

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

МЕТОДИКА ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ВИЩІЙ ШКОЛІ

Методичні рекомендації



Чернівці
Чернівецький національний університет
2022

УДК
ББК

Друкується за ухвалою методичної ради
Навчально-наукового Інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук
Чернівецького національного університету
імені Юрія Федьковича.

Методика викладання фізико-технічних дисциплін у вищій школі:
методичні рекомендації / укл.: В.А. Головацький. – Чернівці : Чернівецький нац.
ун-т, 2022. – 69с.

Викладено особливості методики лекційних, практичних та лабораторних
занять при вивченні фізико-технічних дисциплін у вищій школі.

Методика лекційних занять розбирається на основі лекцій всесвітньо відомих
лекторів-фізиків, серед яких великі популяризатори науки Річард Фейнман та
Уолтер Левін.

Розглядається методика оцінювання знань, умінь і навичок (приймання іспитів
і заліків). Значна увага приділяється методичним основам організації тестового
контролю знань здобувачів вищої освіти. Описано використання різних методів
комп'ютерного моделювання при викладанні фізико-технічних дисциплін у
вищій школі.

Для студентів та аспірантів фізико-математичних спеціальностей.

© Чернівецький національний університет, 2022

Зміст

1. Система вищої освіти України. Принципи організації навчального процесу ЗВО. Закон про вищу освіту	4
2. Методика викладання лекцій з фізики	9
3. Методика підготовки та проведення практичного заняття	19
4. Методика підготовки та проведення лабораторного заняття.....	30
5. Самостійна навчально-пізнавальна діяльність студентів	36
6. Факультативи, спецкурси і спецсемінари	41
7. Використання комп'ютерного моделювання при викладанні фізико-технічних дисциплін у вищій школі	45
8. Методика залучення студентів до наукових досліджень.....	57
9. Контроль навчальних досягнень студентів	59
Список літератури	65
Додатки	67

1. Система вищої освіти України. Принципи організації навчального процесу ЗВО. Закон про вищу освіту

Освіта в Україні має структуру європейського типу і включає дошкільну, загальну середню, позашкільну, професійно-технічну, вищу освіту (першого бакалаврського та другого магістерського рівнів). Після отримання диплома про вищу освіту в структурі освіти в Україні входить післядипломна освіта, а також два наукових рівні освіти: аспірантура та докторантура.

Встановлені такі освітні рівні: початкова загальна, базова загальна середня, повна загальна середня, професійно-технічна, неповна вища, базова вища (бакалаврат), повна вища освіта (магістратура).

Відповідно до Закону України “Про освіту” громадяни України мають право на отримання освіти за різними формами: очною (денною, вечірньою), заочною (дистанційною). Форми навчання можуть поєднуватись.

З розвитком інформаційних технологій успішно розвивається й вдосконалюється дистанційна освіта, зокрема в заочно-дистанційному форматі.

Структура вищої освіти України побудована відповідно до структури освіти розвинених країн світу, яка визначена ЮНЕСКО, ООН та іншими міжнародними організаціями.

Підготовка здобувачів вищої освіти здійснюється за відповідними освітніми, освітньо-науковими чи науковими програмами на різних рівнях вищої освіти:

- початковий рівень (короткий цикл)
- перший рівень (бакалаврський)
- другий рівень (магістерський)
- третій рівень (освітньо-науковий)
- науковий рівень

Опис кваліфікаційних рівнів регулюються Національною рамкою кваліфікацій, яка вказує перелік знань, умінь/навичок, рівнів комунікації, відповідальності та автономії для кожного кваліфікаційного рівня.

Відповідно до частини другої статті 5 Закону України «Про вищу освіту» в Україні присуджуються такі ступені вищої освіти:

- молодший бакалавр;
- бакалавр;
- магістр;
- доктор філософії/мистецтва;
- доктор наук.

Документ про вищу освіту (науковий ступінь) видається особі, яка успішно виконала відповідну освітню (наукову) програму та пройшла атестацію.

1. *Молодший бакалавр* – освітньо-професійний ступінь вищої освіти (початковий рівень) присуджується закладом вищої освіти після успішного виконання здобувачем вищої освіти освітньо-професійної програми обсягом 120-150 кредитів ЄКТС. Особа має право здобувати ступінь молодшого бакалавра за умови наявності в неї повної загальної середньої освіти.

2. *Бакалавр* – освітній ступінь вищої освіти (перший рівень) присуджується закладом вищої освіти після успішного виконання здобувачем освітньо-професійної програми обсягом 180-240 кредитів ЄКТС. Особа має право здобувати ступінь бакалавра за наявності в неї повної загальної середньої освіти.

3. *Магістр* – освітній ступінь вищої освіти (другий рівень) присуджується закладом вищої освіти (науковою установою) після успішного виконання здобувачем відповідної освітньої програми. Ступінь магістра здобувається за освітньо-професійною або за освітньо-науковою програмою. Обсяг освітньо-професійної програми (ОПП) підготовки магістра становить 90-120 кредитів ЄКТС, обсяг освітньо-наукової програми (ОНП) – 120 кредитів ЄКТС. Освітньо-наукова програма магістра обов'язково включає дослідницьку (наукову) компоненту обсягом не менше 30 відсотків. Особа має право здобувати ступінь магістра за умови наявності в неї ступеня бакалавра.

4. *Доктор філософії* – освітній і одночасно перший науковий ступінь вищої освіти (третій рівень) здобувається на основі ступеня магістра. Ступінь доктора філософії присуджується спеціалізованою вченою радою закладу вищої освіти або наукової установи після

успішного виконання здобувачем вищої освіти відповідної освітньо-наукової програми та публічного захисту дисертації. Нормативний строк підготовки доктора філософії в аспірантурі становить чотири роки. Обсяг освітньої складової освітньо-наукової програми підготовки аспірантів становить 30-60 кредитів ЄКТС.

5. Доктор наук — другий науковий ступінь, що здобувається особою на науковому рівні вищої освіти на основі ступеня доктора філософії. Ступінь доктора наук присуджується спеціалізованою вченою радою закладу вищої освіти чи наукової установи за результатами публічного захисту наукових досягнень у вигляді дисертації або опублікованої монографії, або за сукупністю статей, опублікованих у рецензованих фахових виданнях.

Заклади вищої освіти розробляють освітні програми окремо для кожної спеціальності та рівня вищої освіти на які отримано ліцензії. Для видачі диплома про вищу освіту державного зразка освітня програма повинна бути акредитованою.

Освітня (освітньо-професійна, освітньо-наукова) програма – система освітніх компонентів на відповідному рівні вищої освіти в межах певної спеціальності. Вона містить вимоги до рівня освіти осіб, які можуть розпочати навчання за цією програмою, перелік і логічну послідовність вивчення навчальних дисциплін, кількість кредитів ЄКТС, необхідних для виконання освітньої програми, а також очікувані компетентності (загальні – ЗК, фахові - ФК) та програмні результати навчання (ПРН), якими повинен оволодіти здобувач відповідного ступеня вищої освіти. Перелік навчальних дисципліни в ОП поділяють на блоки: обов'язкові та вибіркові. Причому усі передбачені ПРН повинні забезпечуватись обов'язковими освітніми компонентами. Процедура вибору дисциплін з варіативного списку повинна бути описана в ОП. Або в пояснювальній записці до ОП.

Ліцензування – процедура визнання спроможності закладу вищої освіти чи наукової установи провадити освітню діяльність за певною спеціальністю та рівні вищої освіти.

Акредитація освітньої програми - це оцінювання освітньої програми на предмет її відповідності стандарту освіти, а також

спроможності закладу освіти забезпечити досягнення здобувачами освіти передбачених в освітній програмі ЗК, ФК та ПРН.

Стандарт вищої освіти – це сукупність вимог до змісту та результатів освітньої діяльності ЗВО і наукових установ за кожним рівнем вищої освіти в межах певної спеціальності. Стандарти вищої освіти розробляються відповідно до Національної рамки кваліфікацій (НРК), вони є спільними для всіх освітніх програм у межах спеціальності та певного рівня вищої освіти.

Стандарт вищої освіти визначає наступні вимоги до освітньої програми:

- обсяг кредитів ЄКТС, необхідний для здобуття відповідного ступеня;
- вимоги до рівня освіти осіб для навчання за цією програмою, та результатів їх навчання
- перелік обов'язкових компетентностей випускника;
- нормативний зміст підготовки здобувачів вищої освіти (у термінах результатів навчання);
- форми атестації здобувачів вищої освіти;
- вимоги до системи внутрішнього забезпечення якості вищої освіти;
- вимоги професійних стандартів (при їх наявності).

ЗВО для кожної освітньої програми розробляє *навчальний план*, який визначає перелік та обсяг навчальних дисциплін у кредитах ЄКТС, послідовність вивчення дисциплін, форми проведення навчальних занять (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та їх обсяг, кількість годин аудиторних та для самостійної роботи, графік навчального процесу, форми поточного і підсумкового контролю. На основі навчального плану у визначеному ЗВО порядку розробляються та затверджуються індивідуальні навчальні плани здобувачів вищої освіти, що мають містити, у тому числі, обрані ним навчальні дисципліни.

Стандарти вищої освіти за кожною спеціальністю розробляє центральний орган виконавчої влади у сфері освіти і науки з урахуванням пропозицій галузевих державних органів, до сфери управління яких належать заклади вищої освіти, і галузевих об'єднань

організацій роботодавців та затверджує їх за погодженням з Національним агентством із забезпечення якості вищої освіти

Система забезпечення якості вищої освіти в Україні складається із:

1) системи забезпечення закладами вищої освіти якості освітньої діяльності та якості вищої освіти (система внутрішнього забезпечення якості);

2) системи зовнішнього забезпечення якості освітньої діяльності закладів вищої освіти та якості вищої освіти.

2. Методика викладання лекцій з фізики

Важливою задачею сучасної вищої школи України є всебічне вдосконалення навчального процесу на основі впровадження передових освітніх технологій, норм і стандартів. Але, традиційною, основною та найдавнішою формою організації навчального процесу залишається лекція. *Лекція* – це основний вид навчальних занять, призначених для викладення теоретичного матеріалу. Лекції проводяться лекторами – професорами і доцентами, а також провідними науковими працівниками та фахівцями, запрошеними для читання лекцій. Тематика лекцій визначається робочою програмою навчальної дисципліни.

У процесі навчання фізики у ЗВО лекція дозволяє дуже економно, з мінімальними затратами часу надати великий обсяг теоретичних знань з фізичних дисциплін.

Велика популярність лекції обумовлена тим, що вона є найоптимальнішою формою передачі інформації від викладача до студента. Лекція є активною формою навчання, оскільки вона передбачає напружене опрацювання значної інформації, виділення і конспектування основних положень, аналіз дослідів і формул. Залучення студентів до такої роботи – це вже справа самого викладача і залежить від його майстерності як лектора.

Лекція має бути формою навчання, у якій студент є активним учасником навчального процесу, критично сприймає інформацію, не обмежуючись механічним конспектуванням її змісту. На лекції студенти повинні сприймати і творчо опрацьовувати великий масив інформації, виділяти і конспектувати основні положення лекції. Тут у студентів виховується така важлива якість майбутніх фахівців, як уміння слухати, що означає вміння виділяти істотне, критично оцінювати почуте, зв'язувати його з власним досвідом, висловлювати вмотивовані міркування, ставити запитання.

Ефективність лекції як форми і методу навчання у ЗВО підтверджується і тим, що вона знаходить місце і в інформаційно-комунікаційних технологіях навчання.

Вивчення досвіду талановитих лекторів показало, що велика ефективність лекції може бути досягнута при дотриманні певних умов.

За психолого-педагогічним впливом на студента лекція суттєво доповнює книгу. Завдяки створенню мотивації, розгляду проблемних ситуацій, чіткій логіці викладу, емоціям викладача, студенти успішно засвоюють матеріал, який при самостійному розгляді викликає значні труднощі. У ході лекції встановлюються зворотні зв'язки між викладачем і студентами. Це дозволяє враховувати різний рівень розвитку студентів і відповідно різний рівень сприймання. Викладач має можливість використовувати спеціальні прийоми для активізації мислення студентів, виявляти незрозумілі для студентів місця в лекції і надавати їм допомогу. Викладачу потрібно проявляти гнучкість під час проведення лекції, бути готовим до того, що потрібно знайти інші пояснення, приклади, затратити час на відповіді на питання.

Цілеспрямованість лекції. Викладач повинен чітко усвідомлювати, чому і для чого він хоче навчити студентів, дати це усвідомити студентами. Оскільки на студентів найбільше впливає особистий приклад викладача, то викладач повинен постійно працювати над самовдосконаленням.

Педагогічна майстерність. Викладач повинен знати і уміти застосовувати на практиці основні прийоми ораторського мистецтва, володіти голосом, вміти привернути і утримати увагу аудиторії, вміти розрахувати обсяг матеріалу для лекції, вміти вдало поставленими питаннями пробудити мислення студентів. Особистість викладача: викладач не повинен бути озвученим підручником, а привертати увагу студентів як яскрава особистість, мати приємну зовнішність, вміти зі смаком одягатись, підтримати розмову на сторонні теми (не на шкоду викладанню предмету), мати свої захоплення. Лекція повинна викладатися пристрасно, з великим емоційним піднесенням. Психологи давно зробили висновок, що людину краще переконує не логічна аргументація, а переконаність лектора у справедливості власних слів.

Науковість лекції. Зміст лекції повинен відображати сучасний стан фізики і тенденції її розвитку. Потрібно завжди знайомити студентів з історичними прикладами.

Розвиток мислення студентів. Лекція як форма організації навчального процесу поступово змінює свої основні риси. Традиційно

вважається, що студент на лекції повинен вести конспект, відображаючи в ньому основний зміст лекції, оригінальні підходи лектора до проблеми, свої міркування, які з'явилися при сприйманні матеріалу лекції. Світова практика навчальної роботи зі студентами показала, що необхідність запису лекції суттєво впливає на якість її засвоєння. Замість того, щоб творчо осмислювати зміст лекції, студент механічно записує її зміст, переносячи таким чином основну роботу на час після лекції. Тому в багатьох зарубіжних вищих навчальних закладах, студент отримує готові тексти лекцій і користується ними на занятті. Вивільнений від конспектування час і увагу студент витрачає на осмислення навчального матеріалу.

При підготовці лекції з фізичних дисциплін потрібно забезпечити виконання таких вимог:

1. Тема лекції повинна визначатися згідно програми і охоплювати основні положення курсу. Другорядні питання виносяться на самостійне опрацювання. Тема лекції має бути вмотивована. Якщо з даної теми вже були лекції, то студентам коротко нагадується їх зміст. Перед початком лекції варто перевірити засвоєння студентами матеріалу попередніх тем.

2. Лекція будується за планом, що визначає об'єм матеріалу і послідовність його викладання.

3. При викладі матеріалу має поєднуватись логічний і історичний підхід. Логічний виклад матеріалу дозволяє раціонально, систематично і послідовно дати студентам знання. Однак, специфіка методики навчання фізики така, що без історичної картини її розвитку знання студентів будуть неповними. Не знаючи, як протягом років мінялись підходи до розуміння тих чи інших фізичних явищ, студенти не зможуть зрозуміти всю складність наукового пізнання.

4. Студентів необхідно захопити процесом розумової діяльності, активізувати їх розумову діяльність. Тому не можна задиктовувати матеріал, студенти повинні самі відбирати найважливіше у тексті лекції. Окрім пояснювально-ілюстративного викладу (що дозволяє економити час) потрібно застосовувати проблемний виклад матеріалу (що сприяє розвитку мислення студентів).

5. Для підтримання уваги студентів, яка спонтанно послаблюється через 15–20 хвилин роботи, необхідно чергувати виклад матеріалу з розумовою розрядкою. Для розрядки студентів може служити фізичний експеримент, досліди, історичні відомості, аналіз типових помилок студентів і учнів у школі, нові тенденції у фізики та техніці.

6. Лекція повинна не лише давати студентам знання, а й спонукати студентів до самоосвіти. Тому в процесі підготовки до лекції викладач передбачає завдання для самостійної роботи студентів.

7. Ретельна підготовка до кожної лекції. Обов'язковою є наявність конспекту, де викладач фіксує план викладу, літературні джерела, визначає мету, передбачає форму викладу (власне лекція, елементи бесіди чи дискусії), передбачає проблемні ситуації, питання до студентів, цікавий матеріал для підтримання уваги, завдання студентам на самостійне опрацювання. Наявність комплексу свідчить про ретельну підготовку лекції. Лектор не читає лекцію з конспекту, а звертається до нього при потребі. Ретельна підготовка викладача до лекції сприяє формуванню педагогічної культури студентів.

8. Викладач, працюючи зі студентами на лекції, повинен пам'ятати, що він є приклад для наслідування для студентів, які будуть переносити його стиль роботи у свою практику роботи.

Лекція повинна забезпечувати:

- науковий виклад великого об'єму систематизованої і концентрованої сучасної інформації, яка методично грамотно опрацьована лектором для кращого сприйняття слухачами;
- доказовість і аргументованість суджень з достатньою кількістю прикладів, фактів та аргументів, які підтверджують основні тези лекції;
- ясність, логічність і лаконічність викладу інформації;
- активізацію навчально-пізнавальної діяльності слухачів різними методичними засобами;
- чітке окреслення навчального матеріалу для самостійного опрацювання з посиланням на джерела інформації;
- аналіз різних точок зору з теми лекції;

- надання студентам можливості слухати, осмислювати і занотовувати важливі елементи лекції: означення, формули, їх виведення;
- встановлення контакту з аудиторією та забезпечення ефективного зворотного зв'язку;
- використання різноманітних засобів наочності, яка сприяє досягненню цілі лекції;
- педагогічну завершеність (повне висвітлення певної наукової проблеми чи теми з логічними висновками).

Дидактична цінність лекції полягає в тому, що слухач може засвоїти більший об'єм інформації ніж за той самий час самостійної роботи. У випадку лекцій, зміст яких опублікований і доступний слухачам, викладач може доповнювати матеріал новітніми науковими досягненнями та глибше занурити слухачів у наукову проблему. Під час лекції досвідчений викладач може формувати у слухачів уміння критично оцінювати отриману інформацію. Лекція слугує своєрідним дороговказом для слухачів у неосяжному морі інформації. Вона незамінна, коли існує дефіцит літератури. Однак лекція має і певні недоліки:

- привчає слухачів до пасивного сприймання інформації та її механічного запису,
- гальмує бажання самостійно опрацьовувати інші джерела окрім конспекту лекції.

Дослідження показують, що після лекції з усього матеріалу студенти можуть відтворити лише 10-15%. Крім цього, у випадку великої кількості студентів (більше 50 осіб) викладач позбавлений можливості ефективного управління активною розумовою діяльністю слухачів. Найбільш типовими причинами відсутності бажання у слухачів активно працювати на лекції є наступні:

- невідповідність рівня складності матеріалу рівню підготовленості слухачів для його сприйняття;
- надмірна теоретизація матеріалу, або навпаки його спрощення, «розжовування» до примітивізму;

- відсутність у слухачів мотивації до вивчення конкретного предмету через відсутність розуміння його ролі в майбутній професії;
- відсутність зв'язку між теоретичним матеріалом і його практичною значущістю;
- недостатня педагогічна і методична підготовка викладача, його невміння цікаво та доступно викладати навчальний матеріал.

За даними американських фахівців підготовка до інтенсивної одногодинної лекції потребує від викладача щонайменше 30-40 годин підготовки. Це підтверджують слова відомого лектора та популяризатора фізики, професора Массачусетського технологічного інституту Уолтера Левіна. Він розповів свою технологію підготовки до лекції, за якою він не менше 5 разів проводить пробні лекції в порожній аудиторії, занотовуючи весь хронометраж. Іншими словами, «високий енергетичний імпульс» лекції повинен забезпечуватися потужною і довготривалою «акумуляцією» інформаційної енергії. Отже, важливим показником лекції має бути її змістовність, інформативність, сукупність нових знань з теми та результативність, тобто відсоток засвоєного слухачами матеріалу. Досвідчені викладачі досягають оптимального рівня інформативності завдяки обмеженню надмірності інформації та надмірності мовлення. Тобто одну і ту ж інформацію можна передати різною кількістю слів. Молоді викладачі можуть самостійно проаналізувати рівень надмірності свого мовлення. Для цього слід записати фрагмент своєї лекції так, як вона була подана студентам, і проаналізувати скільки слів можна скоротити, не зруйнувавши змісту висловленого.

Дослідження показують, що середньостатистичний слухач зазвичай може запам'ятати і відтворити не більше 5-9 одиниць інформації. Тому на лекції доцільно аналізувати не більше 5 основних питань. Що ж стосується кількості рис аналізованих явищ, то тут слід обмежуватися максимальним числом - 9, що, як вказують психологи, є межею короткотермінового запам'ятовування. Однією з важливих рис майстерності лектора слід вважати уміння викладача використовувати в лекції оптимальну кількість змістових, відомих раніше і нових

відомостей. Отже, лекційний матеріал повинен старанно відбиратися та готуватися для подання у найбільш зручному вигляді для сприйняття. На лекціях обговорюється тільки найбільш важливий у змістовому і структурному значенні навчальний матеріал з даної теми. Слухачі повинні усвідомлювати, яку конкретно інформацію вони повинні засвоїти на лекції, а яку в процесі практичних занять та в процесі самостійної роботи. Тому на самому початку викладання курсу бажана вступна лекція, яка у стислій формі могла б надати інформацію про структуру усієї навчальної дисципліни, її взаємозв'язки з іншими дисциплінами та її значення у фаховій підготовці спеціаліста. Зміст і деталізація навчальної інформації, що викладається на лекції визначається тим, який курс і яка форма навчання (денна чи заочна) слухачів.

Для студентів-заочників слід використовувати настановчі лекції, де окрім розкриття предмету і завдання навчальної дисципліни, необхідно зробити огляд наявних джерел інформації, сформулювати методичні поради щодо організації самостійної роботи, окреслити терміни та зміст контрольних заходів.

Оглядову лекцію часто читають перед державними іспитами, виробничою практикою, перед виконанням курсових чи дипломних робіт. Головне завдання такої лекції полягає у забезпеченні взаємозв'язку і наступності між вивченими темами, дисциплінами та між теоретичними заняттями і практичними вміннями. Мета оглядової лекції - узагальнення і систематизація знань.

Традиційним типом лекцій у закладах вищої освіти є тематичні лекції. Головне призначення тематичної лекції полягає в розкритті певної теми навчальної дисципліни, пояснення здобувачам вищої освіти інформації, що має бути ними осмислена, засвоєна і використана на практичних заняттях, а в далекій перспективі - у майбутній фаховій діяльності. За способом викладу навчального матеріалу можна виокремити такі види лекцій:

- проблемні лекції;
- лекції - консультації;
- лекції - візуалізації;
- лекції - бесіди;

- лекції - дискусії;
- бінарні лекції;
- лекції з аналізом конкретних ситуацій;
- лекції із заздальгідь запланованими помилками;
- лекції - конференції;
- лекції - прес-конференції.

При плануванні лекції необхідно:

- чітко визначити місце лекції в структурі навчального курсу, її тему та завдання з урахуванням особливостей аудиторії;
- скласти план лекції згідно навчальної програми ;
- детально опрацювати джерела інформації за темою лекції (варто зібрати більше матеріалу, ніж можете використати і вибрати найголовнішу інформацію, систематизувати її);
- продумати вступ до лекції (цікава задача, запитання, історичний факт тощо);
- скласти конспект (тези чи розгорнутий план лекції); - підкреслити в конспекті основне, що обов'язково слід повідомити слухачам;
- продумати висновки, які міститимуть максимально короткий зміст основних тез лекції;
- перевірити за словником зміст нових слів, визначити наголоси та правопис;
- сформулювати поради для самостійної роботи над темою і матеріалами лекції;
- перевірити час виступу і проаналізувати, яку інформацію можна буде додати, якщо залишатиметься час.

При проведенні лекції необхідно:

- установити візуальний і емоційний контакт з аудиторією;
- дати зрозуміти, що матеріал цікавий, необхідний для професійної діяльності і зрозумілий для слухачів;
- звертатися до студентів, бути приятним, говорити «ми», а не «ви»;
- зацікавлювати аудиторію. Розвивати у студентів звичку зосереджено працювати, зберігати високий рівень уваги.

- слідувати за темпом мовлення (оптимальним темпом є 60-80 слів за хвилину);
- надавати можливості студентам обдумати і записати основні тези;
- ілюструвати сказане;
- вживати терміни, звичні для аудиторії
- висловлювати своє ставлення до сказаного;
- незрозумілі чи вперше вживані терміни пояснювати та записувати на дошці;
- не читати, а розповідати;
- бути натхненим і надихати аудиторію на успішну роботу;
- говорити впевнено, стежити за культурою мовлення;
- стежити за аудиторією, жестами, мімікою і візуальними сигналами слухачів та реагувати на них;

Одним з способів навчання методиці викладання фізико-технічних дисциплін є відвідування лекцій відомих яскравих лекторів. В мережі Інтернет викладено сотні лекцій всесвітньо відомих фізиків, які перекладені на десятки мов. Наприклад, лекції професора Масачусетського технологічного інституту Уолтера Левіна або лекції Річарда Фейнмана, які видані великими тиражами різними мовами, а також представлені у вигляді відеоклекцій в Ютуб каналі. Список лекцій, які необхідно опрацювати для обговорення на семінарських заняттях:

Лекції Уолтера Левіна.

Лекція 1. “Коливання математичного маятника. Розсіювання Релея.”

https://cutt.ly/Lewin_L1

Лекція 2. “Теорія веселки”. https://cutt.ly/Lewin_L2

Лекція 3. “Теорія роботи серця. Північне сяйво. Магнітна левітація”.

https://cutt.ly/Lewin_L3

Лекція 4. Електростатика, високовольтний розряд, блискавка.

<https://cutt.ly/Lewin-L4>

Лекція 5. Електричні заряди та сили. Закон Кулона. Поляризація.

https://cutt.ly/Lewin_L5

Лекція 6. Хвилі. Поширення хвиль. Музичні інструменти.

https://cutt.ly/Lewin_L6

Лекція 7. Вимірювання простору та часу (rus).

https://cutt.ly/Lewin_L7

Лекція 8. Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту (rus)

https://cutt.ly/Lewin_L8

Лекція 9. Ефект Доплера. Бінарні зірки. Нейтронні зірки. Чорні дірки.

https://cutt.ly/Lewin_L9

Лекція 10. Магнітні матеріали. Діамагнетики. Парамагнетики. Феромагнетики. https://cutt.ly/Lewin_L10

Лекція 11. Вага та невагомість (rus). https://cutt.ly/Lewin_L11

Лекція 12. Закони Ньютона (rus). https://cutt.ly/Lewin_L12

Лекція 13. Одновимірна кінематика, швидкість, прискорення (rus).

https://cutt.ly/Lewin_L13

Лекція 14. Закон Гука і гармонічні коливання (rus).

https://cutt.ly/Lewin_L14

Лекції Річарда Фейнмана.

Серії Фейнмана. Чи зможуть машини думати?

<https://cutt.ly/Feynman-S1>

Серії Фейнмана. Ключ до науки. <https://cutt.ly/Feynman-S2>

Серії Фейнмана. Цікавість. <https://cutt.ly/Feynman-S3>

Серії Фейнмана. Думай як марсіанин. <https://cutt.ly/Feynman-S4>

Серії Фейнмана. Магніти. <https://cutt.ly/Feynman-S5>

Фейнман про освіту. <https://cutt.ly/Feynman-Education>

Лекція. “Характер фізичного закону. Приклад фізичного закону – закон всесвітнього тяжіння” <https://cutt.ly/Feynman-L1>

Рекомендується звернути увагу на наступні елементи:

1. Зовнішній вигляд лектора.
2. Стил мови, чіткість формулювань.
3. Використання дошки. Чіткість записів на дошці.
4. Якість схем та малюнків.
5. Штрихові лінії від Уолтера Левіна [8].
6. Хронологія лекції.
7. Зв'язок з аудиторією.
8. Кількість жартів.
9. Лекційні демонстрації.

3. Методика підготовки та проведення практичного заняття

Практичне заняття – форма навчального заняття, під час якої викладач організовує для студентів аналіз окремих теоретичних положень навчальної дисципліни, що викладались на лекціях та формує навички і вміння їх практичного застосування, через виконання індивідуальних завдань, розв’язування задач, виконання віртуальних експериментів.

Практичні заняття розвивають наукове мислення та мову слухачів, переводять слухачів на вищі рівні навчальних досягнень, дозволяють перевірити їх знання і є важливим засобом забезпечення неперервності цілісного практико-орієнтованого навчання фізико-технічним дисциплінам.

Цю форму занять проводять в аудиторіях, обладнаних необхідними технічними засобами навчання (проектор, комп’ютер).

Науково-педагогічний працівник, який проводить практичні заняття, за погодженням із лектором навчальної дисципліни завчасно готує необхідний методичний матеріал – тести для виявлення рівня оволодіння відповідними теоретичними положеннями, а також набір задач різного ступеня складності.

Практичне заняття як форма організації освітнього процесу носить навчальний характер, спрямоване на формування певних практичних умінь і навичок, є сполучною ланкою між самостійним теоретичним освоєнням учнем наукової дисципліни і застосуванням її положень на практиці. На практичному занятті учні опановують методикою наукового дослідження, у них формуються відповідні навички. Зазвичай робота будується в парах або індивідуально по інструкції або алгоритму, запропонованого педагогом. Цінність практичних занять полягає в тому, що при їх проведенні здійснюється оперативний зворотний зв'язок і вносяться необхідні корективи.

Головне завдання практичних занять – закріплення теоретичних знань та переведення їх у довготривалу пам'ять, формування навичок і умінь з відповідної навчальної дисципліни, оволодіння апаратом наукових досліджень.

Основні завдання практичних занять:

- поглиблення та систематизація знань, отриманих на лекціях і в процесі самостійної роботи;
- отримання навиків використання теоретичних знань при розв'язанні практичних задач;
- формування інтелектуальних навичок і вмінь планування, аналізу й узагальнень;
- оволодіння початковими навичками керівництва.

Орієнтовна структура практичного заняття: попередній контроль знань, навичок і вмінь студентів; формулювання загальної проблеми чи задачі та її обговорення за участю студентів; пошук шляхів вирішення проблеми, методів розв'язування задач та їх обговорення; розв'язування контрольних завдань, їх перевірка й оцінювання. Оцінки за окремі практичні заняття враховуються при виставленні підсумкової оцінки з відповідної навчальної дисципліни.

Кількість годин, що виділяються на практичні заняття, визначаються навчальним планом. Перелік тем практичних занять міститься в робочій навчальній програмі дисципліни.

Методика практичних занять може бути різною залежно від досвіду викладача та теми, що вивчається. Важливо, щоб ця методика активізувала навчально-пізнавальну діяльність студентів, сприяла формуванню практичних навичок і умінь, поглибленню знань з курсу.

Проведення практичного заняття ґрунтується на попередньо підготовленому методичному матеріалі - тестах для виявлення ступеня оволодіння студентами теоретичними положеннями, завданнях різної складності для розв'язування їх студентами на занятті та необхідних дидактичних засобів. Підготовка до практичних занять здійснюється за рахунок часу, відведеного на самостійну роботу студента.

Методика проведення практичного заняття.

Єдиної методики проведення практичних занять не існує, кожен навчальний заклад та викладач використовує власні розробки. Однак основних положень дотримуються всі. Проводять практичне заняття переважно у такій послідовності: вступне слово викладача, пояснення незрозумілих студентам теоретичних питань, практична частина, завершальне слово викладача.

Для кожного заняття надзвичайно важливою є вступна частина. Вона налаштовує аудиторію до творчої роботи, тому вступна частина має бути динамічною і сприяти сприйняттю нової теми. На початку заняття рекомендується оголосити завдання на наступне заняття, оскільки на початку заняття студенти уважніші й сконцентрованіші. Викладач оголошує студентам мету і завдання заняття, визначає форми роботи, час на проведення окремих етапів заняття, тобто надає заняттю конструктивно прагматичного характеру, зацікавлює аудиторію.

Часто практичні заняття починають з короткого узагальнення найголовніших теоретичних положень, які будуть використовуватись на занятті. Найчастіше це робить викладач, оскільки студенту визначити найважливіше і точно сформулювати науково-теоретичні положення не завжди вдається.

Після узагальнення викладач відповідає на запитання, які виникли в студентів у процесі підготовки до заняття. Тривалість вступної частини залежить від складності теми та об'єму теоретичного матеріалу, необхідного для роботи на практичному занятті.

Після висвітлення теорії переходять до власне практичного заняття. Практичні заняття мають бути різноманітними, починатися з простішого і закінчуватись складнішими завданнями. Це викликатиме у студентів позитивні емоції від власного успіху в навчанні і сприятиме кращому засвоєнню складних тем.

Враховуючи, що на підведення підсумків заняття потрібно 3-5 хвилин, викладач повинен заздалегідь спланувати час на розгляд кожної задачі чи вправи. Дотримання спланованого регламенту дисциплінує студентів і привчає їх до економії часу. Відсутність регламенту руйнує схему заняття та призводить до втрати взаємозв'язків між елементами заняття.

Важливе значення в процесі практичних робіт мають індивідуальний підхід і продуктивне педагогічне спілкування. Кожний студент повинен отримати можливість розкрити і виявити свої здібності та потенціал. Тому при розробленні завдань практичного заняття слід враховувати рівень підготовки кожного студента, виступаючи в ролі консультанта. На занятті викладач не пригнічує самостійність та ініціативу студентів.

На практичних заняттях студенти повинні намагатися працювати максимально самостійно. Звичайно, при виникненні суттєвих труднощів вони можуть консультиватися у викладача.

Оцінки, отримані за окремі практичні заняття, викладач враховує у підсумковій оцінці з навчальної дисципліни. Оцінювання роботи студентів на практичних заняттях сприяє контролю та активізації навчально-пізнавальної діяльності.

Кожне практичне заняття доцільно закінчувати коротким висновком і рекомендаціями для подальшої роботи. Це сприятиме створенню перспективи в роботі студентів.

Під час проведення практичних занять використовують активні методи навчання: дискусії, аналіз конкретних ситуацій, ділові ігри, ігрове проектування, тощо.

Ефективність практичного заняття значною мірою залежить від умінь викладача впровадити елементи змагальності між студентами, здійснити диференційований підхід при підборі груп для спільної діяльності.

На практичних заняттях бажано відмовитися від практики, коли заняття мають колективний характер: один студент виконує завдання на дошці з допомогою викладача, а інші працюють на своїх робочих місцях. Необхідно йти більш ефективним шляхом: ознайомити студентів з методами самостійної діяльності, допомогти їм усвідомити алгоритм дій та організувати самостійну роботу кожного студента.

Практичні заняття значною мірою забезпечують відпрацювання навичок та вмінь прийняття практичних рішень у реальних умовах професійної діяльності, що мають у своїй основі теоретичний характер.

Основними функціями практичних занять є:

- поглиблення та уточнення знань, здобутих на лекціях і в процесі самостійної роботи;
- формування інтелектуальних навичок і вмінь планування, аналізу і узагальнення;
- оволодіння науковим апаратом роботи з навчальною літературою.

На молодших курсах практичні заняття мають систематичний характер, продовжуючи розпочату на лекціях роботу, оскільки на лекції, можливо лише в загальних рисах показати підхід до розв'язання типових задач. Повне розкриття науково–теоретичних принципів здійснюється на практичних заняттях.

Правильно сплановані практичні заняття мають важливе виховне і освітнє значення. Якщо викладач чітко дотримується наукових принципів, володіє широким науковим світоглядом, здатний зацікавити студентів, то саме на практичних заняттях і відбувається процес формування фахівців.

Практичне заняття спрямоване передусім на поглиблення та розширення знань, здобутих на лекціях, або з першоджерел чи різних видів посібників. Робочий план практичного заняття – це частина робочого плану курсу, що складається спільно викладачами лекційного курсу і практичних занять. Методика практичних занять може бути різною, залежно від наукового досвіду викладача. Важливо, щоб вона активізувала навчально–пізнавальну діяльність студентів, сприяла формуванню навичок і умінь, поглибленню знань з курсу.

Оцінки, отриманні за окремі практичні заняття, викладач враховує при виставленні підсумкової оцінки з фізики. Оцінювання роботи студентів сприяє контролю і активізації їх навчально–пізнавальної діяльності. Кожне заняття доцільно закінчувати короткими висновками та рекомендаціями викладача щодо подальшої роботи. Ефективність практичного заняття з фізики значною мірою залежить від вміння викладача володіти увагою студентів та здійснювати комплексний підхід при підборі груп для спільної діяльності на практичних заняттях.

Необхідність удосконалення фізичної освіти в вузах обумовлюється розвитком фізики як науки. Взагалі-то, фізика є не тільки теоретико–експериментальною наукою, але й основою техніки і технології. І ця обставина має враховуватися при побудові змісту і методики вивчення курсу фізики у вищому навчальному закладі.

Розглянемо різні методики проведення практичних занять. Традиційні, з елементами проблемного навчання, з використанням

комп'ютерних технологій, із залученням демонстрацій. Визначимо їх переваги і недоліки.

1. *Традиційна методика.* Студенти вдома розв'язують задачі на вивчений на попередньому практичному занятті матеріал і готуються до наступного заняття, тему якого оголошено заздалегідь. В навчальній аудиторії, після перевірки виконання домашнього завдання і контролю підготовки до заняття, проводиться рішення задач під контролем викладача. Студентам дозволяється користуватися будь-якою літературою чи інтернет-джерелами. Такий методичний підхід дозволяє активізувати роботу студентів. При цьому у викладача вивільнюється час і з'являється можливість індивідуальної роботи зі студентами. Добре встигаючих студентів можна завантажити удвічі чи, навіть, утричі більше, дати їм складніші задачі або приклади. Для цього необхідно мати заготовлені раніше програми і задачі. У процесі проведення заняття викладач оцінює підготовленість і активність кожного студента, виявляє слабкі місця в їхній підготовці. Слабо встигаючі чи недостатньо підготовлені студенти отримують індивідуальні домашні завдання і викликаються на консультації. Традиційна методика не виключає і роботи студентів біля дошки. Потреба у ній виникає у тих випадках, коли проводиться перше заняття з того чи іншого розділу. Викладачу необхідно поглибити деякі поняття, акцентувати увагу студентів на фізичній сутності явища, звернути увагу на типові помилки або коли у більшості студентів групи з'являються труднощі у розв'язанні певної задачі. Наприкінці заняття підводяться підсумки з оцінкою роботи кожного студента і дається домашнє завдання.

Розглянута методика вирішує ще цілу низку важливих задач: накопичення оцінок знань студентів, їх об'єктивність і ефективність контролю знань студентів.

2. *Методика з елементами проблемного навчання.* Вона базується на самостійній підготовці студентів до розв'язання задач з нового матеріалу. Для цього на поточному занятті дається тема наступного заняття і задачі до неї. Попередньо, на лекційному занятті, студентам викладається теоретичний матеріал наступного практичного заняття. Студенти самостійно розв'язують запропоновані

задачі вдома. Оскільки не має готового алгоритму, студент повинен творчо підійти до такого домашнього завдання. Таким чином, в процес навчання вноситься елементи творчості. Аудиторне практичне заняття присвячується аналізу виконання домашнього завдання і перевірці засвоєння нового матеріалу. При цьому виявляються труднощі, коригуються отримані помилки, демонструються найбільш раціональні способи розв'язання однієї і тієї ж задачі, що підвищує інтерес студентів до заняття. Далі розв'язуються складніші задачі під контролем викладача, як і за першою методикою. Кінець заняття присвячується узагальненню досвіду самостійної роботи студентів і підготовці їх до правильного вирішення проблемних питань, з якими вони стикнуться при виконанні наступного домашнього завдання. Для цього даються вказівки, який матеріал необхідно вивчити для розв'язання тих чи інших задач. Розглянута методика активізує пошукову самостійну роботу студентів.

3. Методика інтенсивного практичного заняття, яка є комбінацією перших двох. Розглянемо поетапний її опис.

На першому етапі викладач відповідає на запитання, які виникли у студентів у процесі виконання домашніх завдань. Іноді на запитання одних студентів відповідають інші студенти. Перевірка домашніх завдань може здійснюватися у такий спосіб: викликаним до дошки двом-трьом студентам пропонується виписати з домашнього завдання певну розв'язану задачу чи приклад. Студент протягом 5-7 хвилин демонструє основні моменти свого розв'язку задачі. Це привчає студентів до чіткості і послідовності відповіді. Допущені помилки зразу ж виправляють. Інші студенти у цей час розв'язують запропоновані викладачем нові задачі.

Другий етап - перевірка знань теорії. Студенти проходять тестування, або пишуть невелику контрольну роботу тривалістю 8–10 хвилин. Інколи проводяться опитування з формулювання основних означень та теорем.

На третьому етапі викладач оголошує тему нового заняття та його мету. Перша задача, яку розв'язують з цієї теми, є типовою і розглядається як приклад. Після аналізу задачі до дошки викликають студентів. Мета даного етапу полягає в перевірці того, що більшість

студентів засвоїли тему. Відповіді студентів, які працюють біля дошки необхідно оцінювати.

Четвертий етап триває 2-4 хвилини. Це оголошення домашнього завдання. Обсяг домашнього завдання не перевищує обсяг завдань розв'язаних в аудиторії.

П'ятий етап – самостійна робота, на цьому етапі студенти самостійно розв'язують задачі з вивченої теми. Під час самостійної роботи можливі бесіди студентів між собою. Викладач виступає в ролі консультанта.

4. *Методика із залученням демонстрацій.* Ця методика використовується авторами в умовах скороченого часу на вивчення дисципліни. Викладач на занятті демонструє студентам деякий фізичний експеримент. Після цього перед студентами ставиться не остаточне, а проміжне запитання, відповідь на яке доволі проста. Після відповіді на перше запитання ставиться друге запитання, що поглиблює розуміння явища, потім третє і т.д., доки не буде сформований повний опис експерименту і не вирішена деяка практична задача. Головною метою подібних занять є формування у здобувачів вищої освіти здатності давати кількісні, а в окремих випадках, і якісні пояснення тих експериментальних фактів, які їм демонструються. Крім цього, на таких заняттях обговорюються і питання адекватності обраної теорії і реального експерименту. Є також можливість звернути увагу студентів на чинники, які для спрощення рішення задачі можна відкинути. Наприклад, знехтувати силою тертя при вивченні оберально-поступального руху тіла по похилій площині, або відкинути поправки Ван-дер-Ваальса при визначенні газової сталої повітря і вважати повітря ідеальним газом. Досвід показує, що практичні заняття з фізики з використанням експерименту розширяють можливості викладача, збільшують ефективність його роботи. Явища, що самостійно демонструються і спостерігаються студентами спричиняють на них враження і добре запам'ятовуються. Участь студентів у постановці демонстраційного експерименту та в його кількісній і якісній оцінках сприяють більш ґрунтовному засвоєнню матеріалу.

Розглянемо декілька прикладів організації і проведення практичних занять з фізики із залученням демонстрацій.

В якості *першого прикладу* розглянемо практичне заняття на тему «Механіка твердого тіла». Студентам демонструють загальновідомий дослід зі скочування візка з похилої площини, що переходить у мертву петлю. Ставиться задача: оцінити теоретично мінімальну висоту підйому візка, необхідну для того, щоб він міг здійснити повний оберт, і порівняти отримане значення із експериментальним. Спочатку вимірюється мінімальна початкова висота підйому візка, достатня для того, щоб візок не відірвався від петлі у верхній її точці і здійснив повний оберт. Потім пропонується розв'язати цю задачу на спрощеній моделі ковзання без тертя. Далі на дошці виконується рішення задачі і обчислюється мінімальна висота підйому візка. Потім виконується порівняння цієї теоретичної висоти з експериментальною. Виявляється, що є суттєва розбіжність між експериментом і теорією. Студентам пропонується назвати причини, які, на їх погляд, приводять до цієї розбіжності, і які не були враховані при рішенні задачі. Це дає можливість викладачу загострити увагу студентів на питанні про адекватність реальної моделі її теоретичному опису. Потім задача розв'язується ще раз, але вже з урахуванням обертання коліс візка. Наголошується, що в цьому випадку результат буде залежати від маси візка і що чим більшою буде маса візка порівняно з масою коліс, тим меншим буде їх вплив, тим ближче буде теоретичний результат до експериментального, хоча як і раніше не співпадає з ним. Знову задається питання про чинники, які не були враховані у більш складній моделі. Весь процес рішення цієї задачі займає приблизно 30 хв. За цей час викладач має можливість звернути увагу студентів на закон збереження енергії, закони обертального руху, кінетичну енергію тіла, що обертається, роль моменту інерції в обертальному русі тіла тощо. Іншими словами, на одному прикладі розглядаються різні питання, на які не звертають особливої уваги студенти при лекційному викладі.

Як другий приклад розглянемо практичне заняття на тему «Поляризація світла». На практичному занятті студентам демонструється дослід Малюса. Студенти вчать аналізувати світло, що проходить через поляризатор (поляроїд чи призму Ніколя),

повертаючи аналізатор. Потім викладач демонструє поляризацію світла, відбитого від діелектричних дзеркальних поверхонь, і студенти по черзі можуть її бачити. Цю демонстрацію погано видно у великій лекційній залі, а при індивідуальному спостереженні студент швидко пересвідчується в тому, наприклад, що відображення від скла лабораторної шафи можна повністю загасити, якщо спостерігати його під деяким кутом через вдало повернутий аналізатор. Потім за допомогою закону Малюса теоретично визначають кут найбільшої поляризації і порівнюють з кутом, що отримано за результатами спостереження.

Якісну демонстрацію цього досліду без кількісних вимірювань можна виконати і в домашніх умовах за допомогою поляризаційних окулярів та звичайного ліхтарика. Відбиті промені під кутом близьким до кута Брюстера будуть поляризовані. В цьому можна пересвідчитися повертаючи поляризаційні окуляри.

При вивченні теми «*Електромагнітна індукція*» на практичних заняттях демонструється дослід Фарадея і теоретично перевіряється закон Фарадея; демонструється дія магнітних полів на провідник зі струмом і перевіряється закон Ампера, виконується замикання чи розмикання кіл з індуктивністю і обчислюється значення струму за допомогою відповідних формул. Всі ці експерименти студенти мають якісно пояснити.

Практичні заняття з використанням демонстрацій сприяють кращому засвоєнню матеріалу і є ефективною формою занять у вищій школі. Проведення практичних занять із залученням демонстрацій значно підвищує інтерес студентів, оскільки відтворює явища, що розглядаються більш наочно, ніж просто теоретичний опис їх крейдою на дошці чи на екрані за допомогою проектора. Показані та проаналізовані живі демонстрації залишаються у студентів у пам'яті на все життя. Такі заняття створюють у здобувачів мотивацію на вивчення фізики задля аналізу інших явищ, з якими вони будуть стикатися у своїй подальшій професійній діяльності і у повсякденному житті. Звичайно, така нестандартна форма проведення занять вимагає від викладача і допоміжного персоналу кафедри попередньої підготовки аудиторії, де мають проводитися практичні заняття із

використанням демонстрацій. Також перед викладачем постають підвищені вимоги до проведення опитування. Викладач повинен охопити своєю бесідою якомога більше коло студентів, викликати їх інтерес, постійно підтримувати контакт з усією групою; так продумати питання, щоб з однієї сторони, відповідь на кожне з них не була б елементарною, очевидною і змушувала їх думати, а з іншого боку, не вимагала би складних розміркувань, які здатні викликати бажання уникнути своєї відповіді і дочекатись відповіді самого викладача на поставлене запитання. При правильному підході до побудови практичних занять такої ситуації, як правило, не виникає.

4. Методика підготовки та проведення лабораторного заняття

Ефективною формою організації навчального процесу з фізичних дисциплін у закладі вищої освіти, яка ґрунтується на самостійній роботі студентів, є лабораторне заняття.

Лабораторне заняття – форма навчального заняття, за якої студент проводить природничі або імітаційні експерименти чи досліди з використанням лабораторного устаткування, вимірювальної апаратури, обладнання та обчислювальної техніки з метою підтвердження окремих теоретичних положень навчальної дисципліни. У результаті лабораторних занять студент набуває практичних навичок роботи методикою експериментальних досліджень.

Основні завдання лабораторних занять:

- поглиблення теоретичних знань, здобутих на лекціях і в процесі самостійної роботи, завдяки їх практичному застосуванню;
- опанування техніки та умінь роботи з вимірювальною апаратурою;
- уміння обчислення похибок;
- нагромадження первинного досвіду організації виробництва і оволодіння технікою управління ним тощо
- формування інтелектуальних умінь та навичок планування, аналізу та узагальнення.

Лабораторні заняття закріплюють теоретичні знання, дають змогу студентові глибоко вивчати механізм застосування цих знань, оволодівати умінням виконувати експериментальні дослідження. Під впливом лабораторних занять у студентів часто виникають нові ідеї наукового і технічного характеру, які використовуються у курсових, кваліфікаційних та дипломних роботах. Лабораторні заняття значною мірою забезпечують набуття умінь і навичок прийняття практичних рішень у реальних умовах виробництва.

Плани, технологію і методику проведення лабораторних робіт розробляють відповідні кафедри. Кількість годин, що відводяться на лабораторні заняття з окремої дисципліни визначено навчальним планом, перелік тем лабораторних занять – робочою навчальною програмою дисципліни. Замінювати лабораторні заняття іншими

видами навчальних занять не можна. Кількість студентів на лабораторному занятті не повинна перевищувати половини академічної групи (якщо у групі більше 15 студентів). Кожний студент має самостійно виконати всі лабораторні роботи й оформити їх результати.

Викладач на вступному занятті, повинен ознайомити студентів із загальними правилами роботи в лабораторії та правилами техніки безпеки, які вони зобов'язані неухильно виконувати.

Розроблено такі вимоги для студентів, дотримання яких важливе для виховання у студентів відповідального ставлення до своїх обов'язків:

- лабораторні заняття проходять у передбачений розкладом час. Студенти, які не з'явилися на лабораторну роботу або не допущені до неї через погану підготовку, виконують роботу за додатковим розкладом за рахунок особистого часу;
- студенти, які запізнився на заняття, до лабораторної роботи не допускається;
- порядок виконання лабораторних робіт визначено графіком, який оприлюднюється на початку лабораторних занять і вивішують на дошці оголошень в лабораторії;
- в лабораторії усі студенти дотримуються тиші. Розмовляти між собою з приводу виконання роботи дозволяється лише впівголоса;
- студенти повинні шанобливо ставитися до матеріальних цінностей лабораторії. Студенти несуть матеріальну відповідальність за псування лабораторних установок, вимірювальної апаратури та інструкцій до лабораторних робіт;
- робоче місце студента в лабораторії повинно підтримуватися в чистоті і порядку;
- заборонено ходити по лабораторії під час занять. Виходити з лабораторії можна лише з дозволу викладача;
- неухильно дотримуватися правил охорони праці;

Успіх проведення лабораторного заняття залежить від його підготовки, яка охоплює: глибоке вивчення студентами теоретичного матеріалу; підготовку необхідної навчально-матеріальної бази і

документації (інструкцій, методичних розробок тощо); підготовку викладача, обслуговуючого персоналу і студентів.

Виконання лабораторної роботи складається з таких елементів: попередня підготовка, допуск до роботи, виконання лабораторних досліджень, розрахунки та складання звіту, здача роботи та оцінювання її викладачем.

Попередню підготовку до роботи в лабораторії здійснюють у відведений для самостійної роботи час. Готуючись до неї, студент вивчає методичні рекомендації до роботи та допоміжну літературу, він передусім повинен усвідомити мету роботи, засвоїти теоретичний матеріал, чітко уявити всі фізичні процеси, на яких ґрунтується робота приладів чи установок.

У відведений для самопідготовки час студент ознайомлюється в лабораторії з обладнанням, правилами техніки безпеки. Лаборанти чи викладачі, дають вичерпну консультацію студентам при підготовці до лабораторної роботи.

Успіх лабораторного заняття у вищій школі залежить як від матеріального його забезпечення, так і від організації та методики його проведення.

До цього часу у вищих навчальних закладах не існує єдиної методики організації і проведення лабораторних робіт, кожен ЗВО рекомендує свої варіанти інструкцій, які суттєво різняться. Однак основні положення організації і методики проведення лабораторних робіт в інструкціях збігаються, оскільки охоплюють більш-менш докладні теоретичні відомості, певну кількість завдань, рекомендації щодо послідовності і засобів виконання роботи. Інструкція, як правило, містить наступне:

- номер роботи та її назву;
- мету роботи;
- стислі теоретичні відомості;
- опис установки та методику експерименту;
- робоче завдання (план виконання роботи, математичне оброблення одержаних даних);
- контрольні запитання;
- список рекомендованої літератури.

Мета роботи має бути лаконічною, вона коротко, але достатньо повно відображає основний її зміст. Передбачається, що мета роботи буде досягнута тоді, коли студент вивчить теорію, методику експериментального дослідження, будову і призначення приладів, навчиться спостерігати досліджуване явище, здійснить вимірювання і правильно обробить їх результати, зробить необхідні висновки.

Короткий теоретичний вступ повинен містити відомості, необхідні для виконання роботи. При цьому можна посилатись і на курс лекцій. Вивчивши теоретичний вступ, студент має одержати достатній обсяг інформації для виконання лабораторної роботи, навіть якщо в лекційному курсі ці питання не висвітлено. У вступі студенти ознайомлюються з робочою формулою роботи, яка встановлює зв'язок шуканої величини з вимірюваними. Там же студенти повинні дізнатись про шляхи отримання робочої формули з загальних фізичних законів.

При описуванні установки і методики експерименту необхідно обґрунтувати застосування лабораторного обладнання, коротко окреслити схему експерименту і вказати основні відомості про прилади, необхідні для виконання роботи. Якщо пропонується методика експерименту не єдина, потрібно зазначити можливі її варіанти, вказавши на переваги і недоліки кожного з них. У робочому завданні подається чітка послідовність виконання роботи, вказується, які таблиці необхідно заповнити в процесі вимірювань і які графіки побудувати після закінчення експерименту. Завершальний етап робочого завдання – інтерпретація отриманого результату. Запитання інструкції студент використовує для самоконтролю і підготовки до заліку.

В інструкції до лабораторних робіт повинно бути поміщено достатньо інформації, подано вичерпні вказівки щодо виконання роботи, докладну послідовність операцій та ін. Це спрощує завдання студентам. При складанні інструкцій до лабораторних робіт науково-педагогічні працівники повинні пам'ятати, що зайві табличні дані, та готові параметри приладів, тощо не сприяють підвищенню активізації роботи студентів у лабораторії, творчому пошуку рішень

розв'язуваних завдань, знижують навчальну цінність лабораторних робіт.

На допомогу студентам розробляють методичні посібники (поради, інструкції) до кожної лабораторної роботи. У цих посібниках, складених на основі програм відповідних курсів, передбачено самостійні спостереження і проведення відповідного експерименту студентами. У них подано рекомендації щодо організації і методики проведення занять, вказано шляхи виконання поставлених завдань лабораторної роботи.

Після експериментальної частини роботи студенти повинні відповісти на контрольні запитання, які викладач використовує для оцінювання знань та експериментальних умінь і навичок студента при заліку його роботи.

У практиці вищих навчальних закладів сформувалися різні підходи до методики проведення лабораторних робіт. Їх можна класифікувати за місцем лабораторних занять у структурі навчальної дисципліни: це виконання лабораторних робіт після теоретичного курсу (послідовний метод); та за організаційними особливостями:

- фронтальні лабораторні роботи, при яких всі студенти виконують одне й те ж завдання на одному обладнанні, відбувається це в процесі вивчення певної теми;
- групові лабораторні заняття, при яких студенти поділені на підгрупи з 2-4 осіб, які виконують різні завдання.

Вибір методу залежить від навчально-матеріальної бази та завдань курсу в усій системі підготовки фахівців певного профілю, кількості робіт. Найчастіше вдаються саме до бригадної форми, за якої студенти допомагають один одному, їм легше й зручніше вести спостереження, знімати покази приладів та обговорювати результати роботи. Але у такому разі участь студентів у виконанні поставлених завдань неоднакова, що є істотним недоліком.

З метою якісного виконання лабораторної роботи викладач перевіряє готовність студентів. Це відбувається у формі бесіди з кожним студентом, у процесі якої виявляють знання теоретичного матеріалу з теми роботи, її обладнання та порядку виконання, або у формі тестів.

Завершується лабораторна робота розрахунками похибок, побудовою графіків та формулюванням висновків. Після оформлення індивідуального звіту студенти захищають роботу перед викладачем і отримують оцінку, яку виставляють в журналі обліку виконання лабораторних робіт. Ці оцінки враховуються при виставленні семестрової підсумкової оцінки з навчальної дисципліни.

5. Самостійна навчально-пізнавальна діяльність студентів

Сучасному суспільству необхідні креативні фахівці, які здатні оперативно приймати нестандартні рішення, діяти творчо та самостійно. Формування таких рис забезпечує самостійна навчально-пізнавальна діяльність студентів.

Самостійна навчально-пізнавальна робота студентів – різноманітні види індивідуальної і колективної діяльності, які студенти здійснюють на навчальних заняттях (наприклад розв’язування задач на практичних заняттях) або у вільний від аудиторних занять час. Ця робота виконується за завданнями викладача та під його керівництвом, але без його безпосередньої участі. *Самостійна робота студента* (СРС) є основним засобом засвоєння навчального матеріалу у позаурочний час. Викладач перевіряє результат виконання завдань, які студенти виконували самостійно.

На сьогоднішній день, незважаючи на появу нових сучасних методів навчання, самостійна навчально-пізнавальна діяльність студентів (СНПДС) залишається однією з головних серед існуючих методів і форм, прийомів і технологій навчання. Маючи багату історію, СНПДС набуває все нових, більш сучасних рис. Цей вид навчальної діяльності студентів важливий, тому що саме він допомагає підготувати й виховати фахівців нової генерації, здатних до самостійної, незалежної та активної професійної діяльності.

Необхідно акцентувати увагу на таких аспектах СНПДС:

1. Самостійна навчально-пізнавальна діяльність студента – це організована діяльність, що включає в себе такі компоненти:

- усвідомлення мети і поставленого навчального завдання;
- чітке і системне планування самостійної роботи;
- пошук необхідної навчальної та наукової інформації;
- засвоєння власної інформації та її логічна переробка;
- використання методів дослідницької, науково-дослідницької роботи для вирішення поставлених завдань;
- вироблення власної позиції з приводу поставленого завдання;
- уявлення, обґрунтування та захист отриманого рішення;
- проведення самоаналізу та самоконтролю.

2. Навчально-пізнавальна діяльність в дечому відрізняється від звичайної навчальної діяльності. Вона носить пошукових характер, під час її здійснення вирішується декілька пізнавальних задач, її результат – рішення проблемних ситуацій.

3. У випадку оптимального варіанту навчально-пізнавальна діяльність студента є такою, що саморегулюється, самокерується, внутрішньо мотивується, носить вибіркового характер.

Важливим завданням викладача закладу вищої освіти є правильне організування самостійної роботи, забезпечення умов успішного її перебігу, що передбачає не лише базову, наукову, а й відповідну педагогічну його підготовку, вміння активізувати пізнавальні сили студентів у навчальному процесі.

Щоб самостійна робота давала найкращі результати, її необхідно планувати та організувати у поєднанні з іншими формами навчання. Важливим також є ретельний відбір викладачами змісту та обсягу завдань для самостійного опрацювання студентами.

Обсяг часу, відведений для самостійної роботи студента, визначається рівнем освітньої програми та формою навчання, фіксується в описі освітньої програми та в навчальному плані. Співвідношення обсягів СРС та аудиторних занять визначається з урахуванням специфіки та змісту конкретної навчальної дисципліни, її місця, значення і дидактичної мети в реалізації освітньої програми, а також питомої ваги у навчальному процесі практичних, семінарських й лабораторних занять. Обсяг самостійної роботи студентів для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти повинен бути в межах $1/3$ – $2/3$ загальної кількості годин. Така кількість годин дає змогу розвивати пізнавальну активність, формувати самостійність як рису особистості, здатність до творчого розв'язання завдань, уміння приймати рішення.

На виконання самостійної роботи у позааудиторний час відводиться 3–4 години на день, враховуючи і вихідні.

Щоб не перевантажувати студентів, нормуванням самостійної роботи повинні займатися насамперед кафедри й деканати, а також методичні комісії факультетів, які враховують об'єм самостійної роботи з усіх навчальних дисциплін.

Зміст самостійної роботи студента визначається робочою програмою навчальної дисципліни, методичними матеріалами, завданнями для виконання. СРС забезпечується комплексом навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення навчальної дисципліни: підручник, навчальні і методичні посібники, конспект лекцій викладача, практикум, електронні навчальні ресурси тощо. Методичні матеріали для самостійної роботи студентів мають передбачати можливість проведення самоконтролю з боку студента. Для самостійної роботи студенту також рекомендується відповідна наукова та фахова періодична література.

Викладач визначає зміст самостійної роботи, узгоджує її з іншими видами навчальної діяльності, розробляє методичні матеріали для проведення поточного та підсумкового контролю, здійснює діагностику якості самостійної роботи студента, аналізує результати самостійної навчальної роботи кожного студента.

Навчальний матеріал, передбачений робочою програмою навчальної дисципліни для засвоєння студентом під час самостійної роботи, виноситься на підсумковий контроль поряд з матеріалом, який опрацьовувався при проведенні аудиторних занять.

Система керівництва викладачем індивідуальною самостійною роботою студентів охоплює: чітке планування, детальне продумування організації, безпосереднє або опосередковане керівництво з боку викладача, систематичний контроль за етапами та кінцевими результатами, оперативне доведення до відома студентів оцінки результатів їх самостійної роботи і внесення відповідних корективів у її організацію.

Види самостійної роботи студентів **за рівнем обов'язковості:**

- *обов'язкова*, що передбачена навчальними планами і робочими програмами. Це виконання традиційних домашніх завдань, написання та захист курсових і дипломних робіт, а також ті види завдань, які студенти самостійно виконують під час ознайомлювальної, навчальної, виробничої і переддипломної практик;
- *бажана* – наукова й дослідницька робота студентів, що полягає у самостійному проведенні досліджень, збиранні наукової

інформації, її аналізі; до цієї ж категорії належить участь у роботі наукового студентського товариства (гуртки, конференції, підготовка доповідей, тез, статей);

- *добровільна* – робота в позааудиторний час, участь у внутрішньо кафедральних, міжкафедральних, міжфакультетських, міжвузівських, всеукраїнських олімпіадах, конкурсах, вікторинах.

Види самостійної роботи студентів **за видами діяльності:**

- *навчально-пізнавальна* (через мислення, аналіз, синтез тощо);
- *професійна* (певні конкретні дії студента, що їх виконують спеціалісти на виробництві).

Види самостійної роботи студентів **за рівнями мотивації:**

- *самостійна робота низького рівня* (до самостійних дій студента спонукає викладач, допомагаючи йому практично і постійно контролюючи виконання);
- *самостійна робота середнього рівня* (до роботи хоча й спонукає викладач, але студент працює самостійно, контролюючи самого себе);
- *самостійна робота високого рівня* (виконання завдання організовує і контролює сам студент).

Самостійна робота передбачає відтворювальні і творчі процеси в діяльності студента. З огляду на це виділяють три її рівні:

- репродуктивний (тренувальний),
- реконструктивний,
- творчий (пошуковий).

Репродуктивна самостійна робота виконується за зразком (наприклад, розв'язування задач). Метою такого типу самостійних робіт є закріплення знань, формування умінь і навичок.

Реконструктивна СРС передбачає написання рефератів, перебудову рішень, складання планів, тез, анотацій та ін.

Творча СРС потребує аналізу проблемних ситуацій, отримання нової інформації. При творчій самостійній роботі студент самостійно обирає метод розв'язання завдання (навчально-дослідні завдання, курсові і дипломні роботи).

У педагогіці вищої школи виокремлюють ще дві взаємопов'язані підсистеми в організації самостійної роботи студентів – систематичну

самостійну роботу (розподілену за днями невеликими обсягами) і акордну (комплексну і тривалу за часом).

На сучасному етапі в організації самостійної роботи студентів цікавим є застосування випереджувальних завдань, тобто завдань, спрямованих на повне або часткове самостійне оволодіння матеріалом до його вивчення за програмою, а також на підготовку до його засвоєння на занятті. Особливість їх полягає в добровільності вибору та виконання.

Випереджувальні завдання можна підбирати для індивідуальної та групової роботи. Індивідуальні роботи передбачають врахування реальних навчальних можливостей студентів при постановці завдання. Вони мають бути різними за складністю, обсягом, терміном виконання, характером навчально-пізнавальної діяльності, якістю та кількістю джерел для виконання тощо. Групові випереджувальні завдання мають бути спільними для групи студентів (гомогенної чи гетерогенної), але зорієнтованими на самостійну роботу кожного, на основі чого здійснюється виконання завдання загалом.

Випереджувальні завдання для самостійного опрацювання можна пропонувати до різних видів занять:

- до лекцій (завдання, спрямовані на самостійне ознайомлення з новим матеріалом за підручником, довідковою літературою, на збір фактичного матеріалу для доповнення);
- до семінарських занять (завдання, зорієнтовані на вивчення першоджерел, складання плану диспуту, питань для "мозкового штурму", бесіди);
- до практичних занять (завдання, спрямовані на підготовку і проведення рольових і ділових ігор тощо).

6. Факультативи, спецкурси і спецсемінари

Упровадження у вищому навчальному закладі факультативів, спецкурсів та спецсемінарів сприяє активності студентів у навчальному процесі, стимулює їх до наукового дослідження, до тривалої самостійної роботи над вивченням певної проблеми. Ці форми організації навчання підвищують ефективність навчальної діяльності студентів шляхом індивідуалізації.

Факультатив – навчальний предмет, курс, який студенти вищого навчального закладу вивчають за бажанням з метою поглиблення й розширення наукових та прикладних знань.

Факультативні заняття сприяють розвитку творчості, здібностей, талантів студентів, оскільки вони обирають факультативи відповідно до своїх бажань, нахилів, інтересів.

Організація факультативного заняття передбачає широку варіативність залежно від конкретних педагогічних умов, змісту курсу, складу групи, особистості керівника. Здійснення основних функцій факультативних курсів можливе лише за врахування певних принципів.

1. *Принцип демократизму*. Він передбачає гуманізацію освіти, спрямованість на свободу та незалежність особистості, право студентів на вибір напряму своїх професійних пошуків. На факультативних заняттях студент повинен почуватися розкутим, усвідомлювати себе як майбутнього фахівця, особистість, з якою рахуються та яку поважають. Викладач повинен враховувати побажання студентів щодо часу проведення занять. На занятті має панувати атмосфера співтворчості, довіри, вільного висловлення думок і припущень.

2. *Принцип розширення сфери спілкування*. Новий колектив і незвичні види діяльності розширюють можливості спілкування студентів, встановлюють новий статус кожного них, оскільки кожний студент може творчо себе проявити і стати авторитетом у новому колективі. Спілкування з новими людьми повинне сприяти обміну освітніми відомостями, розширенню кругозору. За цим принципом рекомендується комплектування груп за інтересами, різновікових та

міжфакультетських, а зміна складу груп протягом року досягається набором кількох короткотривалих курсів.

3. *Принцип інтенсивного стимулювання* вияву особистісного фактора викладача та студентів. Усі учасники заняття виявляють свої риси характеру, вдачу, талант, здібності, манери, звички, спосіб життя, вподобання, гумор, енергійність, ерудицію та інтелектуальні можливості. Тобто особистість виявляється повною мірою, студенти пізнають викладача і одногрупників не лише як колег, а і як товаришів та друзів. Від особистості керівника залежать зміст, форми та методи педагогічного процесу, що сприяє всебічному розвитку студентів. Викладач виявляє свою особистість і може бути прикладом для наслідування серед студентів. Цікавим для студентів буде залучення до заняття науковців, зацікавлених у галузі, яку вивчають на факультативних заняттях: є можливість ґрунтовно розглянути тему, побачити і навчитись проводити науковий диспут.

На факультативах повинні переважати практичні заняття, де студенти можуть безпосередньо спостерігати та брати участь у проведенні дослідів, робити відповідні висновки.

Важливою формою навчання у вищому навчальному закладі, до якої залучаються студенти старших курсів, є спецкурс.

Спецкурс – курс, який вивчають студенти на старших курсах для оволодіння вузькоспеціалізованими, новітніми знаннями з певної науки, формування актуальних для певної спеціалізації умінь і навичок.

Науково-педагогічний працівник, який викладає спецкурс повинен бути висококваліфікованим фахівцем у даній галузі, мати достатню кількість наукових праць з проблем спецкурсу.

На спецкурсі викладач, опираючись на власний досвід і доробок у галузі, використовуючи свої наукові досягнення, повинен охарактеризувати процес наукового дослідження, ввести студентів у свою творчу лабораторію, розкрити тонкості та методику наукової роботи, проблеми інформаційного пошуку, техніку наукового дослідження. Саме на спецкурсі студентам прищеплюється смак до наукової роботи, прагнення взяти активну участь у науковій діяльності кафедри.

Науковий рівень спецкурсу повинен бути вищим, ніж загальна і професійна підготовка аудиторії, це наблизить студентів до атмосфери наукового дослідження. Однією з найактивніших форм опанування спеціальності є спецсеминар.

Спецсеминар – семінарське заняття науково-дослідницького типу, метою якого є поглиблене вивчення окремої проблеми; організовується на старших курсах в межах вузької спеціалізації і передбачає оволодіння спеціальними методами та засобами професійної діяльності в обраній для спеціалізації галузі науки або практики. На спецсеминарах студенти беруть участь в колективному обговоренні доповідей, і під керівництвом викладача розширюють та поглиблюють свої знання з наукової проблеми, що розглядається на спецсеминарі. Студенти вчаться робити наукові доповіді, опонувати та виступати з рецензіями.

Часто на спецсеминари залучають аспірантів, відомих вчених, а також спеціалістів – працівників підприємств, наукових установ, інших організацій. На вступному занятті викладач, робить огляд змісту семінару, тем наукових доповідей. Він акцентує на проблематиці спецсеминару, методиці та техніці роботи над науковим повідомленням.

Готуючись до виступу на спецсеминарі, студенти повинні ознайомитися з науковою літературою з досліджуваної проблеми, з'ясувати міру її вивчення і висвітлення в науковій літературі тощо.

Система обговорення доповіді на спецсеминарі може бути різною. Якщо з нею всі ознайомлені, то можна розпочинати зразу ж з обговорення її змісту. Більшість керівників семінарів спершу заслуховує доповідь (цілком або її основний зміст), а потім пропонує студентам обговорювати її. На спецсеминарі слід побудувати обговорення так, щоб виступили усі студенти із запитаннями або зауваженнями. Важливим завданням спецсеминару є вироблення у студентів уміння дискутувати, об'єктивно аналізувати доповіді і рецензії своїх товаришів.

Усі охарактеризовані форми організації навчання у вищому навчальному закладі сприяють формуванню у студентів самостійності, вміння аналізувати, дискутувати, розвивають мислення і творчі

здібності. Ефективність цих форм навчання залежить від рівня компетентності викладачів, рівня розвитку студентів, їх інтересів, потреб і мотивів навчання.

7. Використання комп'ютерного моделювання при викладанні фізико-технічних дисциплін у вищій школі

Сьогодні викладання фізики у вищих навчальних закладах стикається із складними методичними проблемами. З одного боку, фізика є точною наукою і потребує від студента опанувати сучасні математичні методи, без яких неможливо описати фундаментальні закони природи та вірно застосовувати їх до опису природних явищ, тобто природні явища необхідно описувати математичною мовою. З іншого боку, фізика ґрунтується на експериментальному досвіді і описує явища, що можуть спостерігатися. Таким чином, студенту треба чітко уявляти фізичний зміст кожного математичного символу чи математичної операції, щоб розуміти, про що йдеться в тих чи інших формулах. Сучасна середня і вища освіта не формує такі навички у середньостатистичного студента. Використання комп'ютерного моделювання на лекціях, практичних заняттях та при виконанні лабораторних робіт як допоміжного інструмента наочного відображення вирішує ці проблеми.

Комп'ютерне моделювання корисне для відображення графіків складних математичних функцій, отриманих в процесі розв'язання фізичних задач. Це дозволяє аналізувати розв'язки при різних значеннях параметрів задачі. Створення комп'ютерних моделей фізичного явища дозволяє абстрагуватись від другорядних ефектів і сконцентрувати увагу студентів на головному.

Особливо ефективною ця ідея вбачається у комп'ютерному моделюванні історичних дослідів з атомної фізики, оптики. Електрики та магнетизму. До таких фундаментальних дослідів відносяться дослід Резерфорда по вивченню структури атома, дослід Чадвіка по знаходженню заряду ядра, дослідження закономірностей зовнішнього фотоефекту, ефекту Комптона, досліди Франка і Герца, Девісона і Джермера та інші основоположні експерименти атомної фізики, дослідження руху заряджених частинок біля магнітних полюсів Землі, моделювання ходу променів в краплі води для дослідження кутових характеристик первинної та вторинної веселки і багато інших.

Звернення до комп'ютерного моделювання природних явищ та історичних фізичних дослідів обумовлено кількома причинами:

1) досліди займають чільне місце в історії сучасної фізики, є фундаментом, на якому базується фізика мікросвіту;

2) їх постановка в умовах ЗВО зазвичай неможлива через відсутність належного обладнання;

3) тривалість вказаних дослідів, як правило, перевершує час, виділений на вивчення відповідної теми;

4) неможливість спостереження різних фаз експерименту через швидкоплинність досліджуваного явища;

5) реальне проведення деяких дослідів може бути шкідливим для здоров'я експериментатора;

б) розміри досліджуваного об'єкта занадто великі, або замалі для досліджень

Отже, моделювання є одним з методів вивчення фізичних явищ та пізнання навколишнього світу й може бути:

- створенням збільшених або зменшених копій реальних об'єктів;
- описом явищ за допомогою математичних формул чи комп'ютерних алгоритмів.

Цілі моделювання:

- пізнання сутності досліджуваного об'єкта, «будови» й механізму взаємодії його складових;
- пояснення вже відомих результатів досліджень;
- прогнозування поведінки системи при різних зовнішніх впливах, навіть таких, яких неможливо досягнути в реальному експерименті;
- оптимізація та пошук правильного способу керування об'єктом.

Об'єкт, який отримують у результаті моделювання, називається моделлю. Найчастіше в моделях відтворюють якісь важливі для даного дослідження елементи, а іншими нехтують. Це дозволяє дослідити чистий ефект, знайти його найважливіші закономірності, чого неможливо досягнути в натуральному експерименті.

Якщо модель подано за допомогою спрощеного матеріального об'єкта, то отримують матеріальну модель.

Якщо модель подано за допомогою описів, формул, графіків, зображень, схем, креслень, таблиць, то це інформаційна модель.

Класифікація моделей:

1) фізичні

2) інформаційні:

- математичні
- графічні
- імітаційні
- комп'ютерні

Математичні моделі – це знакові моделі, що описують певні числові співвідношення.

Графічні моделі – візуальне подання об'єктів, які настільки складні, що їх опис іншими способами не дає людині ясного розуміння. Тут наочність моделі виходить на перший план.

Імітаційні моделі – дозволяють спостерігати зміну поведінки елементів системи-моделі, проводити експерименти, змінюючи деякі значення параметрів моделі. Одним з видів імітаційних моделей є комп'ютерні моделі.

Комп'ютерне моделювання – процес відтворення поведінки системи за допомогою комп'ютерної програми, що реалізує подання об'єкта у такій формі, яка характеризує за допомогою алгоритмічного опису його фізичні властивості, включає залежності між ними та демонструє динаміку їх зміни із часом. Така програма називається комп'ютерною моделлю.

Результат комп'ютерного моделювання полягає в отриманні кількісних та якісних висновків щодо досліджуваної моделі.

Якісні висновки дають змогу виявити не відомі раніше властивості системи: її динаміку розвитку, стійкість, цілісність та ін.

Кількісні висновки в основному носять характер прогнозу деяких майбутніх або пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему.

За допомогою комп'ютерного моделювання вивчаються об'єкти та явища, які неможливо, дорого, небезпечно відтворювати в реальних умовах. Це дає змогу не лише економити матеріальні ресурси, а й зберігати екологічні умови існування людини, уникати можливих шкідливих або руйнівних наслідків проведення випробувань.

У залежності від об'єкту моделювання та цілей використовують різні мови та програмні середовища.

Популярні мови програмування такі як Java, C#, Python, JavaScript, та інші. Також існують досить потужні та великі платформи для створення математичних і фізичних візуалізацій, серед них Wolfram Mathematica, Maplesoft, MATLAB, Mathcad, Comsol. Дані програми мають багато спільного, але також мають і серйозні відмінності.

Для впровадження комп'ютерних моделей в лекційні, практичні чи лабораторні заняття важливим є питання доступності їх використання студентами на ПК чи на власних смартфонах. Наприклад, використання більшості мов програмування не потребує придбання ліцензій, тоді як потужні комп'ютерні системи MATLAB, Mathcad, Comsol Multiphysics є дуже дорогими продуктами. Найзручнішою для освітнього процесу є програма Wolfram Mathematica, вона містить майже 4000 вбудованих функцій і код програми, створений мовою Wolfram Language, найкоротший. Крім цього існує хмарний сервіс <https://www.wolframcloud.com/>, більшість функцій якого безкоштовні. Цей сервіс дозволяє програмувати та відтворювати роботу нескладних комп'ютерних моделей навіть на смартфоні. Велика колекція готових демонстрацій, які можна вільно використовувати в освітньому процесі, виставлена в депозитарії Wolfram Demonstration Project <https://demonstrations.wolfram.com/>. Для простих моделей є можливість генерування html коду з метою інтегрування робочих комп'ютерних моделей у веб-сторінки. Викладачі та студенти можуть пропонувати для публікації власно розроблені комп'ютерні моделі, які проходять стандартну процедуру рецензування [7-17].

Розглянемо один з прикладів комп'ютерного моделювання, яке дозволяє виконати фізичні дослідження, що не доступні в реальному експерименті. Зі шкільного курсу фізики відомо, що малі, незатухаючі коливання математичного маятника на нерозтяжній нитці описуються гармонійним законом. Аналогічним законом описуються одновимірні коливання пружинного маятника. Складний випадок 2D коливань маятника, який поєднує в собі коливання математичного та

пружинного маятників детально не вивчаються навіть у закладах вищої освіти. Такі коливання описуються системою диференціальних рівнянь, які не мають точного аналітичного розв'язку. Лише в граничних випадках доступні аналітичні розв'язки, які дозволили в загальних рисах описати деякі властивості коливань з нелінійним зв'язком [18]. Експериментальні дослідження складних коливань такого маятника нашоувхується на проблему швидкого затухання коливань. Створення маятника з малим затуханням є складною інженерною проблемою. Для теоретичного дослідження такої коливної системи побудовано комп'ютерну демонстрацію на основі числових розв'язків системи диференціальних рівнянь в системі Wolfram Mathematica [14].

На рис.1 наведено вигляд роботи комп'ютерної програми, яка моделює складні коливання еластичного гравітаційного маятника. Комп'ютерна модель демонструє як траєкторію руху кульки, так і графіки, які відображають часові залежності коливань кожної з підсистем (гравітаційного та пружинного маятників). Модель дозволяє легко змінювати початкові умови для збудження різних коливних мод.

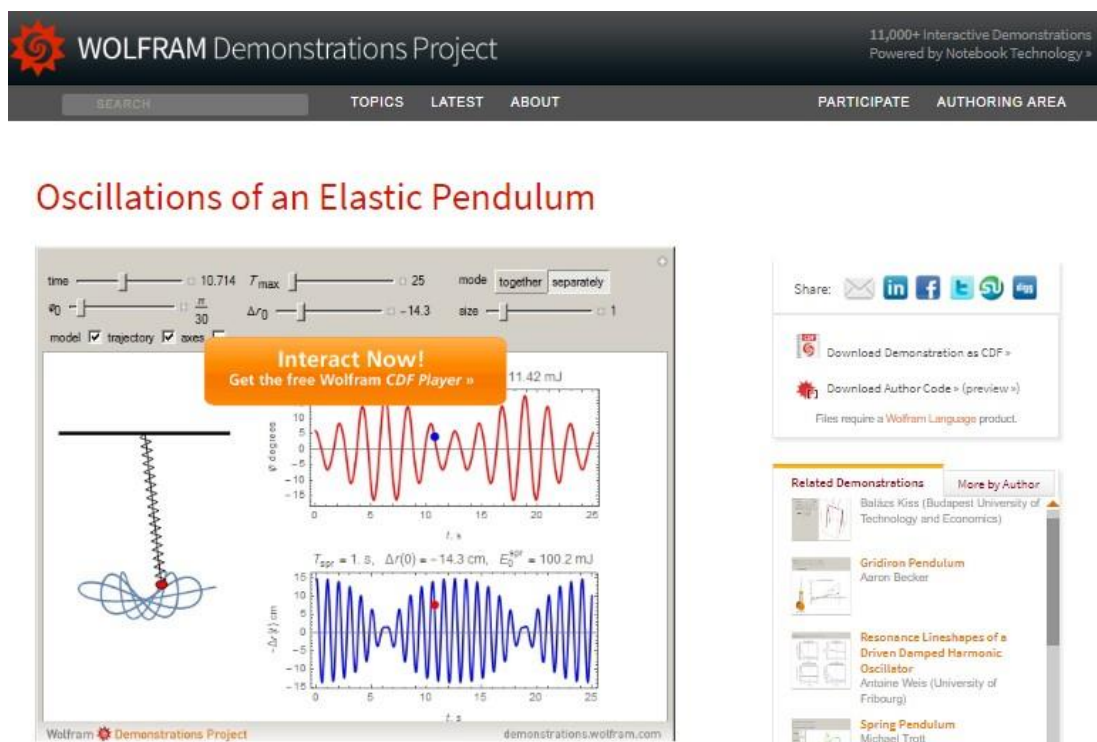


Рис.1. Вигляд комп'ютерної моделі маятника, який здійснює одночасно гравітаційні та пружні коливання.

За допомогою цієї комп'ютерної моделі можна виконати дослідження складних періодичних мод коливань, які неможливо виконати іншими методами. Особливий інтерес викликають коливання маятника, у якого частота пружних коливань удвічі більша за частоту гравітаційних коливань. У такого маятника відбувається періодичний обмін енергією між двома коливними підсистемами. Відсутність затухання дозволяє спостерігати важливі характеристики різних мод коливань, кожна з яких характеризується індивідуальною фігурою, схожою на фігури Лісажу.

Кожна з мод коливань збуджуються своєю комбінацією початкових умов: початковий розтяг пружинного маятника та початкове відхилення гравітаційного маятника. В Додатку на рис.1 наведено карту розподілу коливних мод резонансного маятника. Сукупність точок на графіку, які задають початкові умови для однакової моди коливань утворюють лінії, які називатимемо гілками коливної моди.

Як видно з графіка, існують області початкових умов, де густина гілок коливних мод велика, а отже невелика зміна початкових умов приводить до значної зміни в характері коливань.

Наведений приклад показує, що дослідження комп'ютерної моделі дозволили встановити важливі закономірності коливань резонансного пружного гравітаційного маятника, які неможливо виявити іншими методами досліджень.

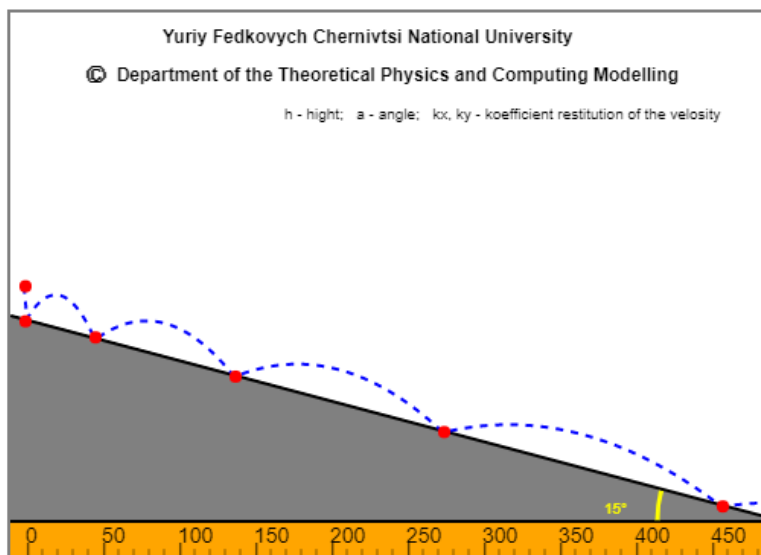
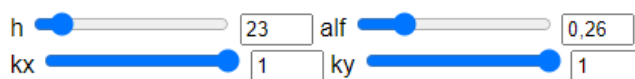
Інший зручний спосіб створення простих комп'ютерних демонстрацій є використання сценаріїв, створених за допомогою мови JavaScript, які інтегровані в html код. Такі комп'ютерні моделі легко працюють у різних браузерах.

Розглянемо приклад комп'ютерної моделі, що створена за допомогою мови JavaScript. Змоделюємо рух кульки, яка падає на похилу площину і рухається вниз, відбиваючись від її поверхні. Траєкторія кульки матиме вигляд кусків різних парабол (див. рис.).

У випадку абсолютно пружних зіткнень з поверхнею кулька пролітатиме щоразу більшу відстань, причому збільшення відстані між сусідніми зіткненнями відбувається на однакову величину. Таку

закономірність можна отримати з аналітичних формул. Числові розрахунки, наведені в таблиці, та траєкторія руху кульки підтверджують ці висновки (рис.2а).

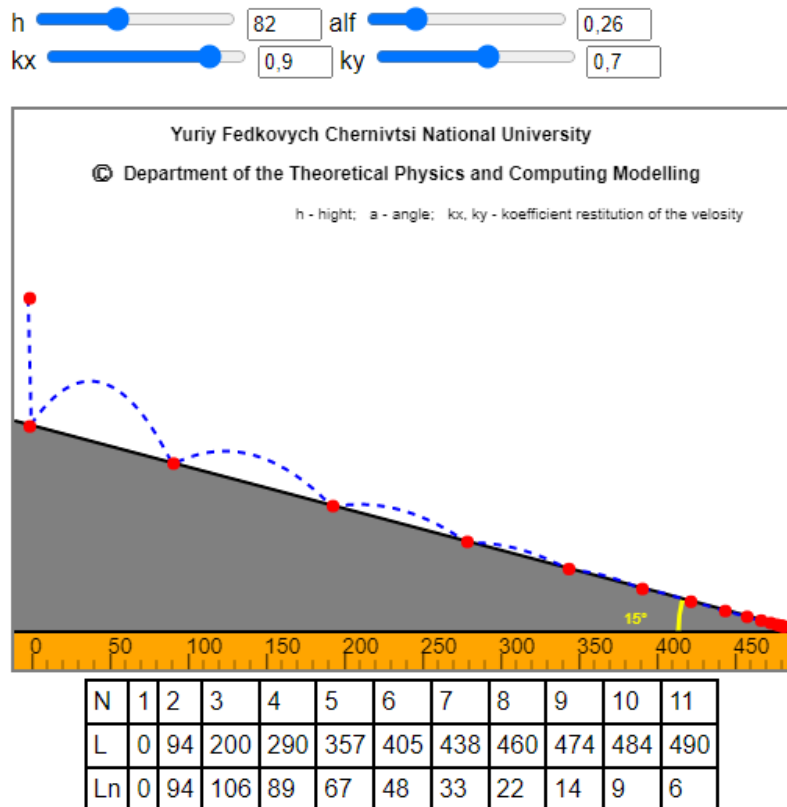
Bouncing ball graph



N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
L	0	47	142	284	473	710	993	1324	1703	2129	2602
Ln	0	47	95	142	189	237	284	331	378	426	473

a)

Bouncing ball graph



б)

Рис. 2 Комп'ютерна модель руху кульки, що падає на похилу площину (а – пружні зіткнення, б - непружні зіткнення).

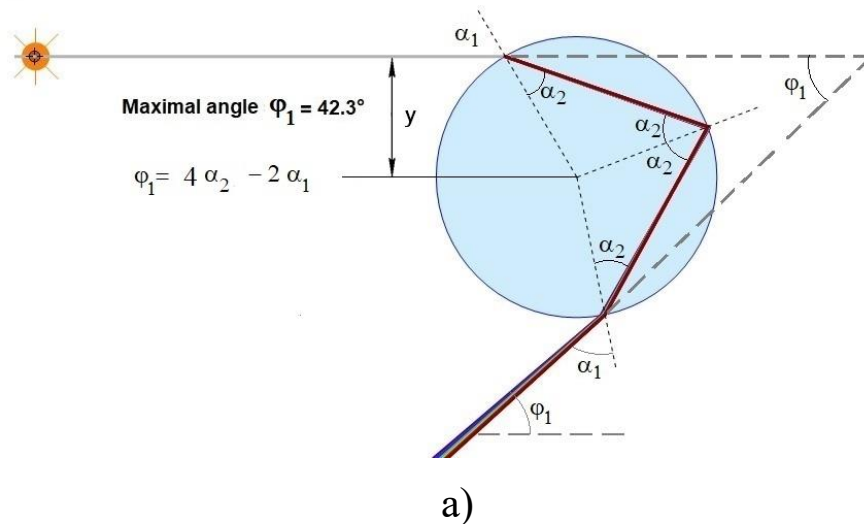
Якщо зіткнення кульки з поверхнею не абсолютно пружні, то втрати енергії можна характеризувати коефіцієнтом відновлення швидкості в напрямку, перпендикулярному до поверхні k_y та в поздовжньому напрямку k_x . Аналітичні формули, які описують рух кульки з врахуванням коефіцієнтів k_x та k_y , стають надто складні вже при описі 3-4 зіткнень. Тому дослідження особливостей руху кульки зручно виконувати за допомогою комп'ютерної моделі.

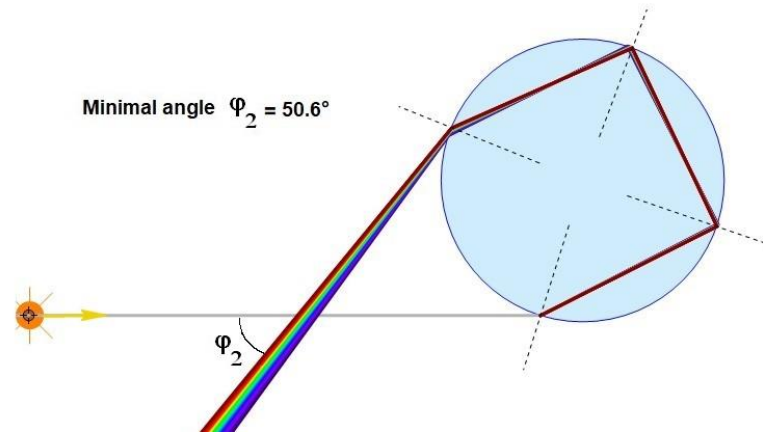
Отже, комп'ютерне моделювання є одним з методів наукового дослідження. Можна рекомендувати створення навчальних курсів, присвячених моделюванню фізичних явищ. Крім цього, комп'ютерні моделі можуть доповнювати класичні навчальні дисципліни. Розглянемо короткий опис деяких моделей, які були успішно апробовані на практиці і можуть бути запропоновані середньостатистичному студенту фізичних спеціальностей у якості доповнення до стандартних університетських курсів.

Наприклад при вивченні природних оптичних явищ зручно користуватися не статичними картинками, а комп'ютерною моделлю, яка демонструє хід променів в краплині води при різних кутах падіння (рис.3). За допомогою цієї моделі легко дослідити кутові параметри веселки першого, другого та веселок вищих порядків.

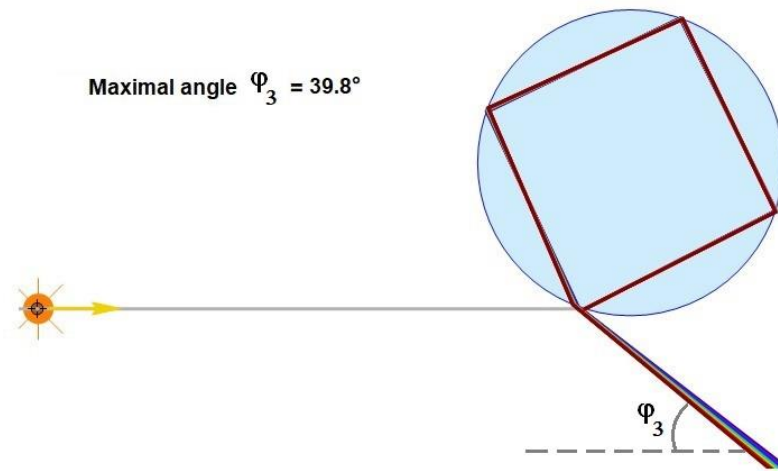
При вивченні курсу «Електрика та магнетизм» доцільно використовувати комп'ютерні моделі для дослідження електричного та магнітного поля складних систем. Наприклад, розподіл магнітного поля навколо кільцевого магніту різної форми та розмірів демонструє комп'ютерна модель наведена на рис. 4. Комп'ютерна модель дозволяє змінювати усі геометричні розміри магніту і відповідно до них розраховує карту магнітного поля, а також графіки залежності аксіальної та радіальної компоненти індукції магнітного поля.

З графіків видно, що розподіл магнітного поля кільцевого постійного магніту відрізняється від розподілу поля котушки соленоїда. На відміну від соленоїда, магнітне поле кільцевого постійного магніту на аксіальній осі має дві особливі точки, в яких поле дорівнює нулю.





б)



в)

Рис. 3. Хід променів у краплі води при утворенні веселки. (а – випадок одного відбиття в краплі, б – два відбиття, в – три відбиття)

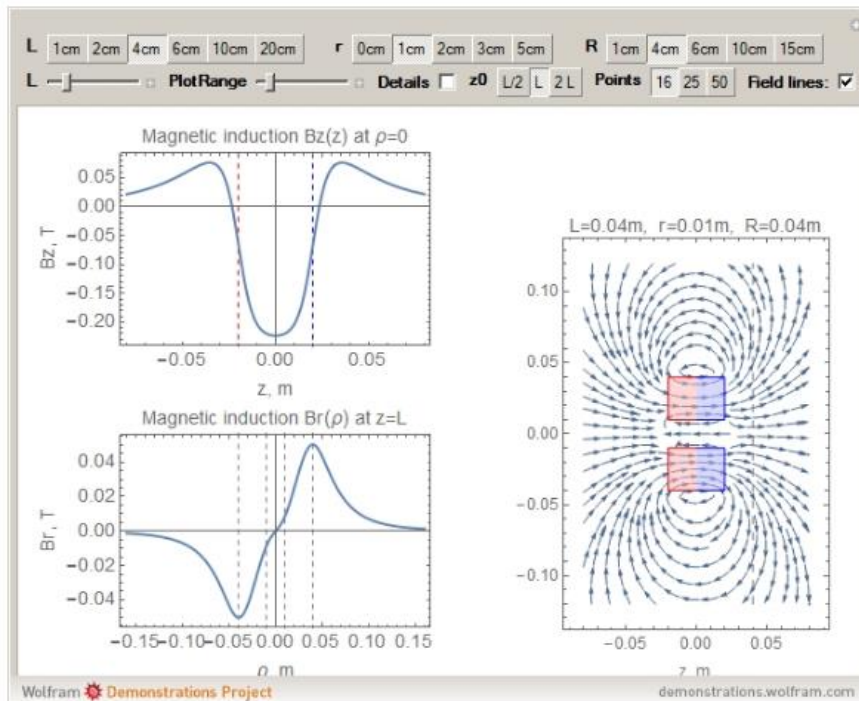


Рис.4. Вигляд комп'ютерної демонстрації “Магнітне поле кільцевого магніту”.

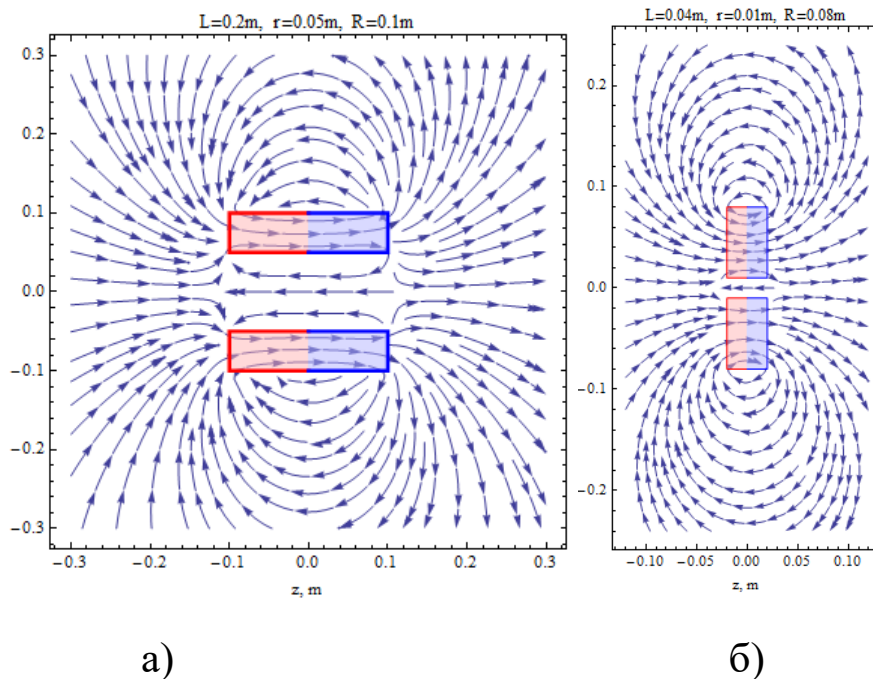


Рис.5. Розподіл магнітного поля кільцевого магніту а) $R=10\text{см}$, $r=5\text{см}$, $L=2b=20\text{см}$; б) $R=8\text{см}$, $r=1\text{см}$, $L=2b=4\text{см}$.

Аналогічно рекомендується використовувати комп'ютерні моделі при вивченні теми „Електричне поле поблизу провідників”. Наведення заряду на поверхні провідника, що розміщений у зовнішньому електричному полі, моделюється за допомогою закону Кулона. У моделі легко намалювати розподіл електричного поля та еквіпотенційні поверхні. Можна порівняти результати роботи моделі з відомими розв'язками деяких задач електростатики, що вивчаються студентами в електродинаміці.

Комп'ютерна модель „Рух зарядженої частинки в магнітосфері Землі” дозволяє студентам краще уявити розподіл магнітного поля нашої планети. У найпростішому наближенні можна вважати магнітне поле Землі дипольним. Рух частинки визначається силою Лоренца. Підбираючи різні початкові умови, можна спостерігати відбиття частинки магнітним полем; захоплення частинки магнітним полем та її рух у радіаційному поясі; наближення частинки до магнітних полюсів, що пояснює явище полярного сяйва. Узагальненням моделі

може бути вивчення поведінки зарядженої частинки в довільному магнітному полі, зокрема дослідження ефекту „магнітної пастки”.

При вивченні статистичної фізики можна порівняти результати роботи моделі з теорією. Ідеальний газ моделюється набором кульок в посудині, що пружно стикаються із стінками та між собою за законами класичної механіки, а між зіткненнями рухаються прямолінійно і рівномірно. Двовірна модель із 50–100 кульками дозволяє дослідити у реальному часі наступні явища: встановлення розподілу Максвелла за швидкостями незалежно від початкових умов, флуктуації розподілу Максвелла за рахунок невеликої кількості кульок; середнє значення та флуктуації тиску, його відповідність законам молекулярно-кінетичної теорії; броунівський рух і його властивості, якщо одну із кульок зробити більш масивною; дифузію; середню довжину пробігу кульки.

Підводячи підсумки, зазначимо, що використання комп’ютерного моделювання фізичних явищ є вдалим методичним доповненням стандартних курсів фізики у вищих навчальних закладах, яке стимулює засвоєння фізичних законів, формує асоціативний зв’язок між фізичною реальністю та математичним представленням законів природи, підвищує мотивацію та інтерес до навчання, покращує рівень освіченості студентів.

8. Методика залучення студентів до наукових досліджень.

Науково-дослідна робота студентів є важливою складовою якісної підготовки спеціалістів. Вона розвиває пошукові здібності, творче мислення, формує ініціативних та кваліфікованих фахівців. Тому залучення студентів до наукової роботи у вищих навчальних закладах є важливою та актуальною задачею, що постає у процесі підготовки спеціалістів та особливо магістрів.

Основний напрям у розвитку студентської науки - дедалі ширше впровадження елементів наукових досліджень в навчальний процес. Поєднання наукового пошуку студента з його навчанням взаємно збагачує обидва процеси, бо знання, здобуті у творчих пошуках, особливо цінні.

Залучення студентів до науково-дослідної роботи здійснюється у студентських групах у процесі вивчення профільних дисциплін та дисциплін, орієнтованих на наукові дослідження (наприклад, «Основи науково-дослідної роботи (ОНДР)»), та у позаурочний час шляхом залучення прогресивної молоді у гуртки, студії та творчі колективи наукового спрямування.

Форми і методи залучення студентів до наукової діяльності:

- виконання завдань з науково-творчою складовою у процесі вивчення профільних дисциплін;
- опанування основ ведення наукових досліджень у процесі вивчення дисципліни ОНДР;
- створення навчально-наукових структур для позаурочного навчання і активне залучення студентів до гурткової та студійної роботи науково-творчого спрямування;
- заслуховування та обговорення результатів наукових досліджень студентів на кафедральних засіданнях та семінарах;
- залучення студентів до участі в олімпіадах на конкурсах різного рівня;
- залучення студентів до участі в конкурсі студентських наукових робіт;
- залучення студентів до участі в наукових конференціях, семінарах, симпозіумах;

- висвітлення досягнень студентів в засобах масової інформації з метою популяризації науково-дослідницької роботи у студентському середовищі.

Робота над наявною літературою та іншими джерелами інформації є первинним науковим пошуком. Починаючи наукову розробку, студент зобов'язаний ознайомитись із станом інформації по даному питанню, врахувати та максимально використати проведені раніше дослідження. В процесі підготовки оглядів та реферування студенти складають бібліографічний перелік використаної літератури по темі дослідження.

Рекомендується познайомити студентів з універсальним бібліографічним менеджером Mendeley для управління бібліографічною інформацією, що дозволяє зберігати і переглядати наукові праці у форматі PDF. Безкоштовно завантажити та встановити програму можна за наступним посиланням <https://www.mendeley.com/guides/desktop/>. За допомогою цієї програми легко створювати список літератури з необхідним стандартним форматуванням.

Для підготовки до друку наукових статей необхідно познайомити студентів з системою LaTeX [19-20]. Найзручніший спосіб підготовки наукових статей в системі Latex є хмарний сервіс Overleaf: <https://www.overleaf.com/>

9. Контроль навчальних досягнень студентів

Основною вимогою до вищої освіти в Україні за сучасних умов є орієнтація її на розвиток творчої особистості, здатної вирішувати професійні та соціально-економічні проблеми в їх взаємозв'язку. Професійне становлення особистості проходить безпосередньо під час навчально-виховного процесу, тому від його змісту та організації залежить результат цього становлення.

У вищій школі, внаслідок перенесення акцентів на самостійне оволодіння знаннями, підвищення якості підготовки спеціалістів може бути забезпечене не тільки удосконаленням методів навчання (застосуванням інтерактивних технологій, комп'ютеризації навчального процесу, впровадженням новітніх досягнень педагогіки), але і через зворотній зв'язок. Він реалізується через контроль навчальної, творчої та практичної діяльності студентів, тобто контроль якості результатів навчання. Контроль знань студентів дає можливість визначити не тільки ступінь підготовленості студентів, але і рівень якості викладання, перевірити методику викладання, спроможність ефективно впливати на розвиток ключових компетентностей, розвиток здібностей студентів. За результатами контролю знань студентів викладач може знаходити шляхи удосконалення форм, методів і засобів власної педагогічної майстерності.

Контроль навчальних досягнень студентів становить собою сукупність усвідомлених дій, спрямованих на отримання відомостей про рівень оволодіння програмного матеріалу, опанування теоретичними й практичними знаннями, навичками і вміннями, що необхідні в процесі виконання завдань професійної діяльності

Найбільш значимі функції контролю в процесі навчання:

- *навчальна*, яка полягає у тому, щоб під час контролю за успішністю формувався стійкий інтерес до вивчення предмету;
- *виховна*, яка передбачає, що контроль знань має зворотний зв'язок, який показує викладачу і студентам ефективність їхньої роботи;
- *контролююча*, яка дає змогу стежити за процесом і результатами навчальної діяльності;

- *організуюча*, яка полягає у організації навчального процесу в цілому та сприяє формуванню режиму самостійної роботи студентів;
- *розвивальна*, яка виявляється у тому, що під час контролю вдосконалюються когнітивні здібності та процеси: увага, пам'ять, увага, мислення.

Вибір форм контролю залежить від мети, методів, змісту навчання, місця й часу проведення занять. Відповідно до форм навчання виділяються такі **форми контролю**: індивідуальний, груповий, фронтальний та самоконтроль.

При *індивідуальному* контролі з'ясовуються індивідуальні знання, здібності й можливості окремих студентів. Під час індивідуального контролю кожен студент одержує своє завдання, яке він повинен виконати без сторонньої допомоги. Індивідуальний контроль планується завчасно.

Групову форму організації контролю застосовують при повторенні з метою систематизації й узагальнення навчального матеріалу. Для такого контролю група тимчасово поділяється на кілька підгруп (від 2 до 10 студентів). Залежно від мети контролю групам пропонують однакові або різні завдання.

При *фронтальному* контролі завдання пропонуються всій групі і перевіряється правильність сприйняття й розуміння навчального матеріалу, ступінь закріплення в пам'яті.

Особливо важливим для розвитку студентів є *самоконтроль*. Для організації самоконтролю у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін є надання відповідей на поставлені завдання. Тоді студентам цілком достатньо звіритися з остаточним результатом.

Контроль навчальних досягнень студентів поділяють за часом його проведення на такі види: попередній, поточний, рубіжний і підсумковий.

Попередній контроль (діагностика вихідного рівня знань студентів) застосовуємо як передумову для успішного планування і керівництва навчальним процесом.

Поточний контроль знань є органічною частиною всього педагогічного процесу і слугує засобом виявлення ступеня сприйняття (засвоєння) навчального матеріалу.

Рубіжний (тематичний, модульний, блоковий) контроль знань є показником якості вивчення окремих розділів, тем і пов'язаних з цим пізнавальних, методичних, психологічних і організаційних якостей студентів. Рубіжний контроль може проводитися усно й письмово, у вигляді контрольної роботи, індивідуально або у групі.

Підсумковий контроль являє собою залік студентів з метою оцінки їх знань і навичок у відповідності до вимог професійної кваліфікації. Контроль знань з фізики мною проводиться системно, при цьому враховуються не тільки зовнішній зворотній зв'язок – викладач – студент, а й внутрішній зворотній зв'язок – самоконтроль. Тому що саме самоконтроль сприяє формуванню в студентах активності та відповідальності.

За місцем проведення розрізняють такі основні форми контролю знань студентів: контроль на лекції, на семінарських і практичних заняттях, у поза аудиторний час, на консультаціях, заліках і іспитах.

Визначення якості підготовки фахівців забезпечується системою зворотного зв'язку та перевірки знань студентів на різних етапах навчання за допомогою *вхідного, поточного, проміжного, підсумкового і відстроченого* контролю, який називають ще контролем залишкових знань.

Через обмеженість часу для проведення контролю знань студентів часто використовують тестові програми. Основна мета тестового контролю знань (ТКЗ) – оцінювання рівня знань студентів та одержання інформації для удосконалення навчального процесу.

Тест – завдання стандартної форми, що має на меті визначити рівень знань, розумового розвитку, спеціальних можливостей та інших якостей особистості людини.

Відповідно до загальної мети можна виділити такі основні функції ТКЗ:

- *діагностична;*
- *навчальна;*

- *організує*;
- *виховна*.

Діагностична функція – визначення реального рівня сформованості знань студента.

Навчальна функція полягає в повторенні пройденого матеріалу і дозволяє краще закріпити отримані знання.

Організує функція тестового контролю виявляється в його впливі на організацію навчального процесу. Залежно від отриманих результатів вносяться відповідні зміни в навчальний процес.

Виховна функція полягає в розвитку пам'яті, мислення та формуванні гармонійно-розвинутої творчої особистості.

Тестовий контроль знань, як один з елементів навчального процесу, повинен відповідати загальними принципами педагогіки: 1) об'єктивності і справедливості оцінювання; 2) систематичності; 3) ефективності й оперативності; 4) науковості; 5) гласності; 6) єдності вимог та ін.

Зміст завдань ТКЗ повинен задовольняти таким вимогам: 1) чіткість формулювань; 2) оптимальний рівень складності; 3) надійність; 4) валідність.

Надійність – це стійкість результатів тесту до впливу з боку різних випадкових факторів-перешкод, тобто завадостійкість. Він означає ймовірність одержання здобувачами освіти однакових результатів за виконання тесту в різноманітних ситуаціях тестування. Надійність – одна з найважливіших характеристик тесту. Тестова програма повинна дозволяти визначити й оцінити знання, уміння і навички з максимальною точністю.

Валідність – це поняття, яке вказує нам, що саме вимірює тест і наскільки добре він це робить. Валідність охоплює великий обсяг найрізноманітнішої інформації про тест. Різноманітні категорії цих відомостей і утворюють типи валідності.

Тест повинен включати комплекс завдань різноманітних видів, для того щоб всебічно оцінити рівень засвоєння навчальної інформації: розуміння, пізнання, відтворення, застосування, творчість. Особливо складно методом тестування діагностувати творчий рівень.

Для реалізації цих умов існує класична процедура складання тестів, що має таку послідовність етапів.

1 етап. Викладач повинен визначити мету тестування; виділити вимоги (критерії) до оцінюваних знань, умінь, навичок (розробити шкалу оцінювання).

2 етап. Розглядається план тесту, визначається кількість завдань, встановлюється рівень їх складності. З погляду практичного підходу, кількість завдань повинна дорівнювати, або бути кратною максимальній кількості балів, що виставляється за тест (у випадку однакової складності завдань). Тоді легко визначити результати тестування. Що стосується вибору кількості варіантів можливих відповідей, то їх повинно бути від 3 до 5, адже при двох варіантах тест перетворюється в лотерею з вірогідністю 50%, при трьох – маємо 33% того, що студент вгадає відповідь; відповідно: чотири варіанти – 25%, а п'ять – 20%. Збільшувати кількість альтернативних відповідей більше п'яти не рекомендується, оскільки зниження відсотка можливості вгадування відповіді зменшується вже незначно, а час, що буде витрачено студентом на обмірковування при цьому зростає.

3 етап – складання і підбір завдань. Кількість завдань у тесті повинна забезпечити рішення поставлених перед тестуванням цілей (тобто необхідно найбільш повно охопити досліджуваний матеріал). Форма завдань повинна бути різноманітною і залежати від предмета тестування. У тестах для фізико-математичних дисциплін повинні бути присутні завдання, що містять формули, графіки, схеми.

В Інтернеті існує велика кількість програм для створення тестових завдань та проведення тестування. Найбільш зручніша серед них – платформа **Classtime**. Ця платформа дозволяє миттєво оцінити знання та прогрес студентів як дистанційно, так і в аудиторії. Під час тестування викладач може слідкувати за прогресом кожного студента. Для написання складних формул у тестових завданнях використовується мова *LaTeX* [19-20].

Можливість тестування на смартфонах та розсилання запрошення для тестування через соціальні мережі дозволяє

використовувати короткого тесту (3-5 запитань) під час лекції, що суттєво підвищує її ефективність.

Реєстрація на платформі Classtime [21] та використання більшості сервісів цієї програми – безкоштовні. Швидко освоїти цю систему можна за допомогою відео уроків [22].

Вміле володіння викладачем різними формами контролю знань сприяє збільшенню зацікавленості студентами у вивченні предмету, підвищені якості освіти і підготовки конкурентоспроможних фахівців.

Список літератури

1. Закон України «Про вищу освіту».
https://urst.com.ua/act/pro_vyshchu_osvitu.
2. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. / М. М. Фіцула. – 2-ге вид., доп. – Київ : Академвидав, 2014. – 456 с.
3. Бушок Г. Ф., Венгер Е. Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе. – К.: Вища школа. – 2000. – 415 с.
4. Резван О. Методика викладання у вищій школі / О.О. Резван. – Харків, ХНАДУ: «Міськдрук», 2012. – 152 с.
5. Слєпкань З. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі / З.Слєпкань. – К.: НПУ, 2005. – 239 с. 59.
6. Туркот Т. Педагогіка вищої школи: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Т.І. Туркот. – К.: Кондор, 2011. – 628 с.
7. Інтернет-ресурс: Відео лекція професора Массачусетського технологічного інституту Уолтера Левіна
<https://www.youtube.com/watch?v=sJG-rXBmCc>
8. Інтернет-ресурс: Пунктирні лінії на лекціях професора Массачусетського технологічного інституту Уолтера Левіна
<https://www.videoman.gr/ru/13047>
9. V. Holovatsky, Ray Diagrams For Microscope And Telescope,
<http://demonstrations.wolfram.com/RayDiagramsForMicroscopeAndTelescope/>, 2009.
10. V. Holovatsky, Light Ray In a Prism, <http://demonstrations.wolfram.com/LightRayInAPrism/> , 2009.
11. V. Holovatsky, Light Rays In a Lens, <http://demonstrations.wolfram.com/LightRaysInALens/> , 2009.
12. V. Holovatsky, Reflections in a Mirrored Corner,
<http://demonstrations.wolfram.com/ReflectionsInAMirroredCorner/> , 2010.
13. V. Holovatsky, Fraunhofer Diffraction (Double Slit),
<http://demonstrations.wolfram.com/FraunhoferDiffractionDoubleSlit/> , 2010.
14. Wolfram demonstration project [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://demonstrations.wolfram.com/OscillationsOfAnElasticPendulum>

- Oscillations of an elastic pendulum, Contributed by: Holovatsky V., Holovatska Y. (2019) published February 19, 2019.
15. Wolfram demonstration project [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://demonstrations.wolfram.com/MagneticFieldOfAHollowCylindricalMagnet/> Magnetic field of a hollow cylindrical magnet (Contributed by: Volodymyr Holovatsky, (Chernivtsi National University, Ukraine) and Yana Holovatska (Chernivtsi Liceum #1)). published January 29, 2020
 16. Wolfram demonstration project [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://demonstrations.wolfram.com/InteractingCylindricalMagnets/> Interacting Cylindrical Magnets (Contributed by: Volodymyr Holovatsky (Chernivtsi National University, Ukraine) and Yana Holovatska (Chernivtsi Liceum #1)). published January 23, 2020
 17. Wolfram demonstration project [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
<https://demonstrations.wolfram.com/FallingCylindricalMagnetInConductingTube/> Interacting Cylindrical Magnets (Contributed by: Volodymyr Holovatsky (Chernivtsi National University, Ukraine) and Yana Holovatska (Chernivtsi Liceum #1)). published February 5, 2021.
 18. Vitt A. Oscillations of an elastic pendulum as an example of the oscillations of two parametrically coupled linear systems/ A.Vitt, G. Gorelik// Zhurnal Tekhnicheskoy Fiziki. – 1933. – V.3. - №2-3, P.294.
 19. Львовский С. М. Набор и вёрстка в пакете LATEX. — 3-е изд. — М.: МЦНМО, 2003. 448 с.
 20. Балдин Е. М. Компьютерная типография LaTeX. – «БХВ-Петербург», 2008. – 304 с. (<http://elib.ict.nsc.ru/jspui/handle/ICT/940> лицензия CC-BY-SA)
 21. Интернет-ресурси: Classtime <https://www.classtime.com/ru/sign-up/>
 22. Интернет-ресурси: Как начать работу с Classtime за 7 минут <https://www.youtube.com/watch?v=6spu7Kh5JwQ>

Додатки

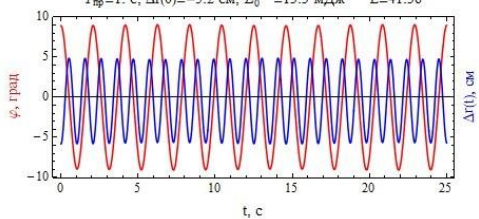
Додаток А

Моди коливань та їх фазові траєкторії

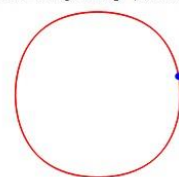
$$T_g = 2. \text{ c}, \quad \varphi(0) = 8.9^\circ, \quad E_0^{(g)} = 28.03 \text{ мДж} \quad E_0^{(g)}/E_0^{(np)} = 2.1$$

$$T_{np} = 1. \text{ c}, \quad \Delta r(0) = -5.2 \text{ см}, \quad E_0^{(np)} = 13.3 \text{ мДж} \quad E = 41.36$$

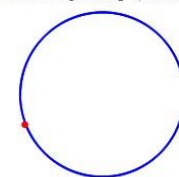
A



phase trajectory ($\varphi, d\varphi/dt$)



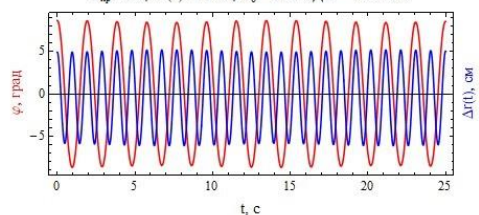
phase trajectory ($r, dr/dt$)



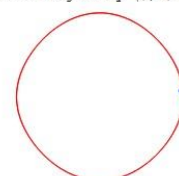
$$T_g = 2. \text{ c}, \quad \varphi(0) = 8.7^\circ, \quad E_0^{(g)} = 29.25 \text{ мДж} \quad E_0^{(g)}/E_0^{(np)} = 1.95$$

$$T_{np} = 1. \text{ c}, \quad \Delta r(0) = 5.5 \text{ см}, \quad E_0^{(np)} = 15. \text{ мДж} \quad E = 44.27$$

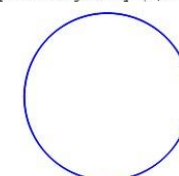
B



phase trajectory ($\varphi, d\varphi/dt$)



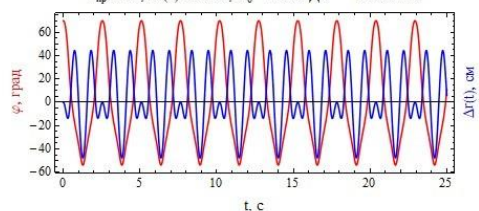
phase trajectory ($r, dr/dt$)



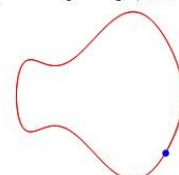
1

$$T_g = 2.19 \text{ c}, \quad \varphi(0) = 70.1^\circ, \quad E_0^{(g)} = 1614.65 \text{ мДж} \quad E_0^{(g)}/E_0^{(np)} = \infty$$

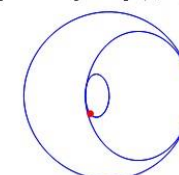
$$T_{np} = 1. \text{ c}, \quad \Delta r(0) = 0.6 \text{ см}, \quad E_0^{(np)} = 0.2 \text{ мДж} \quad E = 1614.82$$



phase trajectory ($\varphi, d\varphi/dt$)



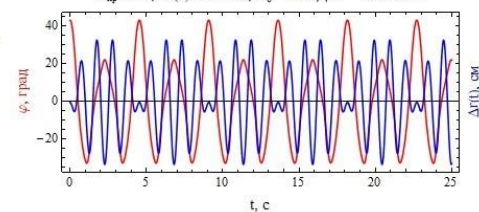
phase trajectory ($r, dr/dt$)



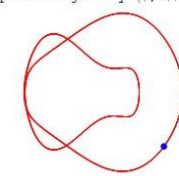
2a

$$T_g = 2.07 \text{ c}, \quad \varphi(0) = 43^\circ, \quad E_0^{(g)} = 654.68 \text{ мДж} \quad E_0^{(g)}/E_0^{(np)} = \infty$$

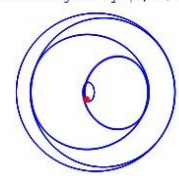
$$T_{np} = 1. \text{ c}, \quad \Delta r(0) = -0.1 \text{ см}, \quad E_0^{(np)} = 0 \text{ мДж} \quad E = 654.69$$



phase trajectory ($\varphi, d\varphi/dt$)



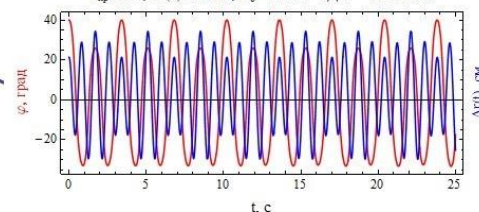
phase trajectory ($r, dr/dt$)



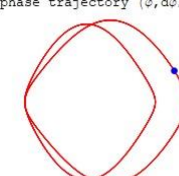
2b

$$T_g = 2.06 \text{ c}, \quad \varphi(0) = 40^\circ, \quad E_0^{(g)} = 697.29 \text{ мДж} \quad E_0^{(g)}/E_0^{(np)} = 2.93$$

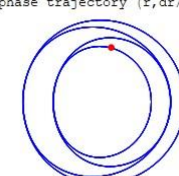
$$T_{np} = 1. \text{ c}, \quad \Delta r(0) = 22. \text{ см}, \quad E_0^{(np)} = 237.7 \text{ мДж} \quad E = 935.03$$



phase trajectory ($\varphi, d\varphi/dt$)



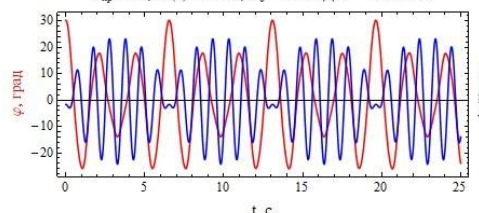
phase trajectory ($r, dr/dt$)



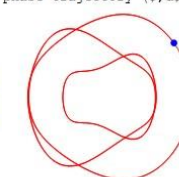
3a

$$T_g = 2.04 \text{ c}, \quad \varphi(0) = 30.3^\circ, \quad E_0^{(g)} = 329.53 \text{ мДж} \quad E_0^{(g)}/E_0^{(np)} = 668.41$$

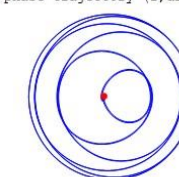
$$T_{np} = 1. \text{ c}, \quad \Delta r(0) = -1. \text{ см}, \quad E_0^{(np)} = 0.5 \text{ мДж} \quad E = 330.02$$



phase trajectory ($\varphi, d\varphi/dt$)

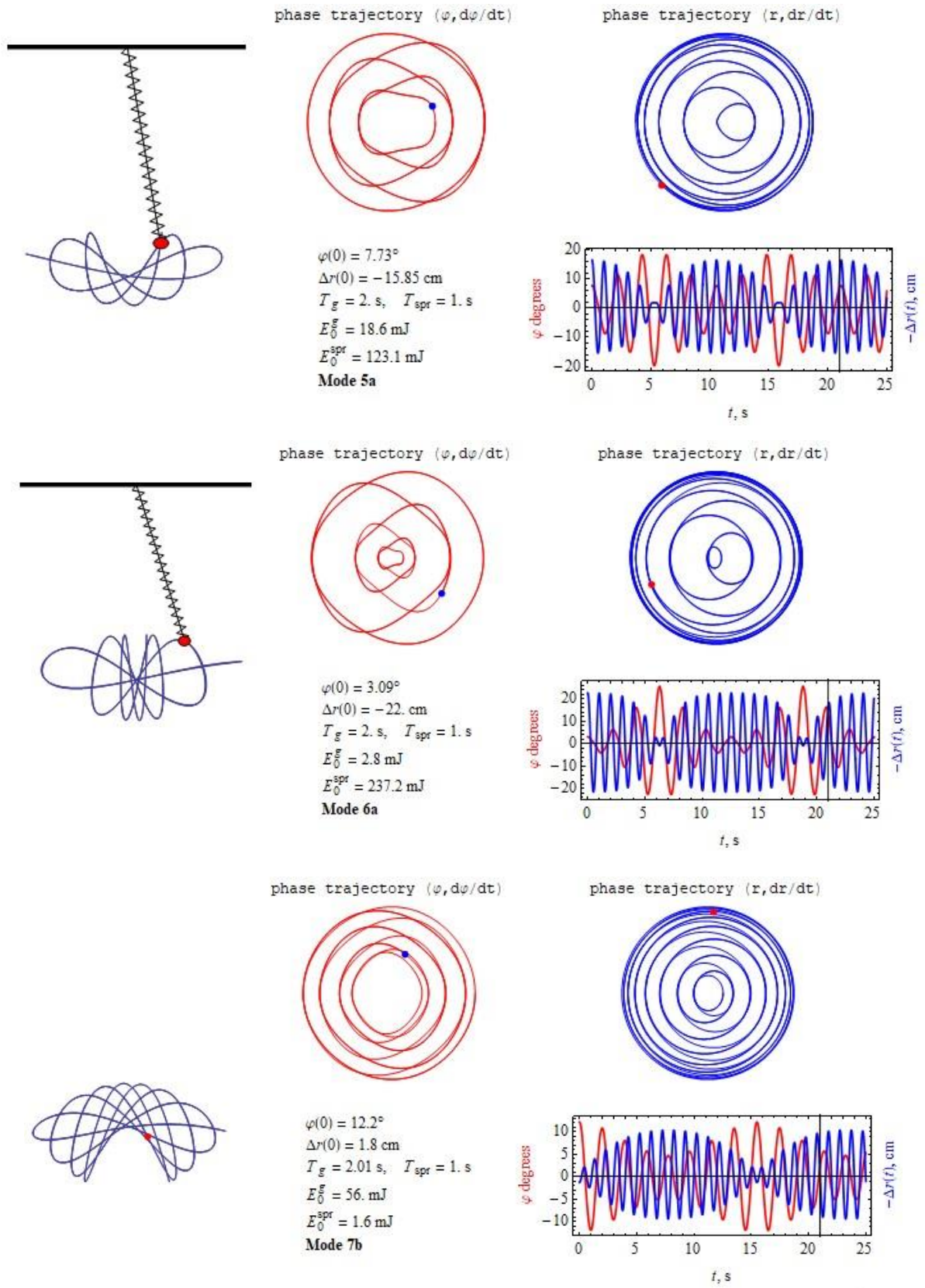


phase trajectory ($r, dr/dt$)



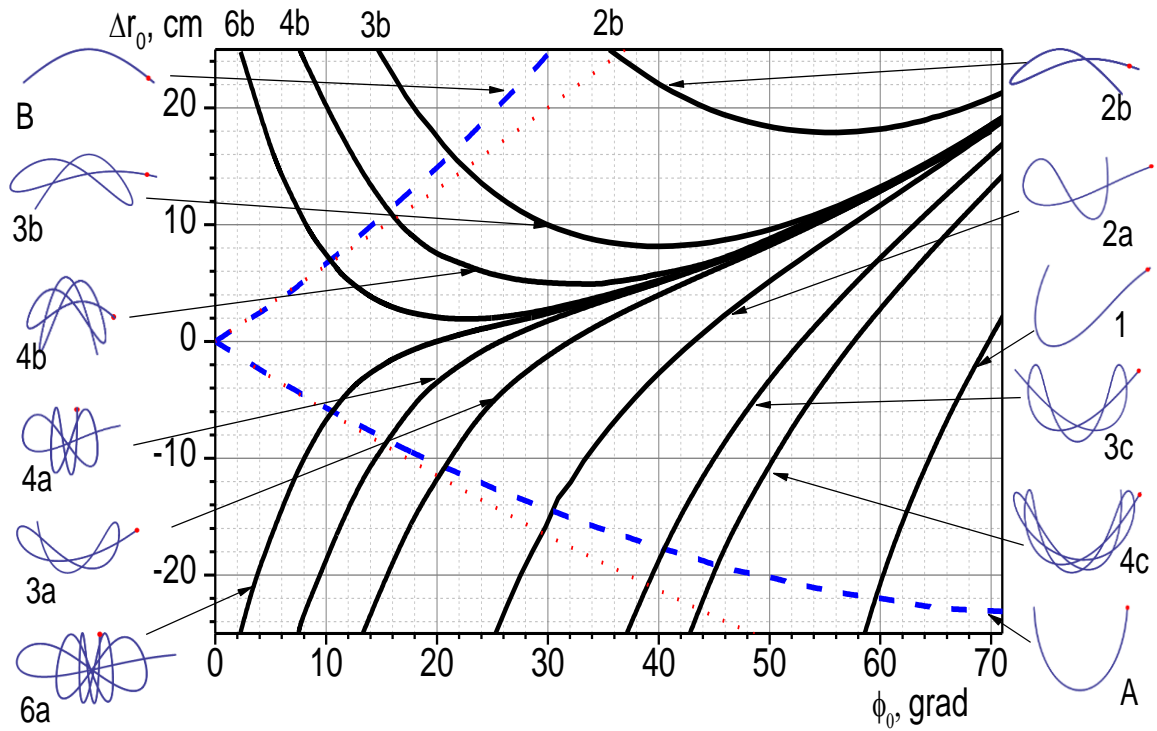
Додаток В

Приклади мод з великим періодом передачі енергії



Додаток С

Карта розподілу гілок коливних мод на площині початкових відхилень маятника – суцільні лінії.



Стани **A** і **B** (відсутній обмін енергіями) – штрихові лінії. Точкові лінії – початкові умови при яких $E_0^{(1)} = 2E_0^{(2)}$.