходяться складні за формою клітини, які нагадують нервові елементи сітківки ока (*б*). Вони вистилають внутрішню поверхню цього тільця. Саме він і випромінює світло.

Таким чином, в оці головоногого молюска є дещо подібне до увігнутого дзеркала або рефлектора. Рефлектор складається з двоякого роду клітин: із темних, не пропускаючих світла пігментних клітин, і розміщених перед ними ряду срібних клітин, які відбивають світло.

Спостерігається світіння моря, яке виникає в результаті випромінення дрібних безхребетних тварин (ночесвіток). По-особливому світяться під водою деякі водорості. У їхніх поверхневих клітинах містяться особливі пластинки, які утворюються в цитоплазмі й щільно притискаються до зовнішніх стінок. І там, де ці водорості є у великих кількостях, море світиться.

У деяких риб яскраво світяться очі, у інших на голові є відросток, верхівка якого нагадує включену лампочку або довгий шнур з ліхтариком на його кінці. Деякі риби, що світяться, залиті сяанням завдяки особливим органам, розміщеними вздовж їх тіла, подібно до шнуру з прикріпленими до нього лампочками. На більших глибинах зустрічаються черв'яки, молюски.

Роль світіння в житті тварин різноманітна і для різних організмів, очевидно, різна.

### *Питання і задачі*

1. Що називають біоломінісценцією? Флюоресценцією? Хемолумінісценцією?
2. Який оптичний пристрій нагадує нам орган світіння восьминога?
3. Чим викликано світіння гнилих пеньків?

#### 4. Чому відбувається нічне світіння моря?

### Заняття 77

**Тема:** Радіоактивність як явище, що підтверджує складну будову ядра атома. Поняття про енергію та проникаючу здатність радіоактивного випромінювання

**(Міжпредметні зв'язки фізики з професійно-орієнтованими лісогосподарськими дисциплінами:** екологія, біологія мисливських звірів і птахів, фізіологія рослин, ботаніка, ґрунтознавство).

#### *Матеріал міжпредметного змісту*

**Радіоактивні ізотопи в біології.** Відомо, що атоми радіоактивних елементів відрізняються від стабільних тим, що вони є джерелами випромінювання в навколишнє середовище, за що їх і називають міченими. Використовуючи високочутливі способи знаходження цього випромінювання, можна легко виявити присутність радіоактивних речовин в тому чи іншому об'єкті, прослідкувати шлях їх переміщення, спостерігати хід хімічних реакцій. Для біологів цей метод цінний тим, що він дозволяє проводити дослідження на цілому, непошкодженому організмі, в процесі його життєдіяльності. Основними напрямками використання мічених атомів в біології є: вивчення шляхів міграції і розселення тварин; дослідження обміну речовин у тварин і рослин, в тому числі швидкості переміщення окремих компонентів; спостереження за накопиченням різних елементів в тканинах; дослідження біологічних рідин.

**Біологічна дія іонізуючого випромінювання.** Людина і все живе на Землі протягом багатьох років знаходилась під дією проникаючої радіації: космічного випромінювання і радіоізотопів, які знаходяться в повітрі, в ґрунті, в гірських породах, у воді, створюють постійні радіоакційні фони. Один рад – поглинута доза іонізуючого випромінювання, при якій опромінена речовина масою 1 кг поглинає 0,01 Дж енергії. Доза іонізуючої радіації, яку “отримують” живі організми від природного фону, дуже мала: в середньому 0,1 рази в рік. Однак в деяких районах нашої планети природний фон набагато вищий. Природний радіоакційний фон виявляється постійно діючим фактором, який впливає на

еволюційний процес.

До складу іонізуючого випромінювання входять  $\alpha$ -,  $\beta$ - і  $\gamma$ - промені, нейтрони і т.д. проходячи крізь речовину, це випромінювання викликає його іонізацію. При цьому проходить і зворотній процес – об'єднання атомів, тобто їх рекомбінація.

Біологічний ефект від різних видів випромінювання різний. Порівняно з рентгенівськими променями або електронами біологічна дія  $\alpha$ -променів в 10 разів сильніша, теплових нейтронів – в 5 разів, а швидких нейтронів – в 10-20 разів.

Іонізуюче випромінювання при дії на живі організми, перш за все, призводить до іонізації молекул води, завжди присутніх в живих тканинах, і молекул різних білкових речовин. При цьому в живих тканинах утворюються сильні окислювачі, які володіють великою токсичністю, які змінюють протікання життєвих процесів.

### *Питання і задачі*

1. Які атоми називаються міченими?
2. Назвіть основні напрямки використання мічених атомів в біології?
3. Які промені входять до складу іонізуючого випромінювання?
4. Лічильники радіоактивного випромінювання, розміщені на відстані 1 м один від одного вздовж стебла рослини (грунт навколо якої був политий розчином фосфату, що містить радіоактивний фосфор), зафіксували випромінювання з інтервалом 4 хв. Яка швидкість руху води і речовин у стеблі рослини? За який час вода досягне верхівки рослини, висота якої 3 м?

### **Додаток В.2**

#### **Цікаві факти з елементами лісогосподарських спецдисциплін**

**Швидкість комах.** Максимальна швидкість деяких комах не перевищує 18 метрів на секунду (щось близько 65 кілометрів на годину). Мух, гедзів та оводів вважають самими швидколітаючими комахами. Проте муха цефенемія

має ще більшу швидкість. А один метелик порівнявся в повітрі з літаком, що летів з швидкістю 144 кілометри на годину. Він спочатку летів нарівні з літаком, а потім випередив його і зник.

**На якій висоті і з якою швидкістю летять перелітні птахи.** Більшість перелітних птахів летять на висоті до 400 метрів. Лелек та канюків бачили на висоті 900 метрів, а жайворонка на висоті 1900 метрів. Середня висота польоту грака 500 метрів, ластівки – 300 метрів, плиски – 200 метрів, яструба – 250 метрів.

Говорячи про швидкість льоту птахів, треба розрізняти швидкість, з якою птахи долають відстань між двома точками, і швидкість перельоту. Звичайно, з більшою швидкістю, з якою птахи долають відстань між двома точками. Так ворона може летіти з швидкістю 46,8 кілометрів за годину, шпак – 74 кілометри.

Щодо швидкості під час перельоту, то методом кільцювання доведено, що лелека пролітає 200-250 кілометрів на добу, лиска – 262 кілометри, вальдшнеп – 400-500 кілометрів. Найдовші перельоти робить плавунець. Він 15 000 кілометрів долає за 47 днів, що становить 320 кілометрів на добу.

**Завбачники погоди.** Однією з найцікавіших особливостей живих організмів є здатність передбачати зміни зовнішніх умов і завчасно готуватися до них.

Спостерігаючи за “живими барометрами”, неважко встановити зв’язок між їхньою “роботою” та навколишнім природним середовищем, яке змушує їх “працювати”.

Люди з давніх часів створювали барометри, термометри, гігromетри та інші прилади, які досить чутливо реагували на всі зміни, що відбуваються в атмосфері.

Всі свої знання, які згодом втілювалися в різноманітних вимірювальних приладах, людина брала з навколишньої природи. Спостерігаючи за природними “віщунками”, людина встановлювала зв’язок між їхніми передбаченнями і природним середовищем, розкривала механізм передбачення.

Дуже сприятливий до змін барометричного тиску в’юн: перед негодою,

коли знижується атмосферний тиск, він піднімається до поверхні води і, захоплюючи ротом повітря, видає характерний писк. Секрет тут полягає в оригінальній будові плавального міхура, який сприймає найменші перепади тиску. Спокійний сом аж з води вискакує. А п'явка піднімається на поверхню води перед сильним вітром, ураганом, дощем. Зимою перед морозом вона лежить на дні, скрутившись в кільце.

Чудовий “синоптик” – жаба. Вона має тонку й чутливу систему, яка реагує на найменші атмосферні зміни. Цю особливість жаби здавна використовують африканські племена. Їм треба точно знати, коли почнуться дощі, щоб своєчасно підготуватися до сівби.

Місцевими жителями була помічена така цікава деталь. Перед початком сезону дощів деревна жаба виходить з води і вилазить на дерева для відкладання ікри. Якщо “прогноз” жаби виявиться тільки приблизним, ікра висохне і потомство загине. Але помилки в жаб'ячому завбаченні трапляються надзвичайно рідко. Справа в тому, що в жаби шкіра швидко зневоднюється, тому жаба, якщо передбачається тепло, сидить у воді. У вологу погоду, перед дощем, вона вилазить на поверхню: зневоднення їй не загрожує.

За поведінкою павуків можна передбачити погоду на кілька днів. Павук відчуває зміни в погоді за змінами вологості повітря. Перед дощовицею дуже кусаються комарі, стають надокучливими мухи, сильніше гудуть жуки.

Деякі комахи “складають” довгострокові прогнози. Якщо мурашки восени споруджують високі купини – зима буде холодною. Бджоли на сувору зиму майже зовсім заліплюють льотки, залишаючи лише невеликий отвір. На теплу зиму льотки, як правило, відкриті.

По-своєму передбачають погоду шведські селяни. Якщо личинка хруща голубуватого кольору, а це буває, коли та не голодна, зиму чекають помірну. Коли ж личинка біла – зима буде сувора. Якщо личинка до половини від голови біла, а далі голубувата – чекають морозів на початку зими.

Вісниками погоди є рослини. Найчутливіше реагують на зміни атмосферного тиску квіти. Запах квітів здебільшого перед дощем посилюється.

Якщо у березки закривається віночок, у кульбаби складається суцвіття, зірочник не розкриває квітки цілий день – бути дощовиці.

Різні дослідження свідчать, що рослини надзвичайно сприятливі до барометричного тиску, температури повітря, вологості. Наприклад, хвойні дерева опускають свої гілки перед дощем і піднімають їх догори перед ясною погодою. Особливо ця здатність властива ялині, за станом крони якої визначають зміни в погоді.

Здатність реагувати на погоду зберігається навіть у висохлого дерева. Суха гілка може бути природним барометром, якщо поряд з нею укріпити лінійку зі шкалою.

Конюшина складає листя – можна чекати негоди. Якщо нагідки розгортають листочки рано-вранці – буде добра погода, якщо пізніше – дощ, гроза. За добу чи дві перед затяжною дощовицею на листі каштанів з'являються “сльози” – липкі краплини соку.

Перед сухою теплою погодою листки папороті-орлянки закручуються донизу, перед негодою – розпрямляються. Перед дощем квіточки очитка залишаються на ніч розкритими, супліддя лопуха розпрямляють свої гачки, фіалка згинає стебельця, листки образків від супліддя відгинаються в бік. Коли на листках канни або біля основи черешка листків клена з'явилися краплини соку, буде дощовиця. Колючки супліддя будяка займають горизонтальне положення – чекайте на тривалий час доброї погоди, вертикальне – буде похмуро.

Відомо близько 400 рослин-барометрів, проте, щоб точно передбачити зміни погоди, слід брати до уваги покази не одного, а багатьох зелених “синоптиків”.

**Спектр голосів.** Різні тварини кричать по-різному. Буває навіть так, що звуки, які вони видають, лежать поза межами сприймання їх нашим вухом.

Щоб мати уявлення про звуки, які видають різні тварини, комахи тощо, користуватимемось поняттям звукової частоти, яку, як відомо, подають у герцах.

Звуки, що їх видають жуки, можуть мати частоти в діапазоні 5000-8000 Гц, сарана – 3000-15000 Гц. Своєрідні “барабанні дробі” деяких риб лежать в області частот 500-1000 Гц.

Характерна деталь: чим більша жива істота, тим “густіший” її голос, тим менша його звукова частота. Кажани, зокрема, пищать із звуковою частотою в смузі ультразвукових частот. А рев слона вимірюється частотами 95-380 Гц. Щось подібне спостерігається і серед птахів. Дослідження ж 59 видів горобиних показали, що звукова частота їх співу лежить в області 4280 Гц.

**Музичні інструменти.** Цікаво, що такі музичні інструменти як рояль, скрипка, віолончель можна виготовити не з будь-якого дерева. найпридатнішим деревом є “резонансна ялина”, що росте в Чехії. Проте деякого гарного музичного інструмента можна виготовити навіть не з будь-якого дерева цього виду. Вибір потрібного матеріалу починається ще з насіння, яке беруть обов’язково від “елітної” ялини. У спеціальних розсадниках вирощують понад 500 тис. молодих дерев. Коли вони зміцніють, їх пересаджують у гори на висоту 700 м, а через 10 років розріджують. Через 40 років розрідження повторюють, залишаючи дерева з прямими рівномірно заокругленими стовбурами, з непошкодженою корою (без тріщин), і лише через 100-150 років дерева зрубують.

**“Як рак на горі свисне”.** Багато тварин здатні випромінювати і сприймати хвилі, частоти яких перевищують 20 кГц. Птахи болісно реагують на ультразвуки з частотою понад 25 кГц. Це використовується для відлякування галок від водоймищ питної води. Дрібні комахи під час польоту створюють ультразвукові хвилі.

Усім знайомий вислів “як рак на горі свисне”, тобто ніколи. А чи свистять раки? Виявляється, так, але не раки, а ракоподібні. Як повідомив журнал “Біологічні роздуми та гіпотези”, напередодні незвичайних подій (різкі зміни погоди) вони намагаються вилізти на який-небудь пагорб і створюють протяжний звук – писк з частотою ~ 20 000 Гц. Висунута гіпотеза: у такий спосіб ракоподібні знижують отруйний білок, що утворюється в їхньому організмі

перед природною аномалією.

**Чи відомо вам** що у лісах південно-східної Австралії зустрічаються гриби, які в темряві випромінюють світло. Воно таке яскраве, що при ньому можна вільно читати.

**Від чого буває веселка.** Веселка – це красиве атмосферне явище спостерігається в дощову погоду. Часто думають, що яскрава багатобарвна веселка виникає тільки перед закінченням дощу. Це не правильно. Нерідко на дощовому хмарному небі можна бачити веселку і перед початком дощу.

У стародавні часи веселку вважали “небесним знаменням”, а спроби з’ясувати її як природне явище жорстоко переслідувалися церковниками.

Лише після того, як було розгадано природу білого світла, веселка дістала правильне наукове пояснення.

З відкриттям спектральних кольорів стало зрозуміло, що і у веселці на хмарному небі спостерігаються сонячні промені, розкладені в спектр.

Виявляється, що веселка виникає тоді, коли промені сонця заломлюються і відбиваються в краплях дощу. Найпростіше це явище можна пояснити так. Промінь сонячного світла падає на краплю води. Входячи в краплю, він, заломлюючись, змінює свій напрям і розкладається на кольорові промені. Кольорові промені, пройшовши всередині краплі до протилежної сторони, відбиваються і знову проходять крізь краплю води. Виходячи з краплі, кольорові промені заломлюються ще раз і йдуть у напрямі до землі. При цьому найбільше відхиляються від свого початкового напрямку фіолетові промені видимого спектра, а найменше – червоні.

Якщо сполучити у думці сонце з усіма точками, які лежать, наприклад, на червоній смузці веселки, то матимемо конусоподібну поверхню, вісь якої проходить через око спостерігача. Кожна крапля на цій поверхні розміщена однаково як відносно сонця, так і відносно спостерігача. Тому від усіх крапель такої уявної поверхні в око спостерігача потраплятимуть тільки червоні промені. Зливаючись, вони дають червону дугоподібну лінію.

Таку саму лінію, але оранжеву, утворюють промені, що пройшли дощові



краплі, які розміщені нижче, і т.д.

**Чи відомо вам що** в різних місцях земної кулі весь час відбуваються грози. Так, наприклад, учені підраховали, що в середньому над землею в будь-який момент одночасно відбувається близько тисячі гроз.

**...кожну секунду в землю ударяє близько ста блискавок.**

...напруга струму блискавки в середньому досягає 100 000 000 В.

...блискавка може вдарити в одне й те саме місце кілька разів.

...краплини дощу і сніжинки майже завжди електрично заряджені.

**Ящик для квітів з підґрунтовим поливанням.** Підґрунтове поливання рослин має свої незаперечні переваги, бо з ґрунту не випаровуватиметься волога з поверхні і не утворюватиметься тверда кірка, яка не пропускає повітря до кореневої системи.

**У спеку** підійдіть до освітленого сонячними променями дерева, зірвіть листок і притуліть його до щоки. Ви відчуєте, що листок холодить те місце шкіри, куди ви його приклали. Чому ?

У спеку вода, яка піднімається по капілярах дерева до листка, дуже випаровується з його поверхні. Випаровування, як відомо, відбувається з поглинанням тепла. Тому листок і здаватиметься холоднішим, коли його прикласти до щоки.

### Додаток В.3

#### *Питання для перевірки міцності знань студентів експериментальних та контрольних груп*

1. Назвіть вплив абіотичних чинників на життя лісових звірів?
2. Як пристосовуються тварини до різних температур?
3. Яка роль терморегуляції в тепловому обміні організму тварин?
4. Вкажіть роль випаровування в житті тварин?
5. Де розміщуються потові залози у представників родини собачих? родини заячих? водоплавних птахів?
6. Яке значення вологості для тваринного світу?

**Питання для поглиблення знань студентів експериментальних груп**

1. Чому...

а) тварини інколи розпушують свою шерсть? Не тонуть качки та гуси?

б) тварини малих розмірів вживають відносно велику масу їжі?

в) в прохолодну погоду багато тварин згортаються в клубок, а в спеку, навпаки, прагнуть збільшити свою вільну поверхню?

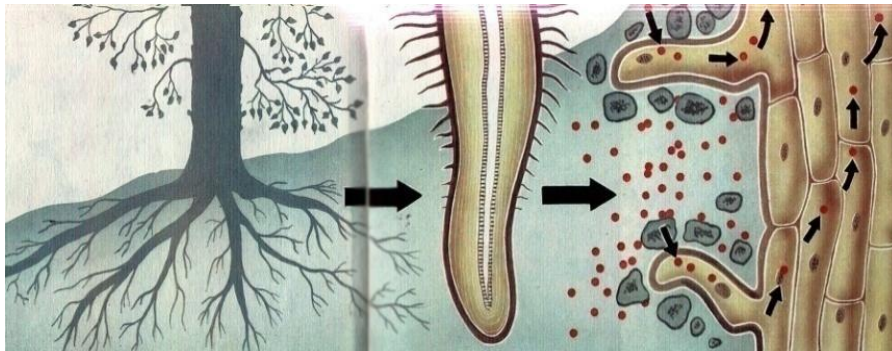
2. Чим зумовлена зміна шкірних покривів у тварин?

3. Яким чином певні кліматичні умови позначаються на будові тварин?

4. Що змушує тварин мігрувати або впадати в сплячку?

**Додаток В.4**

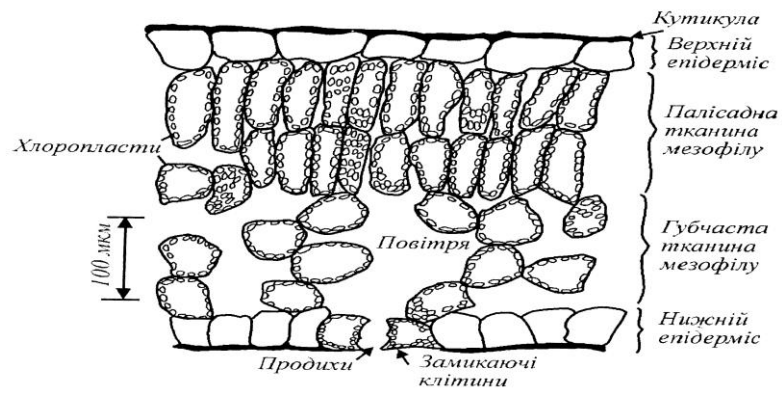
**Міжпредметні зв'язки фізики і лісогосподарських дисциплін в малюнках**



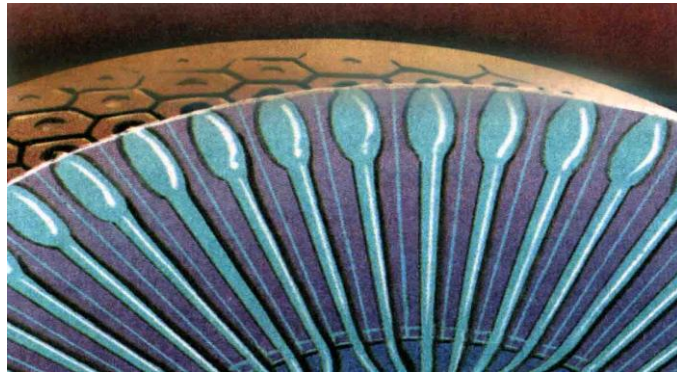
**Рис. В.4.1.** Явище осмосу



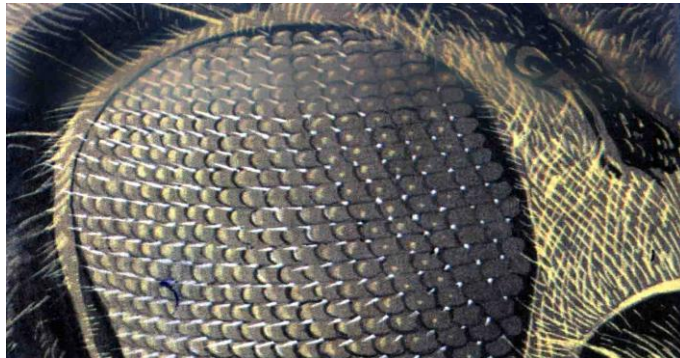
**Рис. В.4.2.** Явище змочуваності на листках троянди



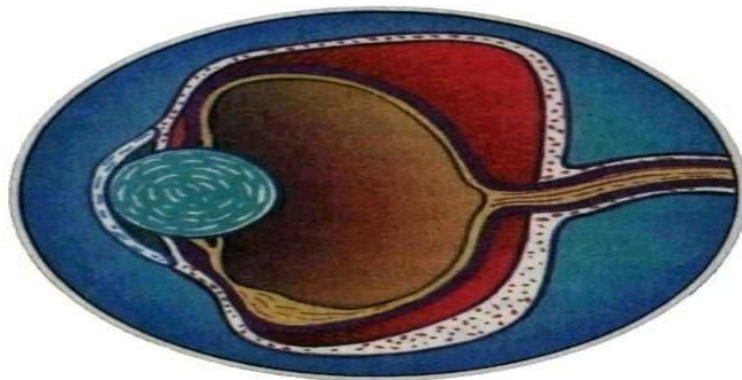
**Рис. В.4.3.** Схематичний поперечний переріз типового рослинного листка



**Рис. В.4.4.** Схема фасеткового ока мухи



**Рис. В.4.5.** Збільшене зображення фасеткового ока мухи



**Рис. В.4.6.** Око глибоководних риб



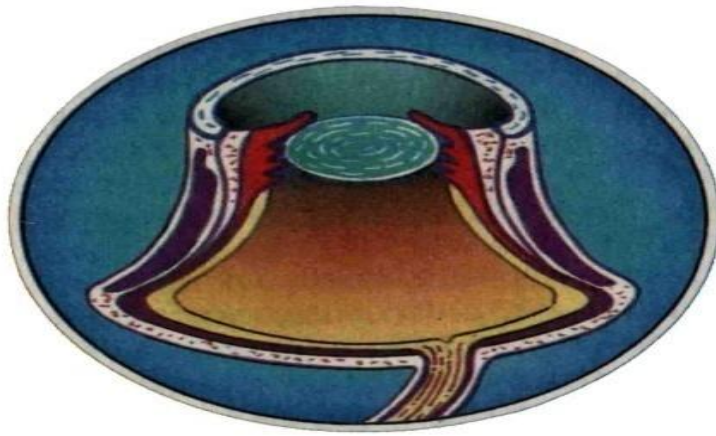


Рис. В.4.7. Очне яблуко птахів



Рис. В.4.8. Інтерференція в живій природі

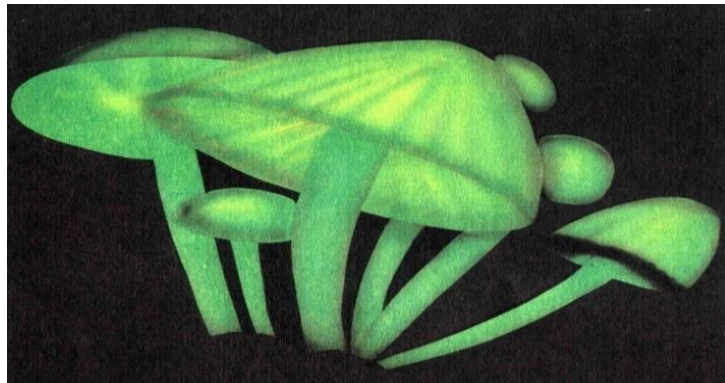


Рис. В.4.9. Біоломінесценція грибів

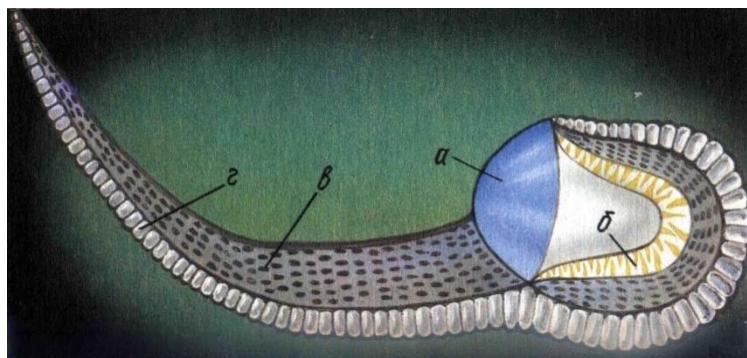
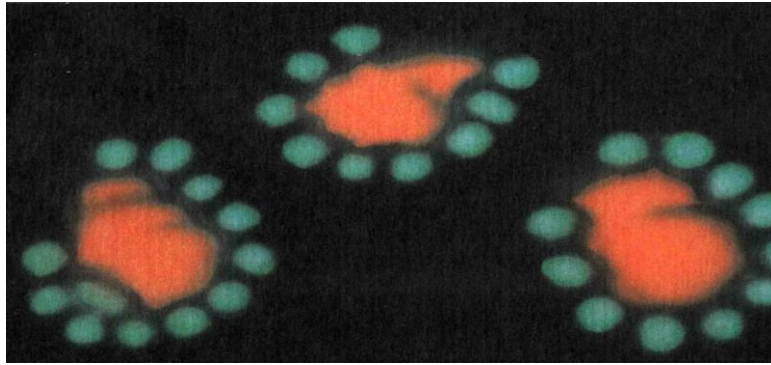


Рис. В.4.10. Орган світіння восьминога



**Рис. В.4.11.** Світіння червів

## Додаток Д

Таблиця Д.1

**Критерії та рівні готовності майбутніх фахівців лісового господарства до формування міжпредметних знань з фізики та професійно-орієнтованих дисциплін**

<i>Критерії</i>	<i>Рівневі показники формування міжпредметних знань</i>	<i>Рівень готовності</i>
1	2	3
<b>Мотиваційно-ціннісний</b>	Немає усвідомлення необхідності провадження міжпредметного підходу у фахову підготовку майбутніх ФЛГ. Мотивація до самостійного поповнення знань та удосконалення практичних умінь та навичок щодо міжпредметної діяльності низька. Низький рівень зацікавленості у формуванні міжпредметного підходу до фахової підготовки.	Низький
	Наявність зацікавленості у впровадженні міжпредметного підходу у професійну підготовку майбутніх ФЛГ. Бажання удосконалювати знання, уміння та навички щодо міжпредметної діяльності, але мотивація до реалізації міжпредметних знань не достатньо сформована.	Достатній
	Прагнення до вивчення питань щодо впровадження міжпредметного підходу у фахову підготовку майбутніх ФЛГ. Виражена потреба поповнювати знання та удосконалювати практичні вміння та навички щодо міжпредметної діяльності. Готовність впливати на оточуючих з метою формування міжпредметних знань, умінь та навичок.	Високий
<b>Навчально-пізнавальний</b>	Має поняття про міжпредметний зв'язок, але не може пояснити зміст міжпредметної навчальної діяльності. Усвідомлює передумови необхідності інтеграції знань з фізики та ПОД, але не може здійснити їх міжпредметне об'єднання.	Низький
	Має поняття про зміст міжпредметної навчальної діяльності, але об'єднання знань з фізики та ПОД може здійснити тільки під керівництвом викладача. Має початковий рівень засвоєння міжпредметних знань.	Достатній
	Може чітко обґрунтувати зміст міжпредметної навчальної діяльності; сформовані вміння та навички здійснювати міжпредметне об'єднання знань з фізики та ПОД; Міжпредметні знання з фізики та ПОД зведені у цілісну систему.	Високий

<i>Критерії</i>	<i>Рівневі показники формування міжпредметних знань</i>	<i>Рівень готовності</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Операційно-діяльнісний	Не в змозі виконувати основні етапи формування міжпредметних знань з фізики та ПОД. Володіє лише елементарними вміннями застосовувати міжпредметні знання на практиці. Вміння підібрати завдання, які включали б різнобічні інтерпретації міжпредметних знань з фізики та ПОД не повністю сформовані.	Низький
	Наявність епізодичних знань основних етапів формування міжпредметних знань з фізики та ПОД. Сформовані вміння застосовувати міжпредметні знання при розв'язуванні міжпредметних задач, але при виконанні практичних завдань виявляється невпевненість. Недостатнє володіння вміннями та навичками підбирати міжпредметні завдання комплексного характеру.	Достатній
	Самостійно виконує основні етапи формування міжпредметних знань з фізики та ПОД. Володіє вміннями та навичками як застосовувати міжпредметні знання на практиці, так і формувати систему міжпредметних завдань комплексного характеру.	Високий

## Додаток К

### Напрямки розвитку проблеми міжпредметних зв'язків в освіті та професійних навчальних закладах.

1. Роль викладача в організації міжпредметних зв'язків.
2. Розвиток ідей міжпредметних зв'язків в історії освіти.
3. Проблема міжпредметних зв'язків в професійній підготовці сучасного періоду.
4. Міжпредметна інтеграція як педагогічна проблема.
5. Методика проведення міжпредметного заняття у вищому навчальному закладі I-II рівнів акредитації.
6. Міжпредметний підхід як умова розвитку пізнавальної активності студентів.
7. Роль міжпредметних зв'язків у формуванні системи знань.
8. Планування і шляхи реалізації міжпредметних зв'язків у вивченні фізики.
9. Напрямки розвитку міжпредметної інтеграції у навчальному процесі вищого навчального закладу I-II рівнів акредитації.
10. Проблема організації міжпредметних зв'язків в психологічній літературі.
11. Застосування міжпредметного підходу у побудові модульних навчальних програм та посібників для фахової підготовки майбутніх фахівців лісового господарства.
12. Поняття та класифікація міжпредметних зв'язків.
13. Міжпредметні зв'язки як засіб формування професійної компетентності студентів лісогосподарських вузів I-II рівнів акредитації.



## Додаток Л

### Анкета для викладачів дисциплін лісогосподарського циклу

Просимо Вас відповісти на поставлені запитання:

1. Вкажіть навчальний заклад в якому Ви працюєте:

2. Ваша спеціальність за дипломом \_\_\_\_\_

3. Оцініть рівень Вашої підготовки для використання міжпредметних зв'язків фізики та лісогосподарських спецдисциплін:

а) теоретичної підготовки

1. Початковий    2. Базовий.    3. Достатній.    4. Високий.

б) практичної підготовки

1. Початковий    2. Базовий.    3. Достатній.    4. Високий..

4. Чи використовуєте Ви міжпредметні зв'язки фізики та спецдисциплін під час викладання фізики та спецдисциплін в навчальному закладі. Якщо так, то в який спосіб Ви це реалізуєте?

1. Так                      2. Ні                      3. Важко відповісти

5. Які види (типи) міжпредметних зв'язків Ви використовуєте під час навчального процесу?

6. Які роль та місце міжпредметних зв'язків фізики та лісогосподарських спецдисциплін у навчальному процесі?

1. Так, важлива                      2. Ні, не важлива                      3. Важко відповісти

7. Чи залежить, на Вашу думку, якість навчання від якості застосування міжпредметних зв'язків у процесі навчання фізики?

1. Так                      2. Ні                      3. Важко відповісти

8. Які форми організації занять з фізики та лісогосподарських спецдисциплін, що включають міжпредметні зв'язки, Ви вважаєте найбільш доцільними та ефективними?:

1. *Заняття повідомлення нових знань*

2. *Індивідуальні заняття*

3. *Лабораторно-практичне заняття*

4. *Ваша пропозиція.*

**Додаток М**  
**Результати констатувального експерименту**  
**Додаток М.1**

*Таблиця М.1.1*

**Результати констатувального експерименту за інформаційно-змістовим компонентом**

№ з/п	Показники за інформаційно-змістовим компонентом	$p_k$	$K_{зк}, \%$
	<b>ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ</b> <b>412</b>	<b>1143</b>	<b>27,74</b>
1.	Чому товстий шар підшкірного жиру притаманний саме водоплаваючим птахам?	90	21,84
2.	Чому в тропіках, у вологому кліматі джунглів для рослин характерна розвинена поверхня листя, а в засушливих місцях його поверхня невелика?	102	24,75
3.	Чому під час сильних вітрів деякі породи дерев (сосна, дуб) переважно ламаються, а інші (ялина) звалюються?	87	21,11
4.	Чи утворюється роса на рослинах, які вода: а)	89	21,60
5.	б) не змочує?	98	23,78
6.	Що таке ерозія ґрунту?	190	46,11
7.	Як вона виникає?	139	33,73
8.	Що таке льодовик?	110	26,69
9.	Що буде прозорим – сніг чи лід?	150	36,40
10.	Чому кольорові яскраві смуги утворюються від краплі бензину лише тоді, коли вона падає на вологу, а не на суху поверхню асфальту?	88	21,35
	<b>СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>393</b>	<b>19,07</b>
1.	Чому хутро молодих тварин багатше підшерстям, ніж хутро дорослих?	86	20,87
2.	Літнього дня нагріте від поверхні ґрунту повітря підніметься вгору. Чому ж тоді навіть увечері на висоті кількох кілометрів температура менша від $0^{\circ}\text{C}$ ?	79	19,17
3.	Чим пояснюється надійна орієнтація змій уночі, коли вони успішно полюють на здобич?	85	20,63

№ з/п	Показники за інформаційно-змістовим компонентом	р <sub>к</sub>	Кзк, %
4.	Чому полярні саява спостерігаються на полюсах, а не на екваторі?	69	16,74
5.	Чим можна пояснити таке явище: при ударі блискавки листяне дерево розривається із середини, а хвойне спалахує зверху, блискавка вдаряє в дуб навіть у тому разі, коли сосни, що ростуть навколо нього, значно вищі.	74	17,96
	<b>ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>315</b>	<b>15,29</b>
1.	Якщо в спеку прикласти до щоби листок рослини, то можна відчутти, що він холоднуватий. Перевірте, що саме так і пояснить явище?	55	13,34
2.	Чому овочеві культури, що бояться заморозків, краще садити на ділянках, які розташовані біля озер, ставків, річок, ніж на тих, що знаходяться далеко від водоймищ?	61	14,80
3.	Як пояснити, що окремі дерева, які ростуть у відкритому полі, дуже рідко валяє вітер, а у густому лісі звалене дерево вітром можна зустріти досить часто. Адже в лісі вітер буває менший ніж у відкритому полі?	64	15,53
4.	Чому радіостанції, які працюють на довгих і середніх хвилях, взимку чути краще, ніж влітку?	58	14,07
5.	Газети оповістили про те, що в Індії як антену використовували стовбур дерева. Якого – живого чи всохлого?	77	18,68
	<b>ВИСОКИЙ РІВЕНЬ</b>	<b>70</b>	<b>4,24</b>
1.	У теперішній час перед ученими-агрономами гостро стоїть питання про необхідність охорони ґрунту від засолення, бо на засолених ґрунтах не можна одержати високий врожай. Чому?	13	3,15
2.	Кришталик ока риби має сферичну форму. Які особливості середовища проживання риб роблять форму кришталіка доцільною?	20	4,85
3.	У природі спостерігаються міражі – зображення із збільшенням віддалених за горизонт предметів. Як можна пояснити появу цих зображень на фоні неба?	18	4,36

Продовження табл. М.1.1

№ з/п	Показники за інформаційно-змістовим компонентом	$p_k$	$K_{гк}, \%$
4.	Збираються стерилізувати жуків. Чи означає це, що чим більшу дозу випромінювання вжити для цього, тим краще буде результат?	19	4,61

## Додаток М.2

Таблиця М.2.1

## Результати констатувального експерименту за оцінно-рефлексивним компонентом

№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	$p_k$	$K_{гк}, \%$
<b>ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ</b>		<b>490</b>	<b>29,73</b>
<b>412</b>			
1.	Наведіть приклади плавлення і твердіння речовин у природі.	246	59,70
2.	У чому полягає роль цих процесів?	88	21,35
3.	В якій воді – холодній чи гарячій – більше повітря?	81	19,66
4.	Чому?	75	18,20
<b>СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ</b>		<b>272</b>	<b>16,50</b>
1.	Визначити напруженість поля в мембрані еритроцитів товщиною $2 \cdot 10^{-8}$ м при мембранній різниці потенціалів 100 мВ?	62	15,04
2.	Обчислити масу однієї молекули вуглекислого газу і водяної пари.	60	14,56
3.	Визначте величину кванта енергії, що поглинається листком рослини і відповідає довжині світлової хвилі $5 \cdot 10^{-7}$ м.	66	16,01
4.	Вологий термометр психрометра показує $18^{\circ}\text{C}$ , а сухий $21^{\circ}\text{C}$ . Яка відносна вологість повітря в приміщенні?	84	20,38
<b>ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ</b>		<b>648</b>	<b>14,29</b>
1	Поясніть, як зміниться відношення числа молекул $\text{N}_2$ до числа молекул $\text{O}_2$ внаслідок піднімання в атмосфері Землі.	52	12,62
2.	Визначити напруженість поля в мембрані еритроцитів товщиною $2 \cdot 10^{-8}$ м при мембранній різниці потенціалів 100 мВ?	56	13,59

№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	$p_k$	$K_{гк}, \%$
3.	Визначити діелектричну проникність біологічної мембрани товщиною $7,5 \cdot 10^{-9}$ м якщо її ємність рівна $1 \text{ мкФ/см}^2$ .	48	11,65
4.	Маса повітря, що надходить до легень хижого звіра за один вдих $3,5 \cdot 10^{-4}$ кг, а його об'єм 0,3 л. Чому дорівнює тиск у легенях хижого звіра, якщо їх температура $36,7^\circ\text{C}$ .	58	14,08
5.	В кімнаті проходить процес фотосинтезу. Визначити масу вуглекислого газу в кімнаті $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ при температурі 288 К і тиску $50,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .	66	16,01
6.	Визначити товщину біологічної мембрани, якщо її ємність рівна $1 \text{ мкФ/см}^2$ , а діелектрична проникність рівна 49.	65	15,77
7.	За рік спалахує близько 8 млн блискавок. Обчисліть їх потужність, якщо сила струму під час розряду становить приблизно 10 000 А, а напруга – 100 000 В.	64	15,53
8.	Вважаючи жирову оболонку нерва плоским конденсатором з площею обкладинок $1 \text{ см}^2$ , товщиною 2 мкм і $\epsilon = 49$ , знайдіть його ємність.	60	14,56
9.	Жирова оболонка нерва плоского конденсатора має ємність 2 нФ, товщину $2 \text{ см}^2$ і $\epsilon = 49$ . Яка площа обкладинок?	59	14,32
10.	Знайдіть опір внутрішнього органу тварини, якщо його площа поперечного перерізу становить $6 \text{ см}^2$ , довжина 30 см, а питома електропровідність $0,2 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$ .	63	15,29
11.	Визначити оптичну силу розсіювальної лінзи, якщо відомо, що зображення ялинок, які знаходяться перед нею на відстані 0,9 м буде зменшене в 9 разів.	57	13,83
	<b>ВИСОКИЙ РІВЕНЬ</b>	<b>259</b>	<b>5,71</b>
1.	Визначити величину заряду, який проходить при гальванізації через ділянку тканини людини протягом 2 хв, якщо густина струму дорівнює $0,1 \text{ мА/см}^2$ , а розмір електродів $4 \times 6 \text{ см}$ .	13	3,15

№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	р <sub>к</sub>	К <sub>гк</sub> , %
2.	Залежність між кількістю бактерій у середовищі і температурою середовища виражається законом: $N = N_0 \cdot 4t^{1/6}$ , де $N_0$ – кількість бактерій при $0^\circ\text{C}$ . При якій температурі кількість бактерій не буде перевищувати 56, якщо при $t = 0^\circ\text{C}$ кількість бактерій рівна 7?	9	2,18
3.	Для поливання рослин потрібна вода з температурою $45^\circ\text{C}$ . Скільки потрібно взяти води при $20^\circ\text{C}$ , якщо є 50 кг води при $100^\circ\text{C}$ ?	36	8,73
4.	У скільки разів висота підняття води в капілярах сосни буде більша ніж в капілярах осики, якщо відомо, що діаметр капілярів сосни в 2 рази менший за діаметр капілярів осики, а коефіцієнт поверхневого натягу води становить 0,072 Н/м.	39	9,46
5.	Яку кількість теплоти дістане тварина, якщо вип'є 0,25 кг води при температурі $60^\circ\text{C}$ ? Температуру тіла тварини приймаємо за $39^\circ\text{C}$ .	24	5,82
6.	Щоб проросло насіння огірків і день, у теплиці треба підтримувати температуру $30^\circ\text{C}$ і відносну вологість 90%. Чи виконається ця умова, якщо вологий термометр психрометра показує $29^\circ\text{C}$ , а сухий – $30^\circ\text{C}$ ?	16	3,88
7.	Висота піднімання води у стеблі ромашки в 5 разів більша, ніж у стеблі пшениці. Визначте діаметр капіляра ромашки, якщо діаметр капіляра пшениці – 0,1 мм.	20	4,85
8.	Якої сили світла лампу треба розташувати на висоті 10 м, щоб освітленість ґрунту під лампою дорівнювала 5 лм?	19	4,61
9.	В око тварини потрапляє електромагнітне випромінювання з частотою $3,7 \cdot 10^{14}$ Гц. Чи створить це випромінювання у тварини відчуття видимого світла?	37	8,98
10.	Коли дерево сфотографувати з відстані 200 м, на негативі воно мало висоту 5 мм. Яка справжня висота дерева, якщо фокусна відстань об'єктива 50 мм?	25	6,06

№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	$p_k$	К <sub>гк</sub> , %
11.	На стовпі висить лампа в 500 кд на відстані 3 м від поверхні землі. Знайти освітленість жука, який знаходиться на поверхні землі на відстані 5 м від лампи.	21	5,09

## Додаток Н

## Рівні готовності за показниками компонентів

## Додаток Н.1

Таблиця Н.1.1

## Рівні готовності за показниками мотиваційного компонента

№ з/п	Показники за мотиваційним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
	<b>ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ (780) кг-384, ег-396</b>	<b>864</b>	<b>22,50</b>	<b>1821</b>	<b>45,98</b>
1.	В яку пору року в нерухомому повітрі при нормальному атмосферному тиску запах поширюється з найбільшою швидкістю?	136	35,41	239	60,35
2.	Якою може бути максимальна швидкість поширення запаху в нерухомому повітрі?	85	22,13	182	45,95
3.	Чому процес засолювання огірків досить тривалий?	89	23,17	179	45,20
4.	Чи можна його прискорити?	81	21,09	171	43,18
5.	Яким чином?	65	16,9	165	41,66
6.	Як під час посухи і суховіїв зберегти вологу на полях, щоб застерегти від загибелі посіви?	86	22,39	187	47,22
7.	Чому на траві утворюється особливо багато роси?	83	21,61	180	45,45
8.	Чому при великому вітрі не утворюється роса?	76	19,79	167	42,17
9.	Чому?	82	21,35	180	45,45
10.	Чому не рекомендується поливати чи оприскувати рослини посеред сонячного дня?	81	21,09	171	43,18
	<b>СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>1403</b>	<b>21,49</b>	<b>3044</b>	<b>46,63</b>
1.	Чи беруть участь у броунівському русі бактерії та віруси?	71	18,48	172	43,43
2.	Чи відбудуться зміни в атмосфері Землі, якщо повністю зникнуть явища дифузії і конвекції?	81	21,09	182	45,95
3.	Який з ґрунтів – чорнозем, каштановий, підзолистий – швидше нагрівається й охолоджується?	89	23,17	189	47,75



№ з/п	Показники за мотиваційним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
4.	Чому температура піщаних ґрунтів, які звичайно утримують мало вологи, на протязі доби різко коливається?	91	23,69	186	46,96
5.	Чи змінюється з висотою відносна вологість повітря?	97	25,26	192	48,48
6.	Чому заморозки менш небезпечні для рослин у хмарну погоду або під час туману?	93	24,21	189	47,75
7.	Чому ввечері буває тепліше, ніж уранці?	88	22,91	182	45,95
8.	Чому спека в місцях з вологим кліматом переноситься важче, ніж у місцях з сухим кліматом?	81	21,09	178	44,94
9.	В який час доби влітку водорості в ставку мають на собі найбільшу кількість бульбашок повітря?	73	19,01	165	41,66
10.	Чи завжди взимку сніг скрипить під ногами?	70	18,22	167	42,12
11.	Яка вода – холодна чи гаряча – краще проводить струм?	88	22,91	188	47,47
12.	Яка вода – прозора чи каламутна – більше нагріватиметься потоком світла?	84	21,87	178	44,97
13.	Чи буде нагріватися парник, вкритий плівкою, яка пропускає інфрачервоні промені?	75	19,53	167	42,12
14.	Які промені викликають засмагу й опіки на тілі?	83	21,61	176	44,44
15.	Яким вимогам мають задовольняти очі гірського орла, щоб він міг роздивитися мишу з висоти 5-6 км?	75	19,53	170	42,92
16.	Чому під час сильних морозів у лісі чути тріск дерев?	83	21,61	182	45,95
17.	Чому легше стругнути дошку вздовж волокон, ніж уперек?	81	21,09	181	45,70
	<b>ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>1512</b>	<b>16,32</b>	<b>1414</b>	<b>40,91</b>
1.	Чому восени нижня межа хмар лежить на значно меншій висоті, ніж теплового літнього дня?	61	15,88	152	38,38

№ з/п	Показники за мотиваційним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
2.	Поясніть, чому вода в достатньо глибоких річках, озерах, морях навіть під час сильних зимових морозів не промерзає до дна?	57	14,84	148	37,37
3.	Куди зникають денні хмари в кінці літнього дня?	60	15,62	151	38,13
4.	За рахунок якої енергії піднімається вода в рослинах?	54	14,06	151	38,13
5.	Чому у нижніх шарах атмосфери земної кулі кількість позитивних іонів в 1 см <sup>3</sup> більше, ніж від'ємних?	69	17,96	160	40,40
6.	Чому у промислових містах, де атмосферне повітря утримує пил, дим, туман, кількість легких іонів зменшується, а важких зростає?	71	18,48	165	41,66
7.	Чи залежить якість приймання радіопередач від погоди?	58	15,10	159	40,15
8.	Чому при дії на організм людини різних видів опромінювання при однакових фізичних дозах більш сильну біологічну дію чинить альфа-випромінювання?	64	16,66	159	40,15
9.	Які властивості інфрачервоних променів використовують при висушуванні дерева, сіна і т.д.?	70	18,22	169	42,67
	<b>ВИСОКИЙ РІВЕНЬ</b>	<b>246</b>	<b>9,15</b>	<b>839</b>	<b>31,22</b>
1.	Як вплинуло б на весняний розлив річок у тих місцях, де взимку замерзають водоймища й утворюється товстий сніжний покрив, значне зменшення питомих теплот плавлення льоду і снігу?	12	3,12	61	15,40
2.	При розгляданні якого предмета – близького чи далекого кришталік ока стає більш опуклим?	24	6,25	112	28,28
3.	Чому при визначенні опору тканини організму за допомогою амперметра і вольтметра при використанні джерела постійного струму розрахунковий результат буває більшим, ніж дійсне значення опору?	12	3,12	97	24,49

№ з/п	Показники за мотиваційним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
4.	Чому веселка має форму дуги?	61	15,88	163	41,16
5.	Чому опромінювання організму людини нейтронами є більш безпечним, ніж опромінювання іншими видами випромінювань?	43	11,19	121	30,55
6.	Застосовуючи випромінювання, необхідно знищити шкідників у насінні. Яке з випромінювань пов'язане з найменшими витратами енергії?	32	8,33	119	30,05
7.	Чому хмарні дні влітку холодніші за сонячні?	62	16,14	166	41,91

## Додаток Н.2

Таблиця Н.2.1

## Рівні готовності за оцінно-рефлексивним компонентом

№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
	<b>ПОЧАТКОВИЙ РІВЕНЬ (780) кг-384, ег-396</b>	<b>500</b>	<b>32,50</b>	<b>917</b>	<b>50,70</b>
1.	Наведіть приклади плавлення і твердіння речовин у природі.	251	65,36	387	97,72
2.	У чому полягає роль цих процесів?	86	22,39	179	45,20
3.	В якій воді – холодній чи гарячій – більше повітря?	91	23,69	192	48,48
4.	Чому?	72	18,75	159	40,15
	<b>СЕРЕДНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>288</b>	<b>18,75</b>	<b>679</b>	<b>44,20</b>
1.	Визначити напруженість поля в мембрані еритроцитів товщиною $2 \cdot 10^{-8}$ м при мембранній різниці потенціалів 100 мВ?	64	16,66	154	38,88
2.	Обчислити масу однієї молекули вуглекислого газу і водяної пари.	69	17,96	170	42,92
3.	Визначте величину кванта енергії, що поглинається листком рослини і відповідає довжині світлової хвилі $5 \cdot 10^{-7}$ м.	69	17,96	168	42,42

№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
4.	Вологий термометр психрометра показує $18^\circ\text{C}$ , а сухий $21^\circ\text{C}$ . Яка відносна вологість повітря в приміщенні?	86	22,39	187	47,22
	<b>ДОСТАТНІЙ РІВЕНЬ</b>	<b>638</b>	<b>14,65</b>	<b>1703</b>	<b>39,09</b>
1.	Поясніть, як зміниться відношення числа молекул $\text{N}_2$ до числа молекул $\text{O}_2$ внаслідок піднімання в атмосфері Землі.	54	14,06	144	36,36
2.	Визначити напруженість поля в мембрані еритроцитів товщиною $2 \cdot 10^{-8}$ м при мембранній різниці потенціалів 100 мВ?	52	13,54	147	37,12
3.	Визначити діелектричну проникність біологічної мембрани товщиною $7,5 \cdot 10^{-9}$ м якщо її ємність рівна $1 \text{ мкФ/см}^2$ .	50	13,02	149	37,62
4.	Маса повітря, що надходить до легень хижого звіра за один вдих $3,5 \cdot 10^{-4}$ кг, його об'єм 0,3 л. Чому дорівнює тиск у легенях хижого звіра, якщо їх температура $36,7^\circ\text{C}$ .	60	15,62	155	39,14
5.	В кімнаті проходить процес фотосинтезу. Визначити масу вуглекислого газу в кімнаті $40 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ при температурі 288 К і тиску $50,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .	64	16,66	160	40,40
6.	Визначити товщину біологічної мембрани, якщо її ємність рівна $1 \text{ мкФ/см}^2$ , а діелектрична проникність рівна 49.	61	15,88	158	39,89
7.	За рік спалахує близько 8 млн блискавок. Обчисліть їх потужність, якщо сила струму під час розряду становить приблизно 10 000 А, а напруга – 100 млн Вольт.	58	15,10	157	39,64
8.	Вважаючи жирову оболонку нерва плоским конденсатором з площею обкладинок $1 \text{ см}^2$ , товщиною 2 мкм і $\epsilon = 49$ , знайдіть його ємність.	61	15,88	157	39,64

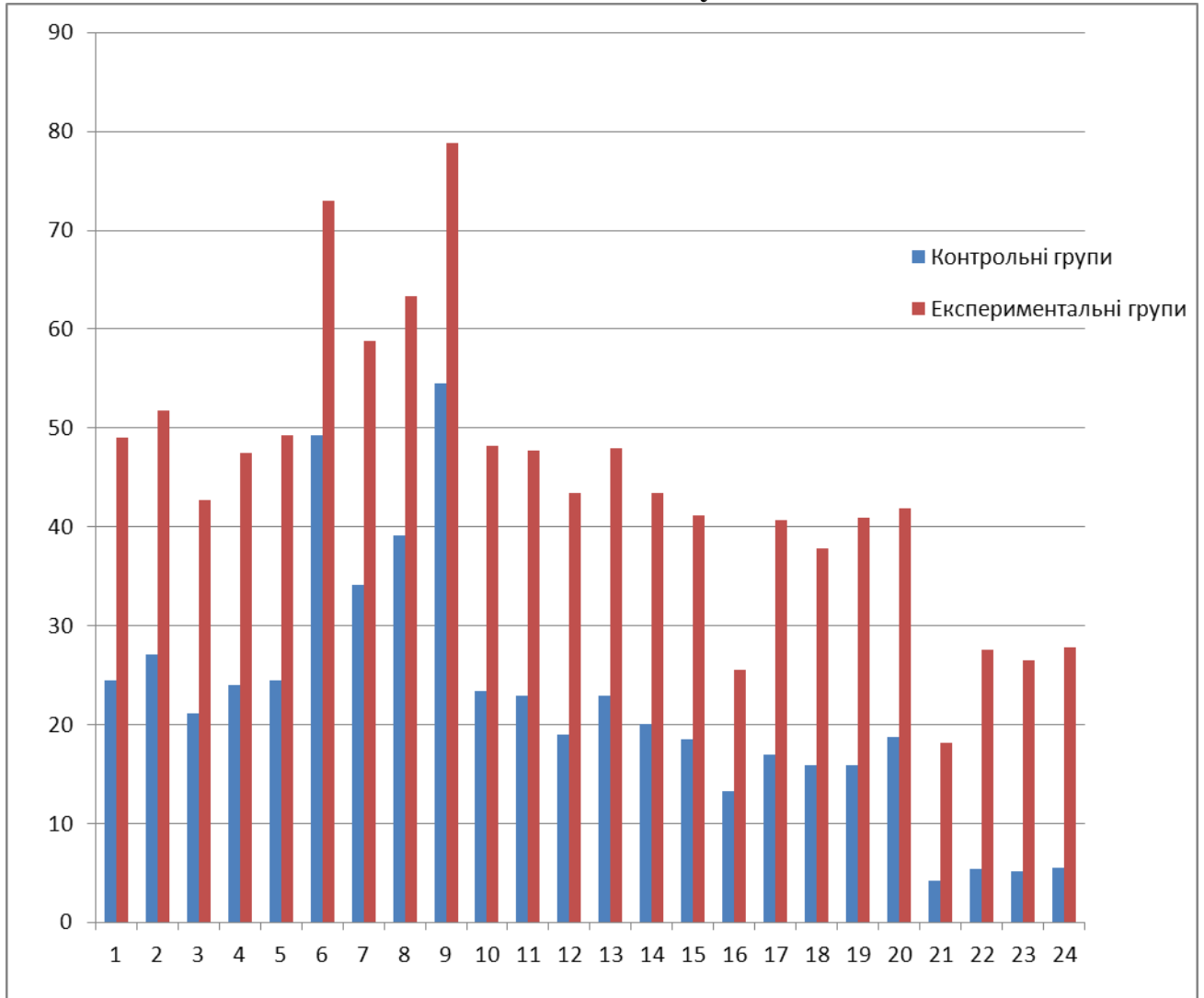
№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
9.	Жирова оболонка нерва плоского конденсатора має ємність 2 нФ, товщину 2 см <sup>2</sup> і $\epsilon = 49$ . Яка площа обкладинок?	60	15,62	159	40,15
10.	Знайдіть опір внутрішнього органу тварини, якщо його площа поперечного перерізу становить 6 см <sup>2</sup> , довжина 30 см, а питома електропровідність 0,2 Ом <sup>-1</sup> ·м <sup>-1</sup> .	63	16,40	164	41,14
11.	Визначити оптичну силу розсіювальної лінзи, якщо відомо, що зображення ялинок, які знаходяться перед нею на відстані 0,9 м буде зменшене в 9 разів.	55	14,32	153	38,63
	<b>ВИСОКИЙ РІВЕНЬ</b>	<b>268</b>	<b>6,34</b>	<b>1285</b>	<b>30,42</b>
1	Залежність між кількістю бактерій у середовищі і температурою середовища виражається законом: $N = N_0 \cdot 4t^{1/6}$ , де $N_0$ – кількість бактерій при 0 °С. При якій температурі кількість бактерій не буде перевищувати 56, якщо при $t = 0$ °С кількість бактерій рівна 7?	11	2,86	70	17,67
2	Визначити величину заряду, який проходить при гальванізації через ділянку тканини людини протягом 2 хв, якщо густина струму дорівнює 0,1 мА/см <sup>2</sup> , а розмір електродів 4Х6 см.	15	3,90	82	20,70
3.	Для поливання рослин потрібна вода з температурою 45 °С. скільки потрібно взяти води при 20 °С, якщо є 50 кг води при 100 °С?	30	7,81	129	32,57
4.	В скільки разів висота підняття води в капілярах сосни буде більша ніж в капілярах осики, якщо відомо, що діаметр капілярів сосни в 2 рази менший за діаметр капілярів осики, а коефіцієнт поверхневого натягу води становить 0,072 Н/м.	41	10,67	175	44,19

№ з/п	Показники за оцінно-рефлексивним компонентом	$p_k$	$K_{zk}, \%$	$p_e$	$K_{ze}, \%$
5.	Яку кількість теплоти дістане тварина, якщо вип'є 0,25 кг води при температурі 60 °С ? Температуру тіла тварини приймаємо за 39 °С.	20	5,20	118	29,79
6.	Якої сили світла лампу треба розташувати на висоті 10 м, щоб освітленість ґрунту під лампою дорівнювала 5 лм?	25	6,51	118	29,79
7.	Щоб проросло насіння огірків і динь, у теплиці треба підтримувати температуру 30 °С і відносну вологість 90%. Чи виконається ця умова, якщо вологий термометр психрометра показує 29 °С, а сухий – 30 °С?	18	4,68	106	26,76
8.	Висота піднімання води у стеблі ромашки в 5 разів більша, ніж у стеблі пшениці. Визначте діаметр капіляра ромашки, якщо діаметр капіляра пшениці – 0,1мм.	22	5,72	114	28,78
9.	В око тварини потрапляє електромагнітне випромінювання з частотою $3,7 \cdot 10^{14}$ Гц. Чи створить це випромінювання у тварини відчуття видимого світла?	38	9,89	136	34,34
10.	Коли дерево сфотографувати з відстані 200 м, на негативі воно мало висоту 5 мм. Яка справжня висота дерева, якщо фокусна відстань об'єктива 50 мм?	25	6,51	117	29,54
11.	На стовпі висить лампа в 500 кд на відстані 3 м від поверхні землі. Знайти освітленість жука, який знаходиться на поверхні землі на відстані 5 м від лампи.	23	5,98	120	30,30

**Додаток П**  
**Розподіл за рівнями готовності за компонентами знань**

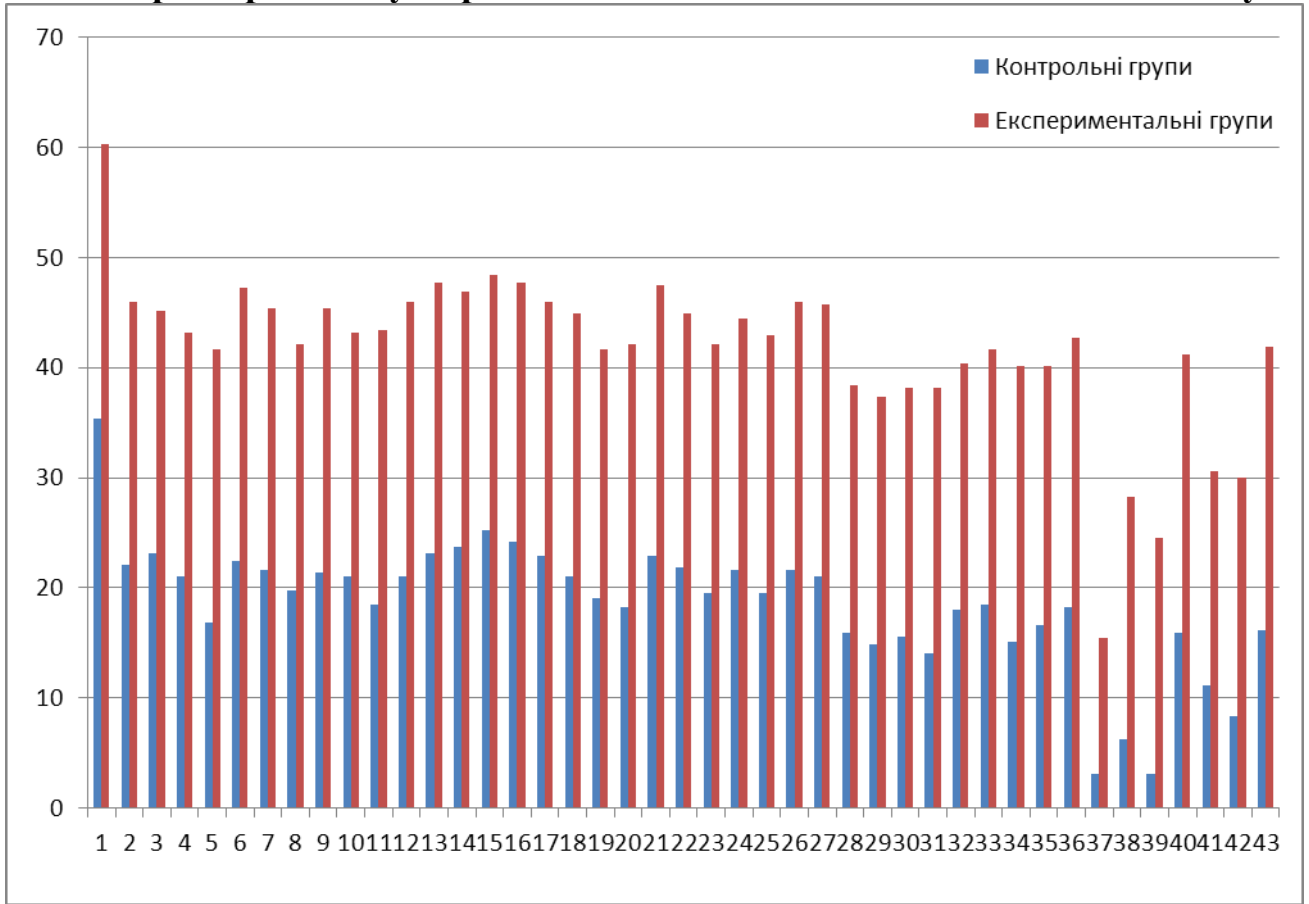
**Додаток П.1**

**Діаграма розподілу за рівнями готовності інформаційно-змістового  
 компоненту**



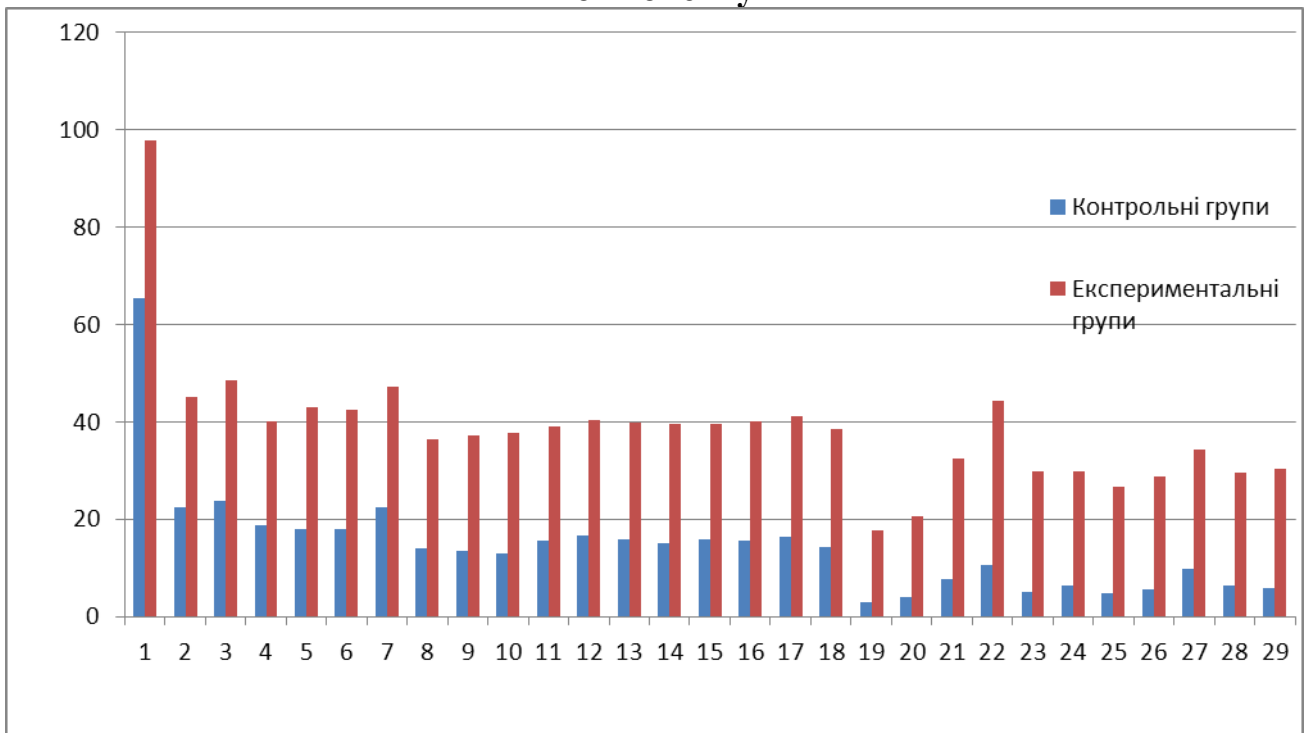
**Додаток П.2**

**Гістограма розподілу за рівнями готовності мотиваційного компоненту**



**Додаток П.3**

**Гістограма розподілу за рівнями готовності оцінно-рефлексивного компоненту**





## Додаток Р

**Результати експертної оцінки методичної системи для взаємного навчання  
фізики і лісівничих спецдисциплін та методики її впровадження у  
навчально-виховний процес**

## Додаток Р.1

Таблиця Р.1.1

## Відомості про експертів

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи, посада	Категорія	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
1.	Бабеляс Тетяна Павлівна	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	I	12
2.	Барановський Ігор Васильович	Малинський лісотехнічний коледж, викладач	спеціаліст	3
3.	Бібік Володимир Миколайович	Бобринецька ЗОШ І-ІІІ ст.	вища	30
4.	Білик Людмила Григорівна	Попельнастівська ЗОШ І-ІІІ ст.	вища	28
5.	Блищик Іван Володимирович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, старший викладач	вища	30
6.	Блищик Любов Олексіївна	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	31
7.	Бобровницька Валентина Володимирівна	НВО ЗНЗ №32, м.Кіровоград	вища	28
8.	Бондаренко Лідія Самуїлівна	ЗНЗ №19, м. Олександрія	вища	30
9.	Бурдільна Лариса Григорівна	Назарівський НВК "ЗОШ І-ІІІ ст.-ДНЗ"	I	15

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи, посада	Категорія	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
10.	Величко Степан Петрович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	зав. кафедри, професор	47
11.	Вирович Лілія Федорівна	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	вища	25
12.	Віннічук Сергій Миколайович	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	I	13
13.	Вовкотруб Віктор Павлович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	професор	38
14.	Войтовицька Світлана Олексіївна	Федорівський НВК	I	11
15.	Войтович Ігор станіславович	м. Рівне, РДГУ, кафедра інформаційно-комунікаційних технологій та методики викладання інформатики	професор	15
16.	Войтович Оксана Петрівна	м. Рівне, РДГУ, кафедра екології та збалансованого природокористування	доцент	15
17.	Волчанський Олег Володимирович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	доцент	20
18.	Ганжалюк Таїса Сергіївна	Малинський лісотехнічний коледж, викладач	вища	21
19.	Гінайло Ігор Дмитрович	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, директор	вища	24
20.	Гиря Володимир Анатолійович	Малинський лісотехнічний коледж, викладач	вища	21
21.	Гордієнко Валентин Володимирович	Добрівська ЗОШ І-ІІІ ст.	вища	21
22.	Городинська Валентина Миколаївна	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	вища	19

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи, посада	Категорія	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
23.	Грицик Тетяна Андріївна	м. Березне, Надслучанський інститут	доцент	10
24.	Гулій Микола Петрович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	41
25.	Довгань Наталія Станіславівна	Розсохуватецька ЗОШ І-ІІІ ст.	вища	16
26.	Дромашко Ольга Анатоліївна	Інгульська ЗОШ І-ІІІ ст.	вища	21
27.	Дума Людмила Михайлівна	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	26
28.	Дума Олександр Іванович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	26
29.	Єльник Наталя Макарівна	Цибулівська ЗОШ І-ІІІ ст.	вища	30
30.	Жмурко Ігор Васильович	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, директор	кандидат с/г наук	17
31.	Зоряка Олександр Володимирович	м.Київ, КДАВТ ім. П. Конашевича-Сагайдачного	проректор з наукової роботи, доцент	32
32.	Іваницький Степан Миколайович	Кременецький лісотехнічний коледж, викладач	вища, кандидат с/г наук	32
33.	Іванюк Ігор Дмитрович	Малинський лісотехнічний коледж, директор, викладач-методист	вища	4
34.	Кодацька Олександра Валентинівна	НВО №25, м. Кіровоград.	вища	32
35.	Ковальчук Лариса Олександрівна	Малинський лісотехнічний коледж, викладач-методист	вища	22
36.	Ковш Володимир Сергійович	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	вища	26

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи, посада	Категорія	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
37.	Кондратенко Олена Олегівна	Новомиколаївська ЗОШ І-ІІІ ст.	ІІ	6
38.	Кононенко Сергій Олексійович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	доцент	16
39.	Котович Тамара Василівна	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	вища	21
40.	Кравець Олег Миколайович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	ІІ	9
41.	Криворучко Вікторія Павлівна	ЗОШ №2, м. Світловодськ	вища	27
42.	Кудін Микола Федорович	Малинський лісотехнічний коледж, старший викладач	вища	23
43.	Кусік Василь Миколайович	Малинський лісотехнічний коледж, викладач	спеціаліст	3
44.	Кутя Микола Михайлович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач-методист	вища	30
45.	Кушнір Василь Андрійович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	професор	24
46.	Лазур-Шевцова Тетяна Анатолійна	НВО ЗНЗ №25, м.Кіровоград	вища	23
47.	Лафренко Ольга Михайлівна	Малинський лісотехнічний коледж, викладач	ІІ	8
48.	Ластеженко Світлана Миколаївна	Ліцей№8, м.Кіровоград	вища	24
49.	Левчук Сергій Борисович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	І	23

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи, посада	Категорія	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
50.	Ляховець Микола Володимирович	Кременецький лісотехнічний коледж, викладач-методист	вища	30
51.	Мартинюк І.І.	Кременецький лісотехнічний коледж, викладач-методист	вища	29
52.	Мельник Ігор Миколайович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	II	10
53.	Мислінчук Володимир Олександрович	м. Рівне, РДГУ, кафедра методики викладання фізики і хімії	доцент	16
54.	Михайлюк Василь Михайлович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища, канд. с/г наук	21
55.	Михайлюк Марія Степанівна	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	21
56.	Моял Олександр Валентинович	Березовобалківська ЗОШ І-III ст.	вища	19
57.	Муравинець Сергій Михайлович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	24
58.	Неврось Володимир Олексійович	Попельнастівська ЗОШ І-III ст.	вища	30
59.	Ніжаловський Юрій Володимирович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач-методист	вища	44
60.	Овсянников Андрій Миколайович	Мар'янівська ЗОШ І-III ст.	вища	28
61.	Онищук Сергій Вікторович	Малинський лісотехнічний коледж, викладач	спеціаліст	3
62.	Осадча Тетяна Анатолівна	Плетеноташлицька ЗОШ І-III ст.	вища	28

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи, посада	Категорія	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
63.	Побережний Петро Васильович	Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти	вища	34
64.	Подопригора Наталія Володимирівна	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	доцент	23
65.	Подвиженко Олена Іванівна	ЗОШ І-ІІІ ст. №3, м. Знам'янка	вища	29
66.	Полежай Дмитро Петрович	ЗОШ І-ІІІ ст. №6, м. Знам'янка	I	41
67.	Політик Володимир Володимирович	Плоско-Забузька ЗОШ І-ІІІ ст.	вища	38
68.	Постика Оксана Васильовна	Аджамська ЗОШ І-ІІІ ст.	I	14
69.	Садовий Микола Ілліч	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	професор, завідувач кафедри ЗТД та трудового навчання	43
70.	Саковець Наталія Миколаївна	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	вища	23
71.	Сальник Ірина Володимирівна	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	доцент	15
72.	Сахарук Галина Антонівна	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	вища	24
73.	Сірик Едуард Петрович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	доцент	17
74.	Семещук Ігор Лаврентійович	м. Рівне, РДГУ, кафедра методики викладання фізики і хімії	Доцент	32

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи, посада	Категорія	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
75.	Сивко Володимир Володимирович	Малинський лісотехнічний коледж, викладач	I	12
76.	Соменко Дмитро Вікторович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	аспірант, завідувач лаборато- рія фізики	6
77.	Стрикула С.І.	Кременецький лісотехнічний коледж, викладач	вища	19
78.	Тимошенко Володимир Борисович	Кременецький лісотехнічний коледж, викладач	вища	27
79.	Трифоновна Олена Михайлівна	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	доцент	11
80.	Турич Микола Михайлович	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	I	13
81.	Тутар Віталій Михайлович	Малинський лісотехнічний коледж	вища	35
82.	Хуткий Сергій Тимофійович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	27
83.	Хотинська Галина Федорівна	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	вища	22
84.	Цикун Олександр Михайлович	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	25
85.	Чінчой Олександр Олександрович	м. Кіровоград, КДПУ ім. В. Винниченка, кафедра фізики та методики її викладання	доцент	22
86.	Шевчук Зоя Станіславівна	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	вища	17
87.	Щирба Ганна Романівна	Кременецький лісотехнічний коледж, викладач	вища	29
88.	Юрченко Іван- на Миколаївна	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	II	20

**Викладачі вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації лісівничого спрямування, які брали участь в експертній оцінці методичної системи взаємного вивчення фізики і лісівничих дисциплін на основі МПЗ у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісгосподарського спрямування.**

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений Ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
1.	Бабеляс Тетяна Павлівна		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	12
2.	Барановський Ігор Васильович		Малинський лісотехнічний коледж, викладач	3
3.	Блищик Іван Володимирович	Канд. с/г наук	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	30
4.	Блищик Любов Олексіївна		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	31
5.	Вирович Лілія Федорівна		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	25
6.	Віннічук Сергій Миколайович		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	13
7.	Ганжалюк Таїса Сергіївна		Малинський лісотехнічний коледж, викладач	21
8.	Гиря Володимир Анатолійович		Малинський лісотехнічний коледж, викладач	21
9.	Гінайло Ігор Дмитрович		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	24
10.	Городинська Валентина Миколаївна		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	19
11.	Гулій Микола Петрович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	41



№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений Ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
12.	Дума Людмила Михайлівна		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	26
13.	Дума Олександр Іванович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	26
14.	Жмурко Ігор Васильович	Кандидат с/г наук	Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, директор	17
15.	Іваницький Степан Миколайович	Кандидат с/г наук	Кременецький лісотехнічний коледж, викладач-методист	32
16.	Іванюк Ігор Дмитрович		Малинський лісотехнічний коледж, директор, викладач-методист	4
17.	Ковальчук Лариса Олександрівна		Малинський лісотехнічний коледж, викладач-методист	22
18.	Ковш Володимир Сергійович		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	26
19.	Котович Тамара		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	21
20.	Кудін Микола Федорович		Малинський лісотехнічний коледж, старший викладач	23
21.	Кусік Василь Миколайович		Малинський лісотехнічний коледж, викладач	3
22.	Кравець Олег Миколайович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	9
23.	Кутя Микола Михайлович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач-методист	30
24.	Лафренко Ольга Михайлівна		Малинський лісотехнічний коледж, викладач	8
25.	Левчук Сергій Борисович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	23

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений Ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж
26.	Ляховець Микола Володимирович		Кременецький лісотехнічний коледж, викладач-методист	30
27.	Мартинюк І.І.		Кременецький лісотехнічний коледж, викладач-методист	29
28.	Мельник Ігор Миколайович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	10
29.	Михайлюк Марія Степанівна		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	21
30.	Михайлюк Василь Михайлович	Кандидат с/г наук	Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	21
31.	Муравинець Сергій Михайлович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	24
32.	Ніжаловський Юрій Володимирович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач-методист	44
33.	Онищук Сергій Вікторович		Малинський лісотехнічний коледж, викладач	3
34.	Саковець Наталія Миколаївна		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	23
35.	Сахарук Галина Антонівна		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	24
36.	Сивко Володимир Володимирович		Малинський лісотехнічний коледж, викладач	12
37.	Стрикула С.І.		Кременецький лісотехнічний коледж, викладач	19
38.	Тимошенко Володимир Борисович		Кременецький лісотехнічний коледж, викладач	27
39.	Турич Микола Михайлович		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	13

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений Ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж
40.	Тутар Віталій Михайлович		Малинський лісотехнічний коледж, старший викладач	35
41.	Хотинська Галина Федорівна		Шацький лісовий коледж ім. В.В. Сулька, викладач	22
42.	Хуткий Сергій Тимофійович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	27
43.	Цикун Олександр Михайлович		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	25
44.	Шевчук Зоя Станіславівна		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	17
45.	Щирба Ганна Романівна		Кременецький лісотехнічний коледж, викладач	29
46.	Юрченко Іванна Миколаївна		Березнівський лісотехнічний коледж НУВГП, викладач	20

**Результати науковців, які брали участь в експертній оцінці методичної системи взаємного вивчення фізики і лісівничих дисциплін на основі МПЗ у ВНЗ І-ІІ рівнів акредитації лісгосподарського спрямування.**

*Таблиця Р.1.3*

**Відомості про експертів**

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж роботи (років)
1.	Величко Степан Петрович	Доктор пед. наук	КДПУ, професор кафедри фізики та методики її викладання, професор	47
2.	Вовкотруб Віктор Павлович	Доктор пед. наук	КДПУ, професор	38

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений Ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж
3.	Войтович Ігор станіславович	Доктор пед.наук	Професор кафедри інформаційних систем РДГУ, прфесор	15
4.	Войтович Оксана Петрівна	Кандидат пед.наук	РДГУ, доцент кафедри екології, доцент	15
5.	Волчанський Олег Володимирович	Кандидат фіз- мат. наук	КДПУ, доцент кафедри фізики та методики її викладання, доцент	20
6.	Грицик Тетяна Андріївна	Кандидат пед.наук	Надслучанський інститут, доцент	10
7.	Зоряка Олександр Володимирович	Кандидат пед.наук	КДАВТ ім. П.Конашевича- Сагайдачного, проректор	27
8.	Кононенко Сергій Олексійович	Кандидат пед. наук	КДПУ, доцент	16
9.	Кушнір Василь Андрійович	Доктор пед.наук	Професор кафедри педагогіки КДПУ ім. В.Винниченка, професор	24
10.	Мислінчук Володимир Олександрович	Кандидат пед.наук	РДГУ, доцент кафедри методики викладання фізики і хімії, доцент	16
11.	Подопригора Наталія Володимирівна	Кандидат пед.наук	КДПУ, доцент кафедри фізики та методики її викладання	22
12.	Садовий Микола Іллч	Доктор пед. наук	КДПУ, професор кафедри фізики та методики її викладання,	44
13.	Сальник Ірина Володимирівна	Кандидат пед. наук	КДПУ, доцент кафедри фізики та методики її викладання	15
14.	Сірик Едуард Петрович	Кандидат пед. наук	КДПУ, доцент кафедри фізики та методики її викладання	17
15.	Семещук Ігор Лаврентійович	Кандидат пед. наук	РДГУ, доцент кафедри методики викладання фізики і хімії, доцент	28

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Вчений ступінь	Місце роботи, посада	Науково-педагогічний стаж
16.	Соменко Дмитро Вікторович	Аспірант	КДПУ, завідувач лабораторіями фізики	6
17.	Трифоновна Олена Михайлівна	Кандидат пед. наук	КДПУ, доцент кафедри фізики та методики її викладання	11
18.	Чінчой Олександр Олександрович	Кандидат пед. наук	КДПУ, доцент кафедри фізики та методики її викладання	22

**Вчителі навчальних закладів Кіровоградщини, які брали участь в експертній оцінці методичної системи взаємного вивчення фізики і лісівничих дисциплін на основі МПЗ у ВНЗ I-II рівнів акредитації лісогосподарського спрямування.**

Таблиця Р.1.4

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи	Стаж роботи
1.	Бібік Володимир Миколайович	Бобринецька ЗОШ I-III ст.	30
2.	Білик Людмила Григорівна	Попельнастівська ЗОШ I-III ст.	28
3.	Бобровницька Валентина Володимирівна	НВО ЗНЗ №32, м.Кіровоград	28
4.	Бондаренко Лідія Самуїлівна	ЗНЗ №19, м. Олександрія	30
5.	Бурдільна Лариса Григорівна	Назарівський НВК "ЗОШ I-III ст.-ДНЗ"	15
6.	Войтовицька Світлана Олексіївна	Федорівський НВК	11
7.	Гордієнко Валентин Володимирович	Добрівська ЗОШ I-III ст.	21
8.	Довгань Наталія Станіславівна	Розсохуватецька ЗОШ I-III ст.	16
9.	Дромашко Ольга Анатоліївна	Інгульська ЗОШ I-III ст.	21
10.	Єльник Наталя Макарівна	Цибулівська ЗОШ I-III ст.	30

№ з/п	Прізвище, ім'я, по батькові	Місце роботи	Стаж роботи
11.	Кодацька Олександра Валентинівна	НВО №25, м. Кіровоград.	32
12.	Кондратенко Олена Олегівна	Новомиколаївська ЗОШ І-ІІІ ст.	6
13.	Криворучко Вікторія Павлівна	ЗОШ №2, м. Світловодськ	27
14.	Лазур-Шевцова Тетяна Анатолійна	НВО ЗНЗ №25, м.Кіровоград	23
15.	Ластеженко Світлана Миколаївна	Ліцей №8, м.Кіровоград	24
16.	Моял Олександр Валентинович	Березовобалківська ЗОШ І-ІІІ ст.	19
17.	Неврось Володимир Олексійович	Попельнастівська ЗОШ І-ІІІ ст.	30
18.	Овсянников Андрій Миколайович	Мар'янівська ЗОШ І-ІІІ ст.	28
19.	Осадча Тетяна Анатолівна	Плетеноташлицька ЗОШ І-ІІІ ст.	28
20.	Побережний Петро Васильович	Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти	34
21.	Подвиженко Олена Іванівна	ЗОШ І-ІІІ ст. №3, м. Знам'янка	29
22.	Полежай Дмитро Петрович	ЗОШ І-ІІІ ст. №6, м. Знам'янка	14
23.	Політик Володимир Володимирович	Плоско-Забузька ЗОШ І-ІІІ ст.	38
24.	Постика Оксана Васильовна	Аджамська ЗОШ І-ІІІ ст.	14

**Додаток Р.2**  
**Анкета експерта**

1. Назва установи \_\_\_\_\_
2. Прізвище, ім'я, по-батькові \_\_\_\_\_
3. Посада \_\_\_\_\_
4. Вчений ступінь, звання \_\_\_\_\_
5. Науково-педагогічний стаж \_\_\_\_\_
6. Дата і місце проведення експертизи \_\_\_\_\_

I. Визначте оцінку відносної важливості кожної з вимог окремо в балах від 0 до 100 щодо методичної системи та її складових, щодо взаємного вивчення курсу фізики і спецдисциплін у підготовці фахівців лісового господарства у ВНЗ I-II рівнів акредитації.

№	Вимоги	Оцінка відносної важливості
1.	Дидактичні	
2.	Інформаційні	
3.	Науково-технічні	
4.	Відповідність змісту навчального матеріалу	

II. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел аргументації з даної проблеми.

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	висока	середня	Низька
Проведено теоретичний аналіз	0,3	0,2	0,1
Виробничий досвід	0,5	0,4	0,2
Узагальнення робіт вітчизняних авторів	0,05	0,05	0,05
Узагальнення робіт зарубіжних авторів	0,05	0,05	0,05
Особисте знайомство із станом справ за кордоном	0,05	0,05	0,05
Інтуїція	0,05	0,05	0,05

III. Вкажіть ступінь знайомства з обговорюваною проблемою за шкалою:

1      2      3      4      5      6      7      8      9      10

Дата

\_\_\_\_\_ Підпис

**Дякуємо за участь в експертизі!**

**МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ВЗАЄМНОГО ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ ТА ПРОФЕСІЙНО-ОРІЄНТОВАНИХ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА У ВНЗ I-II РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ НА ОСНОВІ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ**  
(зворотній бік анкети)

I. Складові методичної системи:

- 1 – методика взаємного вивчення курсу фізики і професійно-орієнтованих дисциплін на основі міжпредметних зв'язків у процесі формування майбутніх фахівців лісового господарства;
- 2 – посібник «Фізика в живій природі»;
- 3 – задачі, завдання і вправи для формування професійних умінь та навичок;
- 4 – лабораторні роботи з елементами лісівничих дисциплін і додаткові завдання до проходження практики в умовах ведення лісового господарства;

5 – завдання дослідницького характеру для студентів для дослідження лісового господарства.

### Додаток Р.3

Таблиця Р.3.1

Дані до експертної оцінки методичної системи для взаємного вивчення фізики і лісівничих дисциплін

№ з/п	ВИМОГИ							
	Дид.	R <sub>1</sub>	Інф.	R <sub>2</sub>	Наук.-тех.	R <sub>3</sub>	Відп. зміс.	R <sub>4</sub>
1	85	4	90	2,5	100	1	90	2,5
2	95	1,5	90	3,5	90	3,5	95	1,5
3	90	3,5	90	3,5	100	1	95	2
4	95	2,5	80	4	100	1	95	2,5
5	70	3	70	3	70	3	75	1
6	100	1,5	95	3,5	95	3,5	100	1,5
7	60	4	65	3	90	1	70	2
8	85	3,5	85	3,5	90	2	95	1
9	70	3,5	70	3,5	90	1	100	2
10	85	3	90	2	100	1	80	4
11	100	1	95	2,5	95	2,5	90	4
12	90	2	80	4	90	2	90	2
13	70	3,5	90	1	85	2	70	3,5
14	90	3,5	90	3,5	95	1,5	95	1,5
15	100	1,5	100	1,5	80	4	95	3
16	90	2,5	80	4	100	1	90	2,5
17	70	3,5	70	3,5	95	2	80	1
18	95	1	75	3,5	90	2	75	3,5
19	90	4	95	2,5	95	2,5	100	1
20	75	4	85	2,5	90	1	85	2,5
21	80	3	80	3	80	3	95	1
22	95	2	90	3	100	1	75	4
23	90	1	85	2,5	80	4	85	2,5
24	75	3	75	3	80	1	75	3
25	100	1,5	90	3,5	100	1,5	90	3,5
26	90	2,5	90	2,5	70	4	95	1
27	95	1	90	3	90	3	90	3
28	70	4	85	2	80	3	90	1
29	100	1,5	100	1,5	85	3,5	85	3,5
30	65	4	95	2	90	3	100	1
31	70	4	80	2,5	80	2,5	90	1
32	80	3,5	90	1,5	80	3,5	90	1,5
33	95	1,5	90	3,5	95	1,5	90	3,5
34	80	3,5	95	1	80	3,5	90	2
35	60	4	80	2,5	100	1	80	2,5
36	70	3,5	90	1	70	3,5	80	2
37	95	2	95	2	95	2	85	4
38	70	3,5	70	3,5	80	2	90	1
39	80	4	90	2,5	100	1	90	2,5
40	85	3	95	1	90	2	80	4
41	100	1,5	100	1,5	85	4	95	3
42	65	3,5	80	2	85	1	65	3,5
43	80	4	95	1	90	2,5	90	2,5
44	90	1	80	3,5	85	2	80	3,5



## Продовження табл. Р.3.1

№ з/п	ВИМОГИ							
	Дид.	R <sub>1</sub>	Інф.	R <sub>2</sub>	Наук.- тех.	R <sub>3</sub>	Відп. зміс.	R <sub>4</sub>
45	70	3	70	3	80	1	70	3
46	90	1,5	75	4	90	1,5	85	3
47	95	1,5	90	3,5	90	3,5	95	1,5
48	70	3,5	70	3,5	85	2	90	1
49	80	1,5	70	3	80	1,5	60	4
50	80	3	60	4	100	1	85	2
51	90	3	70	4	95	1,5	95	1,5
52	80	3	70	4	90	1,5	90	1,5
53	95	2,5	95	2,5	95	2,5	95	2,5
54	95	2	95	2	90	4	95	2
55	95	2,5	100	1	95	2,5	85	4
56	70	4	85	3	90	1,5	90	1,5
57	90	2,5	85	4	95	1	90	2,5
58	100	1	90	3	90	3	90	3
59	75	4	95	2	100	1	85	3
60	90	2,5	100	1	90	2,5	85	4
61	95	1,5	95	1,5	90	3	85	4
62	95	1	90	2,5	80	4	90	2,5
63	75	4	95	2	100	1	90	3
64	95	2,5	90	4	95	2,5	100	1
65	70	3	70	3	75	1	70	3
66	70	3,5	80	2	100	1	70	3,5
67	65	3	70	1,5	70	1,5	60	4
68	70	3	70	3	80	1	70	3
69	70	3,5	80	2	100	1	70	3,5
70	95	1,5	90	3,5	95	1,5	90	3,5
71	100	1	90	3,5	90	3,5	95	2
72	100	1	80	3,5	80	3,5	95	2
73	80	4	90	3	95	1,5	95	1,5
74	95	4	100	2	100	2	100	2
75	90	3	95	1	90	3	90	3
76	75	4	90	2	80	3	95	1
77	60	4	70	2,5	95	1	70	2,5
78	90	3	95	1,5	85	4	95	1,5
79	95	1	70	4	85	2	80	3
80	85	1,5	70	3,5	85	1,5	70	3,5
81	85	2,5	60	4	85	2,5	90	1
82	60	4	70	3	85	1	80	2
83	60	4	70	3	75	1,5	75	1,5
84	90	3,5	95	1,5	90	3,5	95	1,5
85	80	2	80	2	75	4	80	2
86	65	2	50	4	75	1	60	3
87	85	2	80	4	85	2	85	2
88	90	3	100	1	95	2	80	4
	<b>7335</b>	<b>239,5</b>	<b>7400</b>	<b>237</b>	<b>7800</b>	<b>189</b>	<b>7550</b>	<b>214,5</b>

## Додаток Р.4

Таблиця Р.4.1

## Дані про визначення коефіцієнта конкордації експертних оцінок

№	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	L <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>i</sub>	№	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	L <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>i</sub>
1	4	2,5	1	2,5	1	2	6	45	3	3	1	3	1	3	24
2	1,5	3,5	3,5	1,5	2	4	12	46	1,5	4	1,5	3	1	2	6
3	3,5	3,5	1	2	1	2	6	47	1,5	3,5	3,5	1,5	2	4	12
4	2,5	4	1	2,5	1	2	6	48	3,5	3,5	2	1	1	2	6
5	3	3	3	1	1	3	24	49	1,5	3	1,5	4	1	2	6
6	1,5	3,5	3,5	1,5	2	4	12	50	3	4	1	2	0	0	0
7	4	3	1	2	0	0	0	51	3	4	1,5	1,5	1	2	6
8	3,5	3,5	2	1	1	2	6	52	3	4	1,5	1,5	1	2	6
9	3,5	3,5	1	2	1	2	6	53	2,5	2,5	2,5	2,5	1	4	60
10	3	2	1	4	0	0	0	54	2	2	4	2	1	3	24
11	1	2,5	2,5	4	1	2	6	55	2,5	1	2,5	4	1	2	6
12	2	4	2	2	1	3	24	56	4	3	1,5	1,5	1	2	6
13	3,5	1	2	3,5	1	2	6	57	2,5	4	1	2,5	1	2	6
14	3,5	3,5	1,5	1,5	2	4	12	58	1	3	3	3	1	3	24
15	1,5	1,5	4	3	1	2	6	59	4	2	1	3	0	0	0
16	2,5	4	1	2,5	1	2	6	60	2,5	1	2,5	4	1	2	6
17	3,5	3,5	2	1	1	2	6	61	1,5	1,5	3	4	1	2	6
18	1	3,5	2	3,5	1	2	6	62	1	2,5	4	2,5	1	2	6
19	4	2,5	2,5	1	1	2	6	63	4	2	1	3	0	0	0
20	4	2,5	1	2,5	1	2	6	64	2,5	4	2,5	1	1	2	6
21	3	3	3	1	1	3	24	65	3	3	1	3	1	3	24
22	2	3	1	4	0	0	0	66	3,5	2	1	3,5	1	2	6
23	1	2,5	4	2,5	1	2	6	67	3	1,5	1,5	4	1	2	6
24	3	3	1	3	1	3	24	68	3	3	1	3	1	3	24
25	1,5	3,5	1,5	3,5	2	4	12	69	3,5	2	1	3,5	1	2	6
26	2,5	2,5	4	1	1	2	6	70	1,5	3,5	1,5	3,5	2	4	12
27	1	3	3	3	1	3	24	71	1	3,5	3,5	2	1	2	6
28	4	2	3	1	0	0	0	72	1	3,5	3,5	2	1	2	6
29	1,5	1,5	3,5	3,5	2	4	12	73	4	3	1,5	1,5	1	2	6
30	4	2	3	1	0	0	0	74	4	2	2	2	1	3	24
31	4	2,5	2,5	1	1	2	6	75	3	1	3	3	1	3	24
32	3,5	1,5	3,5	1,5	2	4	12	76	4	2	3	1	0	0	0
33	1,5	3,5	1,5	3,5	2	4	12	77	4	2,5	1	2,5	1	2	6
34	3,5	1	3,5	2	1	2	6	78	3	1,5	4	1,5	1	2	6
35	4	2,5	1	2,5	1	2	6	79	1	4	2	3	0	0	0
36	3,5	1	3,5	2	1	2	6	80	1,5	3,5	1,5	3,5	2	4	12
37	2	2	2	4	1	3	24	81	2,5	4	2,5	1	1	2	6
38	3,5	3,5	2	1	1	2	6	82	4	3	1	2	0	0	0
39	4	2,5	1	2,5	1	2	6	83	4	3	1,5	1,5	1	2	6
40	3	1	2	4	0	0	0	84	3,5	1,5	3,5	1,5	2	4	12
41	1,5	1,5	4	3	1	2	6	85	2	2	4	2	1	3	24
42	3,5	2	1	3,5	1	2	6	86	2	4	1	3	0	0	0
43	4	1	2,5	2,5	1	2	6	87	2	4	2	2	1	3	24
44	1	3,5	2	3,5	1	2	6	88	3	1	2	4	0	0	0

## Додаток Р.5

Таблиця Р.5.1

## Дані про визначення компетентності експертів

№ з/п	Джерело аргументації						Коеф. аргум. К <sub>а</sub>	Коеф. знайм. К <sub>з</sub>	Коеф. комп. К <sub>к</sub>
	1	2	3	4	5	6			
1	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
2	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
4	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95
5	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
6	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
8	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
9	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
10	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
12	0,3	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,7	1	0,85
13	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
14	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
15	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
17	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
18	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
19	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
20	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
21	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
22	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
24	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
25	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
26	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
44	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	1	0,9
45	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
46	0,1	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
47	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
48	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
49	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
50	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
51	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
52	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
53	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
54	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
56	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
57	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,9	0,9
58	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8

## Продовження табл. Р.5.1

№ з/п	Джерело аргументації						Коеф. аргум. $K_a$	Коеф. знайм. $K_z$	Коеф. комп. $K_k$
	1	2	3	4	5	6			
59	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
60	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95
62	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
63	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
64	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
65	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
66	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
68	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
69	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	1	1
70	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
3	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
7	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
11	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,6	0,6
16	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,7	0,65
23	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
27	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
28	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
29	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
30	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	1	0,95
31	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
32	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
33	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,9	0,85
34	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
35	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,7	0,85
36	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
37	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,2	0,5
38	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
39	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,5	0,55
40	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
41	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
42	0,2	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,7	0,8
43	0,2	0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,6	0,3	0,45
55	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,6	0,7
61	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
67	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,7	0,75
71	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65
72	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
73	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8

№ з/п	Джерело аргументації						Коеф. аргум. $K_a$	Коеф. знайм. $K_z$	Коеф. комп. $K_k$
	1	2	3	4	5	6			
74	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9	0,95
75	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,8	0,9
76	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,8	0,8
77	0,3	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,9	0,8	0,85
78	0,2	0,4	0,05	0,05	0,05	0,05	0,8	0,5	0,65

## Додаток С

## Довідки про впровадження



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
 НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА  
 ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
**БЕРЕЗНІВСЬКИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ**  
 34600 Рівненська область, м. Березне вул. В.Чорновола, 23  
 тел. (03653) 5-60-82, факс (03653) 5-60-89, E-mail: forestry\_college@ukr.net

13.08.2016 № 228

Голові спеціалізованої вченої ради  
 К 23.053.024  
 у Кіровоградському державному  
 педагогічному університеті  
 імені Володимира Винниченка

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
**Юрченка Андрія Станіславовича**

“Взаємозв’язок навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I-II рівнів акредитації” в Березнівському лісотехнічному коледжі НУВГП.

Впродовж 2003-2015 років у Березнівському лісотехнічному коледжі НУВГП апробовані і впроваджені в навчальний процес розроблені Юрченком Андрієм Станіславовичем нова методика взаємного навчання фізики і спецдисциплін лісівничого спрямування з використанням міжпредметних зв’язків.

Запропонована методика впровадження та використання міжпредметних зв’язків при взаємному вивченні фізики та професійно-орієнтованих дисциплін одержала позитивні відгуки членів робочої групи по впровадженню експерименту в Березнівському лісотехнічному коледжі НУВГП. Підготовлені навчальний посібник “Фізика в живій природі”, інтелектуальна гра “Еврика”, задачі і лабораторні роботи з елементами спецдисциплін використовуються у навчальному процесі навчального закладу.

Впровадження запропонованої методики викликає активізацію пізнавальної діяльності студентів, охоплених експериментом, що виявляється в індивідуальній зацікавленості до обраної спеціальності та в готовності до отримання додаткових знань, котрі виходять за межі запропонованих програм курсів професійно-орієнтованих лісівничих дисциплін.

Викладачі лісотехнічних, лісівничих, мисливсько-біологічних дисциплін та студенти Березнівського лісотехнічного коледжу НУВГП вважають за доцільне використання у своїй педагогічній та навчальній діяльності інноваційних розробок викладача фізики Березнівського лісотехнічного коледжу НУВГП Юрченка Андрія Станіславовича.

ДИРЕКТОР КОЛЕДЖУ



М.В. ГОНЧАР



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**МАЛИНСЬКИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ**

11645, с. Гамарня, Малинський р-н, Житомирська обл., тел. (04133) 9-72-23, тел./факс 6-85-13,  
 E-mail: mltk2010@gmail.com, код ЄДРПОУ 00993930

Від 17 серпня 2015 року № 56/252 Голові спеціалізованої вченої  
 ради  
 К 23.053.024  
 у Кіровоградському державному  
 педагогічному університеті  
 імені Володимира Винниченка

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
 Юрченка Андрія Станіславовича

“Взаємозв’язок навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін  
 у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах  
 I-II рівнів акредитації” в Малинському лісотехнічному коледжі.

Впродовж 2003-2015 років у Малинському лісотехнічному коледжі  
 апробовані і впроваджені в навчальний процес розроблена викладачем  
 фізики Березнівського лісотехнічного коледжу НУВГП Юрченком Андрієм  
 Станіславовичем нова методика взаємного навчання фізики і  
 лісогосподарських дисциплін з використанням міжпредметних зв’язків.

Використання міжпредметних зв’язків при взаємному вивченні фізики  
 та професійно-орієнтованих дисциплін одержала позитивні відгуки членів  
 робочої групи по впровадженню експерименту в Малинському  
 лісотехнічному коледжі. Підготовлені розробки фізики з елементами  
 лісівничих дисциплін: навчальний посібник “Фізика в живій природі”, задачі  
 і лабораторні роботи з елементами спецдисциплін, інформаційно-  
 комунікативні технології на заняттях фізики і спецдисциплін  
 використовуються у навчальному процесі навчального закладу.

Впровадження запропонованої методики підкреслює роль фізики у  
 підготовці майбутнього фахівця лісового господарства, викликає навчальну  
 активність студентів охоплених експериментом, що виявляється в  
 індивідуальній зацікавленості до обраної спеціальності та в готовності до

отримання додаткових знань, котрі виходять за межі запропонованих програм курсів професійно-орієнтованих лісівничих дисциплін.

Викладачі дисциплін лісівничого напрямку та студенти Малинського лісотехнічного коледжу вважають за доцільне використання у своїй педагогічній та навчальній діяльності інноваційних розробок викладача фізики Березнівського лісотехнічного коледжу НУВГП Юрченка Андрія Станіславовича.

Директор коледжу



І.Д. Іванюк





**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КРЕМЕНЕЦЬКИЙ ЛІСОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ**

47013, вул. Молодіжна, с. Білокриниця  
 Кременецького району Тернопільської області  
 тел. (03546) 52-4-04 факс 52-3-70  
 kltk1892@gmail.com

Р/р № 35212001009788 ГУДКСУ в  
 Тернопільській області  
 МФО 838012

«28» жовтня 2015р. № 360

Голові спеціалізованої вченої ради  
 К 23.053.024  
 у Кіровоградському державному  
 педагогічному університеті  
 імені Володимира Винниченка

**ДОВІДКА**

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
 Юрченка Андрія Станіславовича

“Взаємозв’язок навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I-II рівнів акредитації” в Кременецькому лісотехнічному коледжі.

Впродовж 2003-2015 років у Кременецькому лісотехнічному коледжі була апробована і впроваджена в навчальний процес розроблена викладачем фізики Березнівського лісотехнічного коледжу НУВГП Юрченком Андрієм Станіславовичем нова методика взаємного навчання фізики і лісогосподарських дисциплін з використанням міжпредметних зв’язків.

Слід відзначити системний підхід, який використовувався при впровадженні запропонованої методики. Теоретичний матеріал з фізики, котрий містить елементи лісівничих дисциплін підкріплювався практичними завданнями: задачі, запитання, лабораторні роботи міжпредметного змісту. Було проведено інтегровані заняття, заняття з використанням інтерактивних методів навчання.

Впровадження запропонованої методики викликає навчальну активність студентів, які охоплені експериментом, підкреслює роль фізики у підготовці компетентнісного фахівця лісового господарства.

Викладачі Кременецького лісотехнічного коледжу схвально ставляться до методики взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін, вважають за доцільне використання у своїй педагогічній діяльності методичних розробок викладача фізики Березнівського лісотехнічного коледжу Національного університету імені Володимира Винниченка лісового господарства і природокористування Юрченка Андрія Станіславовича.



*с. Вел*

М.В. Ляховець

УКРАЇНА  
Міністерство освіти і науки  
України

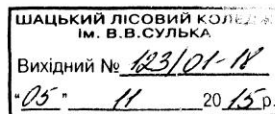
**ШАЦЬКИЙ ЛІСОВИЙ КОЛЕДЖ  
ІМ.В.В.СУЛЬКА**

44000, смт. Шацьк, вул. 50 років Перемоги, 20  
Волинська область  
р/р: 35224002008046  
МФО 803014 УДК м.Луцьк  
тел.: 8 (03355) 2-06-32, 2-04-32  
факс: 8 (03355) 2-05-31  
E-mail: shlt@sh.lt.ukrtel.net



UKRAINE  
Ministry of Education Science  
of Ukraine

**SHATSK FOREST COLLEGE  
NAMED AFTER V.V. SULKO**  
50 rokiv Peremogy, 20 Shatsk 44000  
Volyn Region, Ukraine  
Private Bank of Ukraine  
Ass: 35224002008046  
MFO: 803014 MSE in Lutsk  
tel: +38 03355 2-06-32, 2-04-32  
fax: +38 03355 2-05-31  
E-mail: shlt@sh.lt.ukrtel.net



**Голові спеціалізованої вченої ради  
К 23.053.024  
у Кіровоградському державному  
педагогічному університеті  
імені Володимира Винниченка**

### ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження  
Юрченка Андрія Станіславовича  
“Взаємозв’язок навчання фізики і професійно-орієнтованих дисциплін у  
підготовці майбутніх фахівців лісового господарства в навчальних закладах I-II  
рівнів акредитації» у Шацькому лісовому коледжі ім. В.В. Сулька.

У Шацькому лісовому коледжі ім. В.В. Сулька впродовж 2003-2015 років апробована і впроваджена в навчальний процес розроблена викладачем фізики Березнівського лісотехнічного коледжу НУВГП Юрченком Андрієм Станіславовичем методична система взаємопов’язаного навчання фізики і лісогосподарських спецдисциплін з використанням міжпредметних зв’язків.

Представлена для впровадження в навчальний процес даного навчального закладу методична система включає в себе систематизований у посібник теоретичний матеріал, практичні завдання (вправи, задачі), лабораторні роботи з елементами лісівничих дисциплін. Позитивним елементом взаємного навчання фізики і лісівничих дисциплін є використання на заняттях інформаційно-комунікативні технології, інтерактивних методів навчання.

Впровадження запропонованої методики відіграє вагому роль у компетентнісній підготовці майбутнього фахівця лісового господарства.

Викладачі дисциплін лісівничого профілю та студенти Шацького лісового коледжу ім. В.В. Сулька вважають за доцільне використання у своїй педагогічній та навчальній діяльності методичної системи для взаємного навчання фізики і спецдисциплін лісівничого спрямування, яка розроблена Юрченка Андрія Станіславовича.

Директор

І.В.Жмурко