

Дінжос Р.В., Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С.

***STEM-освіта:
трансдисциплінарний підхід***

*Рекомендовано до друку вченою радою
Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського
(Протокол № 07 від 06.12.2021 р.)*

АВТОРИ: *Дінжос Роман Володимирович*, професор, доктор технічних наук;
Манькусь Ірина Володимирівна, доцент, кандидат педагогічних наук;
Недбаєвська Людмила Степанівна, доцент, кандидат педагогічних наук.

РЕЦЕНЗЕНТИ: *Сургова С.Ю.* – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри соціальної роботи, управління і педагогіки Чорноморського національного університету імені Петра Могили;

Каушан Т.М. – кандидат педагогічних наук, вчитель-методист ДВНЗ «Миколаївська політехніка».

Дінжос Р.В., Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С.

STEM-освіта: трансдисциплінарний підхід. – Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2021. – 147 с.

ISBN 978-617-534-147-7

У посібнику запропоновані інноваційні методи і форми STEM-освіти на основі трансдисциплінарного підходу, що є актуальним в умовах модернізації національної системи освіти та деяких досягнень фізичної науки і сучасних технологій.

Посібник розрахований на вчителів природничо-математичних дисциплін закладів загальної середньої освіти, студентів, магістрантів та викладачів закладів вищої освіти.

ЗМІСТ

Передмова	4
РОЗДІЛ I. Сучасне освітнє середовище: STEM-освіта	5
1.1. Тенденції розвитку STEM-освіти в Україні	5
1.2. Трансдисциплінарний підхід в STEM-освіті	8
1.3. Технологія укрупнених дидактичних одиниць як технологія трансдисциплінарного підходу	11
1.4. Творчі завдання	50
РОЗДІЛ II. Інновації в методах і формах освітньої діяльності в контексті STEM-освіти	52
2.1. Впровадження технологій навчання через співпрацю в проектах	52
2.2. Майстер-клас "Фізика у живій природі"	57
2.3. Розвиток креативності у навчанні природничих та гуманітарних дисциплін	76
2.4. Трансдисциплінарний підхід як засіб формування духовної культури особистості	109
РОЗДІЛ III. STEM-майданчики як компоненти розвитку НУШ	120
3.1. Впровадження STEM-майданчиків як шлях реалізації трансдисциплінарного підходу в освітній діяльності	120
3.2. STEM-майданчик «Перлини світу»	131
3.3. STEM-майданчик «Звуки в житті людини»	134
Список використаних джерел	139

Передмова

В Концепції розвитку STEM-освіти в Україні зазначено: «Одним з пріоритетних напрямів розвитку усіх країн світу стає STEM-освіта (наука, технології, інженерія, математика). Тому відповідність змісту навчання суспільно-економічним запитам держави має бути основою нової філософії природничо-математичної освіти». Відтак, заплановано оновити стандарти вищої освіти галузі знань «Освіта / Педагогіка» з питань використання новітніх педагогічних підходів до викладання та оцінювання, практики міжпредметного навчання, методів та засобів навчання, що сприяють розвитку дослідницьких і винахідницьких компетентностей.

Продекларовані в цій Концепції зміни в освіті вимагають іншого підходу до розуміння та організації пізнавальної діяльності учнів. Формування пізнавальної активності учнів, на нашу думку, може проходити успішно за умови використання трансдисциплінарного підходу у навчанні.

Метою посібника є надання допомоги вчителям природничо-математичного циклу у формуванні пізнавальної активності учнів у процесі оволодіння навчальним матеріалом, розвитку їх мислення і творчих здібностей.

Запропоновані конкретні методи і прийоми управління пізнавальною діяльністю учнів, розкриті можливості використання при цьому сучасних технологій навчання в контексті трансдисциплінарного підходу.

Автори також свідомі того, що зміст посібника може бути покращеним, і тому всі зауваження і пропозиції зацікавлених читачів будуть сприйняті з вдячністю.

РОЗДІЛ I. Сучасне освітнє середовище: STEM-освіта

1.1. Тенденції розвитку STEM-освіти в Україні

«Педагогічна Конституція Європи», яка розроблена науковцями України, Литви і Німеччини, стосується важливої проблеми – пошуку єдиної ціннісної та методологічної платформи підготовки нового учителя для об'єднаної Європи XXI століття.

Автори Конституції визначили спільні європейські засади професійної підготовки педагога.

Головною позицією документа є узгодження ціннісної платформи педагогічної освіти на основі людиноцентризму, толерантності, миролюбності, екологічної безпеки, прав людини, солідарності. Зазначені ціннісні орієнтації в системі професійної підготовки вчителя в Україні задекларовані в державних документах (Закони України «Про освіту», «Про вищу освіту», Концепція Нової української школи, Концепція розвитку педагогічної освіти, Концепція розвитку STEM-освіти), реалізуються кафедрою фізики та математики Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського в трьох основних напрямках:

- Моделювання інноваційного освітнього середовища на основі компетентнісного, трансциплінарного та STEM-орієнтованого підходів.
- Створення інноваційної наукової інфраструктури: студентоцентрований навчально-практичний центр, університетські студії, науково-методична лабораторія «Технологічної підготовки майбутнього викладача природничо-математичних дисциплін», освітньо-наукова лабораторія, STEM-центр.

- Створення кластеру соціального партнерства з метою підготовки конкурентноспроможних фахівців для ринку освітніх послуг об'єднаної Європи.

Одним із основних положень «Педагогічної конституції Європи» і Концепції розвитку STEM-освіти в Україні є визначення ключових компетенцій вчителя, таких як: інформаційна, адаптивна, комунікативна, комунікації іноземною мовою, здатність навчатися впродовж життя, науковця-дослідника. Володіючи такими компетенціями, вчитель стає висококваліфікованим фахівцем, носієм європейських цивілізаційних цінностей.

Запровадження STEM-освіти не тільки дозволить вчителям наочніше пояснювати необхідний матеріал, а й допоможе учням ще зі шкільної парти вчитися критичному мисленню та вдало комбінувати отримані знання для вирішення реальних життєвих ситуацій. Адже одними із основних компетентностей школярів є навички логічного і математичного мислення та наукове розуміння природи і сучасних технологій. Педагоги та науковці прагнуть, щоб науково-технічні, математичні, інженерні професії стали знову популярними, а цю популярність потрібно розвивати із отриманих знань у школі.

Концепція спрямована на модернізацію STEM-освіти, її широкомасштабне впровадження на всіх складниках та рівнях освіти, встановлення партнерства з роботодавцями і науковими установами та їхнє залучення до розвитку природничо-математичної освіти.

Згідно з Концепцією, навчальні методики та навчальні програми STEM-освіти будуть спрямовані на формування компетентностей, актуальних на ринку праці. Зокрема, це критичне, інженерне і алгоритмічне мислення, навички оброблення інформації й аналізу даних, цифрова грамотність, креативні якості та інноваційність, навички комунікації.

STEM-освіта буде впроваджуватись із урахуванням принципів особистісного підходу, постійного оновлення змісту освіти відповідно до

нових досягнень науки та вимог ринку праці, формування необхідних компетентностей на всіх складниках та рівнях освіти, розвитку закладів спеціалізованої освіти наукового спрямування.

Розвиток STEM-освіти може бути забезпечений на початковому, базовому, профільному, вищому/професійному рівнях освіти.

STEM-освіта може реалізуватися через усі види освіти – формальну, неформальну, інформальну (на онлайн-платформах, у STEM-центрах/лабораторіях, за допомогою екскурсій, турнірів, конкурсів, фестивалів, практикумів тощо).

Значна увага приділятиметься вихованню критичного, інженерного, алгоритмічного мислення, розвиток упевнених навичок оброблення інформації й аналізу даних. На перше місце також ставляться такі компетентності як цифрова грамотність, креативні якості та інноваційність, а також — навички комунікації та командної роботи.

Для впровадження STEM-орієнтованого підходу потрібно створити фундамент, який надає послуги з оволодіння новими методиками, технологіями, формами роботи тощо.

Сьогодні STEM-підходи реалізуються у формі різноманітних олімпіад, турнірів (Всеукраїнський турнір юних фізиків і Всеукраїнський турнір юних винахідників та раціоналізаторів) у діяльності Малої академії наук, конкурсах і заходах: Intel Techno Ukraine, Intel Eco Ukraine, Фестиваль науки Sikorsky Challenge, STEM Festival, наукові пікніки тощо. Проте безпосередньо на уроках впровадження STEM-освіти є недостатнім.

Основна мета проєкту:

– створити науково-дослідницький простір для учнів 10–15 років задля вивчення фізичних явищ за допомогою STEM-технологій у позаурочний час англійською мовою;

– стимулювати учнів до креативності й бажання спостерігати та вивчати навколишній світ, заглиблюватися у кожне звичайне повсякденне явище з погляду науки, її законів та закономірностей;

– надати учням стійку мотивацію для саморозвитку й самовдосконалення, дати змогу впроваджувати здобуті знання у повсякденному житті; – створити базовий словничок фізичних явищ англійською мовою;

– навчити слухати та розуміти науково-популярні відеоролики англійською мовою.

1.2. Трансдисциплінарний підхід в STEM-освіті

Прогрес у різних галузях науки призводить до появи нових знань, що виділяються в окремі науки. Це призводить до збільшення кількості навчальних предметів і зменшення часу на їх вивчення. Виникає проблема - як забезпечити засвоєння необхідних знань та технологій, не збільшуючи час і не зменшуючи якість їх засвоєння. Одним із засобів розв'язання цієї проблеми може стати використання трансдисциплінарного підходу в контексті STEM-освіти.

Методологічну основу такого підходу складають інтеграційні тенденції, які відбуваються в сучасній науці, техніці, технологіях і дозволяють вивчати всі процеси та явища, що відбуваються в природі і суспільстві в їх взаємозалежності розвитку та взаємозв'язку. Це буде сприяти формуванню єдиної системи знань – наукової картини світу, а також узагальнених способів дій (ключових компетентностей) та ціннісних орієнтацій особистості.

Для реалізації такого підходу в STEM-освіті необхідно навчально-виховний процес наповнити інтегрованими елементами, які будуть містити в собі споріднені, взаємодоповнюючі та взаємопов'язані знання.

Застосовуючи трансдисциплінарний підхід можна використовувати різноманітні форми освітньої діяльності, завдяки чому будуть реалізуватися зв'язки як між предметами, так і між предметами природничо-математичного циклу та дисциплінами професійно-спрямованими, або з гуманітарними дисциплінами.

У всіх природничих науках і відповідних їм навчальних дисциплінах спільним предметом вивчення є природа. Але кожна з цих наук вивчає лише окремі сторони, які властиві природі. При цьому кожний навчальний предмет пояснює і обґрунтовує окремі сторони Всесвіту і не може сформувати цілісну систему знань. Відтак, у навчальному процесі штучно розриваються на фізичні, хімічні, біологічні, історичні і т.ін. явища, які органічно пов'язані у природі. Тому використання провідного принципу STEM-освіти - трансдисциплінарного підходу дозволить здійснити модернізацію методологічних засад, змісту, обсягу навчального матеріалу предметів природничо-математичного та гуманітарного циклів, технологізацію процесу навчання та формування компетентностей якісно нового рівня, а саме інтегративних компетентностей у природничих науках і технологіях, соціальних і громадянських сферах, обізнаності та самовираженні у сфері культури, екології і збереженні власного здоров'я.

Дуже важливим є те, щоб до STEM- і Art-освіти отримали доступ учні маленьких та невеликих населених пунктів України – сіл, селищ та малих міст, оскільки, зазвичай, у них менше можливостей в отриманні якісної сучасної освіти.

Завдання трансдисциплінарного підходу:

- організація такого освітнього середовища, в якому б явища оточуючого світу отримували синхроністичне пояснення з точки зору фізики, біології, хімії, географії, математики, історії і за допомогою навіть творів художньої літератури, тобто STEM-майданчика;
- створення експозиції «Лінія часу», в якій відтворювати відомості про історію наукових відкриттів, вчених, історичні події різних періодів і т.ін. для формування умінь співвідносити події в історії природознавства, техніки, досягненнями в літературі та мистецтві;
- підготовка матеріально-технічної бази для супроводу освітньої діяльності учасників майданчика.

На засадах трансдисциплінарного підходу в рамках STEM- та Art-технології створено та забезпечено функціонування дитячо-юнацького експериментаріуму в Явкинській школі Баштанської ОТГ Миколаївської області, який працює щодня і який вже відвідали декілька сотень учнів сільських шкіл об'єднаної громади. Для забезпечення його роботи залучено викладачів декількох предметів, зусилля яких спрямовуються на з'ясування стану розвитку відповідної науки (предмету) в той чи інший час відповідної історичної доби. Встановлення самих таких горизонтальних часово-просторових зв'язків дозволяє повніше розкрити динаміку змін у світі науки, техніки, культури всесвітньої історії а, відтак, повніше розкрити національну, соціокультурну та загальнокультурну складову змісту освіти.

Кожна історична епоха пов'язана з видатними особистостями, які є творцями наук, тому історичні знання повинні поєднуватися із фактами, теоріями, законами, гіпотезами природничих наук. Таким чином, на нашу думку, найбільш повно буде реалізовано трансдисциплінарний підхід у освітній діяльності.

Наприклад, якщо розглядати, скажімо, історичний період 1810-1820 рр., то в хімії було створено таблицю атомних мас 45 хімічних елементів (Й.Берцеліус), у фізиці відкрито магнітну дію струму (Х.Ерстед), встановлені закони магнітної взаємодії (А.Ампер), в географії створені перші синоптичні карти (Г.Брандес) та відкрито Антарктиду (Ф.Беллінсгаузен і М.Лазарєв), у світовій літературі всі захоплюються творами Д.Байрона (Дон Жуан). А якщо готуємо матеріал періоду 1860-1865 рр., то мова йтиме про створення головної теорії електромагнітного поля Дж.Максвеллом (фізика), відкриття законів спадковості Г.Менделем (біологія), створення теорії О.Бутлеровим «Про хімічну будову речовини» (хімія), про скасування кріпацтва в Росії та рабства в США (історія, географія); а в літературі відбулися дві події: у 1861 р. помер Т.Г.Шевченко, а у 1862 р. П.Чубинський написав вірша «Ще не вмерла Україна».

Отже, розробляючи зміст STEM- та Art-майданчиків, можна послуговуватись технологією трансдисциплінарного підходу для створення проєктів, в яких би обґрунтовувалися історичні події, передумови відкриттів, внесок окремих осіб у розвиток галузі та відбувалась мотивація до пошуку нової цікавої інформації.

1.3. Технологія укрупнених дидактичних одиниць як технологія трансдисциплінарного підходу

Ідея вивчення навчального матеріалу укрупненими дидактичними одиницями з'явилася в ХХ столітті, протягом багатьох років її енергійно розробляв доктор педагогічних наук, академік П.М. Ерднієв. Спочатку технологія створювалася для викладання математики. Педагог об'єднав в єдиному підручнику математики арифметику, геометрію, алгебру, тригонометрію, креслення. П.М. Ерднієв ввів визначення дидактичної одиниці “дидактичною одиницею може бути сукупність питань, або груп задач, над якими працюють в межах одного уроку. Дидактична одиниця засвоєння повинна представляти основну “клітинку” навчального процесу, тобто локальну і відносно самостійну сходинку навчальної діяльності.” [15, с. 3]

Експериментальну і теоретичну розробку структурування навчального матеріалу проводила А.І. Балашова. На основі результатів експериментів було визначено, що кількість інформації, яка міститься в одиниці матеріалу, значно збільшується при його паралельному структуруванні [1, с. 3]

На початку 70-х років з'являються публікації з досвіду донецького вчителя В.Ф. Шаталова щодо використання технології укрупнених дидактичних одиниць при викладанні фізики. Значну зацікавленість науковців і вчителів досвідом В.Ф. Шаталова можна пояснити певними обставинами.

По-перше, перехід до обов'язкової загальної середньої освіти здійснювався без будь-яких змін існуючої системи освіти, внаслідок чого від вчителів з одного боку, вимагали стовідсоткової успішності учнів, а з іншого,

існуюча система навчання не дозволяла цю вимогу здійснити. Тому багато вчителів шукали способи змінити систему навчання, пристосувати її до нових вимог і умов роботи школи. При аналізі досвіду В.Ф. Шаталова зазначається, що він дозволяє всім учням без винятку засвоювати шкільну програму з високими оцінками. [11, с. 4]

По-друге, В.Ф. Шаталов використовував у своїй роботі нестандартні для школи прийоми і методи організації та проведення навчального процесу, які дозволяли формувати динамічний стереотип мислення учнів, міцні системні знання.

Педагог так описує структуру організації навчального процесу в роботі “Педагогічна проза”: “Перше – розгорнуте пояснення вчителя, друге – стисле викладення навчального матеріалу за опорними плакатами, третє – вивчення листів з опорними сигналами, четверте – робота з підручником дома, п’яте – письмове відтворення конспекту, шосте – прослуховування усних відповідей учнів або відповідей біля дошки. Таким чином – шість етапів роботи над теоретичним матеріалом” [17, с. 19]

По-третє, В.Ф. Шаталову, крім його високої педагогічної майстерності, притаманні риси талановитого лектора, вмілого популяризатора.

В 90-х роках виникає технологія концентрованого навчання як модифікація технології укрупнених дидактичних одиниць. Дана технологія є інтерпретацією широко відомого методу занурення для якого характерні елементи релаксації, навіювання і гри. Цей метод використовувався Ш.А. Амонашвілі, А.М. Тубельським та ін. Г. Ібрагімов успішно систематизував модифіковані методи і дав їм точне психологічне обґрунтування. [4, с. 17]

Задум створення методу концентрованого навчання був викликаний відсутністю у більшості учнів системи знань і умінь з окремих навчальних дисциплін, відсутністю зацікавленості до них, швидким забуванням вивченого матеріалу, підвищенням стомлюваності.

Пояснюється це пер за все тим, що відповідно до класно-урочної системи організації навчального процесу зміст навчання в програмах і підручниках штучно розбитий на логічно завершені розділи, теми, параграфи.

Концептуальні положення

Поняття “укрупненої одиниці засвоєння” (УОЗ) достатньо загальне, його можна представити як інтеграцію конкретних підходів до навчання, а саме:

- спільне і одночасне вивчення взаємопов’язаних дій, операцій, функцій, теорем;
- забезпечення єдності процесів, складання і розв’язування задач;
- перетворення структури вправ для протиставлення вихідного і перетвореного завдання;
- додатковість в системі вправ.

При цьому використовуються такі фундаментальні принципи, пов’язані з мисленням і свідомістю людини:

- переміжне протиставлення контрастних подразників (І.П. Павлов);
- принцип обернених зв’язків, системності і циклічності процесів (П.К. Анохін), оберненості операцій (Ж. Піаже).
- перехід до зверх символів, оперування значно довшими послідовностями символів.

Вище згадані принципи обумовлюються наступними законами мислення: законами протиріччя і виключеного третього.

Укрупнення дидактичних одиниць (УДО) – це локальна система понять, об’єднаних на основі смислових і логічних зв’язків, які утворюють цілісну одиницю інформації, запропоновану для засвоєння. [9, с. 69]

На відміну від гештальтистів П.М. Ерднієв розглядає цілісні образи, які формуються в результаті навчання як постаналітичні. Їх формуванню передують стадії: аналізу, розкладання першопочаткових цілісних образів, виділення в об’єкті сприйняття його елементів і їх взаємовідносин.

П.М. Ерднієв визначив наступні способи укрупнення дидактичних одиниць:

- спільне і одночасне вивчення взаємопов'язаних питань програми;
- перетворення розв'язаної задачі в обернену або аналогічну, що дозволяє визначати новий зміст з кожною видозмінною вихідної вправи;
- метод деформованих вправ, в яких шуканими є не один, а декілька елементів завдання; завдяки цьому прийому в мисленні утворюється раціональна система знань;
- підсилення питомої ваги творчих завдань за самостійним складанням задач, вправ та ін.” [15, с. 4]

Ідею укрупнених дидактичних одиниць В.Ф. Шаталов використав головним чином для того, щоб скоротити термін навчання. Так він стверджує, що вивчення всього програмного матеріалу IV класу учні завершують наприкінці I чверті. [18, с. 21]. Організація навчання таким чином дозволяє вивчити весь навчальний матеріал не тільки з математики, але і з інших предметів та значно швидше, ніж це передбачено навчальним планом. Центральне положення технології В.Ф. Шаталова – це використання листів з опорними сигналами та конспектів-схем, які педагог складав, використовуючи різноманітні асоціації. Як зазначає відомий психолог і педагог П.П. Булонський “різноманітні асоціації по суміжності, починаючи з просторових і часових і закінчуючи логічними, значно покращують згадування; не біда, якщо учень згадуючи намагається уявити собі відповідну сторінку підручника або цілу схему, а ще менша біда, якщо він намагається спиратися у згадуванні на попередні думки або загальний зміст цілого” [3, с. 121].

Використання конспектів-схем (графічних моделей, графіків) навчального матеріалу теми або розділу з метою створення в учнів чіткого, наочного і зрозумілого уявлення про цей матеріал, без сумніву, корисне.

Саме тому ідею використання графічних моделей підхопило багато вчителів і викладачів вищої школи. Найбільш доцільний підхід до графічного моделювання навчального матеріалу сформульований А.І. Бугайовим, Н.Г. Сорокіною, С.С. Сущенком наступним чином: для того, щоб

запам'ятовування навчального матеріалу було найбільш осмисленим, а сприйняття конспекту учнями супроводжувалося їх внутрішньою мовою, опорний конспект повинен будуватися на структурно-логічній основі. [2, с. 28]. Н.Г. Сорокіна вводить поняття асоціативного графа (графічна модель навчального матеріалу): “при побудові графічної моделі процесу навчального пізнання необхідно враховувати принцип використання звичайних асоціацій і стереотипів” [10, с. 7]

Подальша розробка цих ідей звичайно повинна йти по лінії введення в зміст освіти узагальнюючих понять, які дають можливість у сконцентрованому вигляді оволодівати значним об'ємом інформації [12, с. 71]. Таким чином концептуальну основу технології УДО становлять ідеї формування цілісних образів в результаті навчання, використання в навчальному процесі конспектів-схем і листів з опорними сигналами та принципи укрупнення дидактичних одиниць.

Основною метою та завданнями використання технології УДО є:

- формування системи знань, умінь і навичок учнів в ході навчального процесу;
- навчання всіх дітей з будь-якими індивідуальними даними;
- прискорене навчання;
- стимулювання мотивації навчальної діяльності учнів;
- формування рефлексивних компонентів навчальної діяльності: цілеспрямованість, планування, контроль, оцінка;
- поєднання в навчальному процесі лекційної, індивідуальної та самостійної форм діяльності.

Понятійний апарат

Лекція – введення інформації – усний виклад великого за обсягом, складного за логічною побудовою навчального матеріалу.

Опорний конспект – наочна схема, в якій відображені запропоновані для засвоєння одиниці інформації і представлені різні зв'язки між ними. Для

конкретизації абстрактного матеріалу введені знаки, що нагадують про приклади або досліди, які використовуються.

Опора – орієнтована основа дій, спосіб зовнішньої організації внутрішньої розумової діяльності учня.

Опорний сигнал – асоціативний символ (знак, слово, схема, малюнок і т.п.), який має певне смислове значення.

Оперативний контроль засвоєння знань – перевірка засвоєного учнями матеріалу і внесення коректив в окремі питання.

Перше повторення – фронтальний контроль засвоєння навчального матеріалу.

Друге повторення – узагальнення і систематизація знань.

Самоконтроль у навчанні – перевірка учнем власних дій зіставленням, аналізом, корекцією.

Самооцінка – оцінка учнем самого себе, своїх можливостей, досягнень, якостей порівняно з іншими людьми.

Технологічна карта блоку (теми) – містить основні вимоги до знань та вмінь учнів, основні питання, контрольні питання, теми рефератів, практичні завдання за рівнем складності.

Укрупнена дидактична одиниця (блок) – це закінчений, дидактично обґрунтований навчальний матеріал, який поєднує декілька питань і розрахований на 5–10 годин (в залежності від теми чи розділу, що вивчається).

Зміст технології

Головною особливістю змісту технології П.М. Ерднієва є перебудова традиційної дидактичної структури матеріалу в середині навчальних предметів, а в деяких випадках і в середині блоку аналогічних навчальних предметів

П.М. Ерднієв дає наступне визначення власної технології: УДО – це технологія навчання, що забезпечує самозростання знань учня завдяки активізації у нього підсвідомих механізмів переробки інформації через зближення в часі та просторі мозку взаємопов'язаних компонентів цілісного представлення знань [13, с. 49]

Основна ідея П.М. Ерднієва полягає не стільки в збільшенні кількості теоретичного матеріалу, що викладається на одному уроці, скільки в його якісно новому компонуванні. На одному уроці пропонується спільне та одночасне вивчення взаємозв'язаних дій, операцій, функцій, теорем (наприклад, взаємо-обернених).

У традиційній школі подання теоретичного матеріалу розтягнуте й фрагментарне. Наприклад, спочатку вивчається велика тема “Квадратні рівняння”, далі окремо розділ “Функції” й тільки після розділу “Нерівності” (у наступному році) відбувається вивчення теми “Квадратичні функції”. Це, за думкою П.М. Ерднієва, штучно стримує розвиток мислення й уявлення учнів мимоволі перебувають у фазі незагальнених “елементарних” знань. В технології УДО пропонується вивчати не всього помалу, а зразу все про головне.

Велика увага в технології УДО приділяється процесам складання задач, рівнянь, прикладів. Ефективність такого підходу ґрунтується на психологічних закономірностях процесу мислення. Свій вибір між розв'язанням чотирьох однотипних готових рівнянь і складанням та розв'язуванням одного або двох таких рівнянь, П.М. Ерднієв та Б.П. Ерднієв пояснюють так, в розумінні якісного приросту розуму другий варіант занять незрівнянно краще в силу наявності синтетичних ходів думки у виконанні конструктивного завдання взагалі [14, с. 81].

Автор технології УДО вважає, що роботу над задачею недоцільно завершувати отриманням відповіді до неї. Потрібно прийомом обернення скласти та розв'язувати в порівнянні з вихідною (прямою) задачею нову, зворотну задачу, здобуваючи цим додаткову інформацію, що міститься у зв'язках між величинами розв'язаної вихідної задачі. Для цього в умову вихідної задачі вводиться відповідь, а деякі числа з умови переводяться у розряд шуканих. При цьому дуже важливо, щоб пряма та зворотна задачі записувались та розв'язувались у двох паралельних колонках.

Характер розумових процесів різко змінюється, коли замість звичайних прикладів учням пропонують розв'язати деформований приклад. Якщо на розв'язання звичайного прикладу витрачається одна одиниця часу, то на розв'язання відповідного деформованого (наприклад, $11+6=10$) часу витрачається в півтори рази більше, причому розв'язання останнього означає, по суті, перебір у розумі до десяти різних варіантів звичайних завдань ($1+6\neq 10$, $2+6\neq 10$, $3+6\neq 10$, $4+6=10$). Звідси випливає, що розв'язання деформованих завдань означає багаторазове збільшення кількості інформації, що перероблюється в одиницю часу. Важливо, що при розв'язанні таких завдань самоконтроль неминучий.

Всі наведені вище положення технології УДО стосовно вправ, а саме: складання задач, розв'язування деформованих вправ, зворотних задач реалізуються у формі виконання багатокомпонентного завдання. Якщо все завдання на уроці розв'язати не вдається, то решту задають додому.

У системі вправ намагаються максимально реалізувати принцип додатковості [14, с. 41]: “розуміння досягається в результаті міжкодових переходів між образним та логічним у мисленні, між його свідомим та підсвідомим компонентами”. У зв'язку з цим у підручниках, з одного боку, простежується тенденція до об'єднання алгебри та геометрії, а з іншого – забезпечується зв'язок між числовими та літерними виразами, між числом та малюнком, між малюнком та формулою. [14, с. 41]

В загальному підручнику з математики П.М. Ерднієв широко використовує висновки та аналогії – найважливіший елемент творчого мислення. Пропонує вправи з кожного логічно завершеного параграфу.

Учням пропонується:

- вивчати одночасно взаємообернені дії і операції: додавання і віднімання, множення і ділення, піднесення до ступеня і винайдення кореня, заключення в дужки і розкриття дужок та ін.;

- порівнювати протилежні поняття, розглядаючи їх одночасно: пряма і обернена теорема, пряма і протилежна теорема, пряма і обернена функція, періодичні і не періодичні функції, прямі і обернені задачі взагалі;

- порівнювати однорідні і аналогічні поняття: рівняння і нерівності, арифметичні і геометричні прогресії, означення і властивості синуса і косинуса, властивості оберненої і прямої пропорційності;

- порівнювати етапи роботи над вправою, способи її розв'язування, наприклад: графічне і аналітичне розв'язування системи рівняння, геометричне і аналітичне означення вектора.

Прийоми укрупнення знань виявляються також ефективними при повторенні матеріалу. Повторення організується через перетворення, зміну, узагальнення раніше відомого, причому матеріал, вибраний для повторення, на уроці має бути логічно пов'язаний з тим матеріалом, що планується викласти на уроці як новий. На кожному уроці повинен бути логічний центр, який буде концентрувати зусилля учнів та вчителя.

Особливе місце в технології УДО відводиться графічним образам, спільностям символів (надсимволам) для групи формул. Застосовуються двоєдині схеми доведень, матричні схеми. Тут технологія УДО має багато спільного з технологією В.Ф. Шаталова, в якій на використання графічних асоціативних образів – опор – спрямовується головна увага.

Технологія укрупнених дидактичних одиниць за В.Ф. Шаталовим перш за все – технологія послідовності дій вчителя і учня, яка складається з наступних етапів.

1. Перший етап – блочне планування навчального матеріалу.

Кожна тема з певного навчального предмета розбивається на окремі блоки. Кожен блок – це завершена за змістом частина матеріалу, яка вивчається протягом 10–15 уроків (іноді і більше).

При вивченні кожного блоку виконується певний технологічний цикл:

1) первинне пред'явлення учням нового матеріалу;

- 2) оперативний контроль засвоєних знань;
- 3) розучування матеріалу і його глибоке засвоєння;
- 4) тематичний контроль знань;
- 5) систематичне повторення.

Вивчення блоку завершується обов'язковим контролем знань з блоку і виставленням оцінок за тему.

Планування, розподіл часу, вибір завдань, вибір форм контролю вчитель здійснює в залежності від даного блоку уроків.

Перед початком вивчення блоку учні отримують технологічну карту блоку (технологічну карту теми), яка містить основні вимоги до знань та вмінь учнів, основні питання, контрольні питання, теми рефератів, практичні завдання за рівнем складності.

Перелік основних знань та вмінь акцентує увагу учнів на вивченні нової теми і в разі необхідності дозволить самостійно опрацьовувати деякі питання теми, усунути прогалини в їх знаннях та вміннях. Перелік основних знань та вмінь – це не лише довідник учня, а й програма дій вчителя. На основі їх переліку відповідно до принципу укрупнених дидактичних одиниць вчитель komponує теоретичний матеріал у логічно завершені блоки.

Матеріал одного блоку характеризується цілісністю і стосується висвітлення взаємопов'язаних між собою питань. Таке укрупнення дозволяє вивільнити певну кількість годин, які з успіхом можуть використовуватися на осмислення, систематизацію та узагальнення знань.

Навчання розв'язуванню задач з теми, яка вивчається, проводиться за системою поелементного навчання, що стосується кожної конкретної теми.

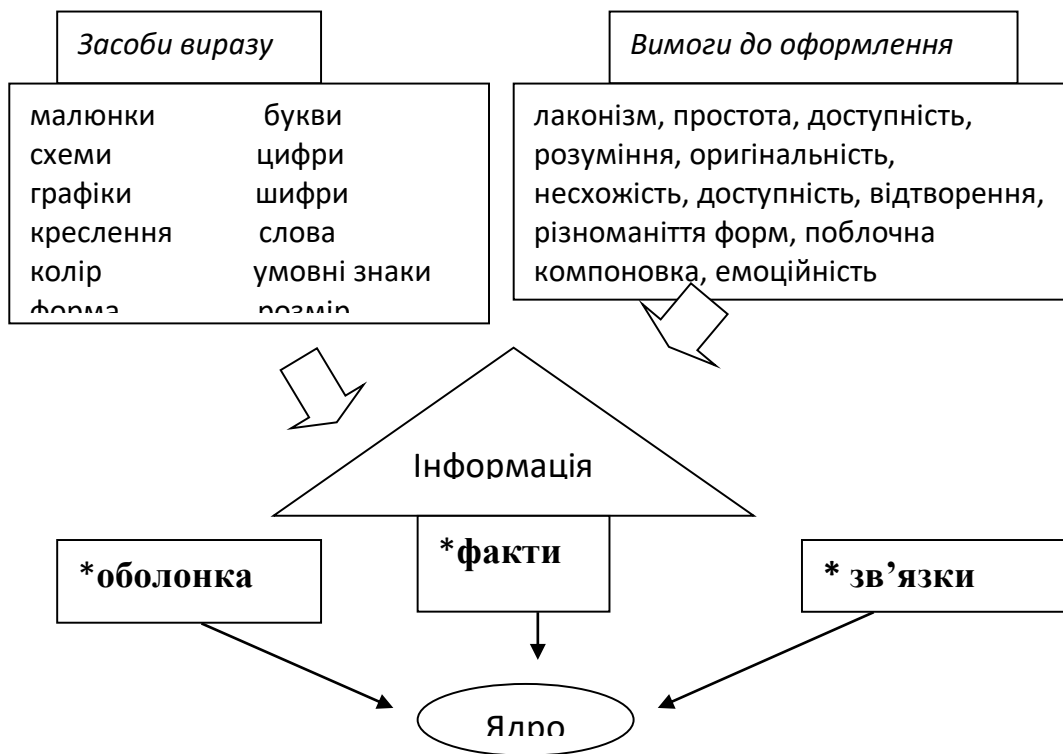
2. Другий етап – первинне пред'явлення навчального матеріалу.

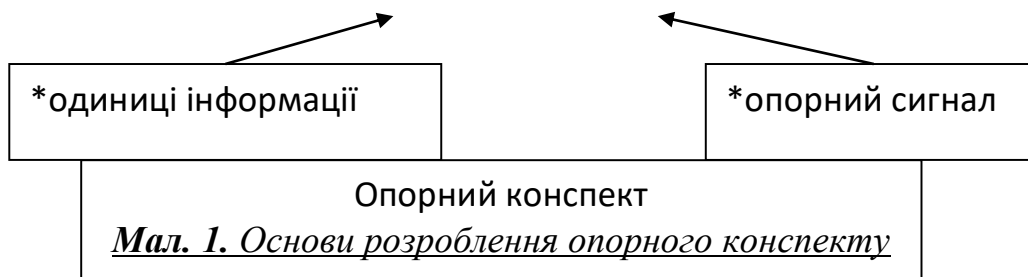
На першому занятті з теми, яка вивчається, вчитель викладає новий матеріал, максимально використовуючи технічні засоби навчання, аудіовізуальні засоби, демонстраційний експеримент. Форма проведення уроку – лекція. При підготовці до проведення лекції вчителю необхідно: скласти

чіткий план, підібрати основний матеріал, який змістовно розкриє тему, наочний матеріал для демонстрування учням.

Лекція в технології УДО має ряд особливостей:

- лекцію необхідно проводити згідно з планом розташування матеріалу в опорному конспекті і його змістом;
- для лекції необхідно підібрати такий зміст навчального матеріалу, який би відображав цілісну систему знань;
- під час пояснення вчителя учень не веде записи. Він слухає вчителя, відповідає на питання, думає, мислить в матеріалі;
- після пояснення матеріалу класу демонструється крупно написаний опорний конспект лекції;
- вчитель повторно швидко і чітко за опорним конспектом повторює весь викладений матеріал.





3. Третій етап – робота вчителя під час розучування матеріалу і його глибокого засвоєння.

При блочному вивченні матеріалу ця робота найбільш важлива і на неї відводиться майже половина всього навчального часу, запланованого на вивчення блоку. Головна мета діяльності вчителя – мобілізувати учня на глибоке розуміння матеріалу і його використання для рішення конкретних завдань.

Поставлена на цьому етапі мета досягається проведенням ряду семінарських занять.

Семінарська форма занять передбачає обговорення проблем, що стосуються раніше прочитаної лекції. Готуючись до семінару, учні можуть працювати над повідомленнями з окремих питань, читати додаткову літературу. Під час заняття окремі учні виступають з доповідями та повідомленнями, інші доповнюють їх виступи, ставлять запитання, беруть участь у дискусії. На такому уроці вчитель спрямовує обговорення доповідей, ставить проблемні запитання, на які відповідають учні.

Семінарське заняття можна організувати і таким чином: всі учні готують питання і виступають з повідомленнями за бажанням. Семінарське заняття характеризується перш за все значним ступенем самостійності учнів у набутті знань. О.Г.Ярошенко поділяє семінари на класичні та робочі. До класичних відносяться такі форми занять, які базуються на здобутті знань з різноманітних джерел інформації переважно в позаурочний час. Тематику класичних семінарів і завдань до них учням повідомляють завчасно. Якісна підготовка

учнями таких семінарів потребує певних затрат часу – від двох тижнів до двох місяців. [19, с. 54]

Від класичних робочі семінари відрізняються тим, що вчителі завчасно не ознайомлюють учнів із планом і завданнями семінару. На такому уроці відбувається усна перевірка набутих знань та їх практичне застосування у процесі виконання тренувальних вправ, розв'язування задач тощо.

4. Четвертий етап блочного навчання – формування експериментальних умінь і навичок за вивченою темою у вигляді лабораторного практикуму (на уроках фізики, біології, хімії). На уроках цього типу учні, спираючись на одержані знання, самостійно виконують лабораторні або практичні роботи, проводять виміри, здійснюють експериментальні розрахунки тощо. Під час таких занять учні звертаються до підручників, довідкової літератури, при цьому не тільки вдосконалюються навчальні уміння за окремими розділами програми, а й формуються загальні уміння роботи з приладами, відпрацьовуються алгоритми дій. Учні, одержуючи знання, вчаться планувати свою діяльність на певний період, здійснювати самоконтроль.

5. П'ятий етап – закріплення і поглиблення знань на уроках розв'язування задач. Його мета – поглиблення і розвиток знань з даної теми.

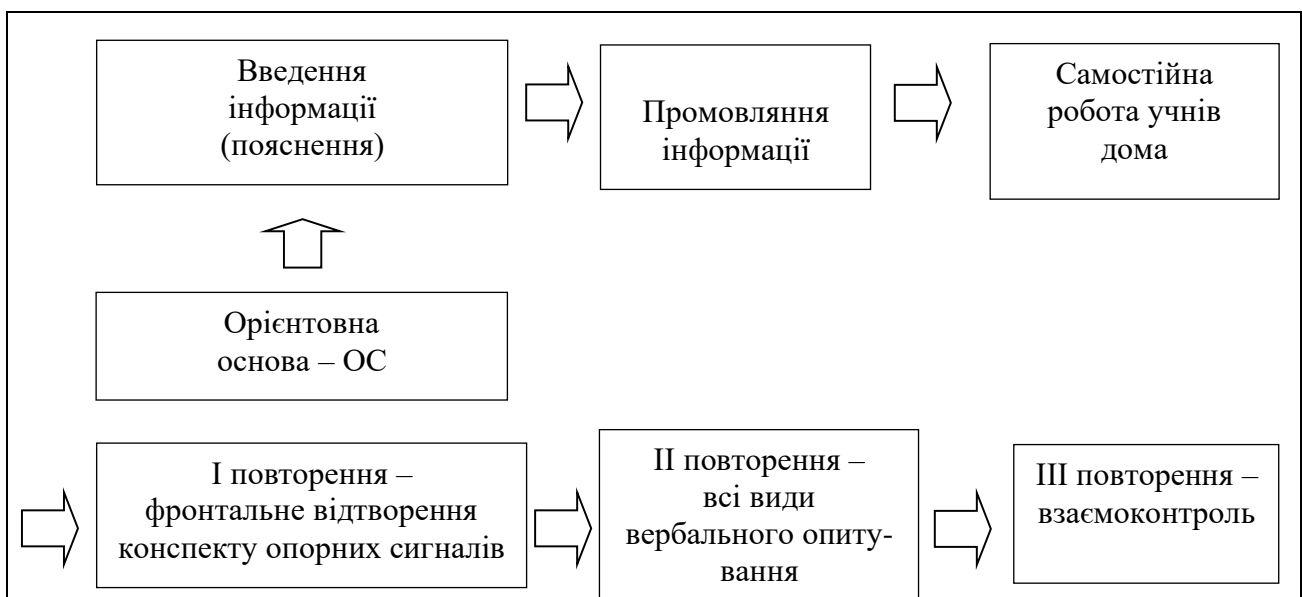
6. Шостий етап блочного навчання – перевірка навчального матеріалу у вигляді заліків. Окремим компонентом діяльності взагалі і навчальної зокрема виділяється оцінка результатів діяльності. Навчальним заняттям, що дозволяє досить повно перевірити й оцінити результат роботи учнів під час блочного навчання, є залікове заняття. “Шкільний залік – це форма перевірки якості знань і вмінь, набутих учнями в результаті вивчення логічно завершеної частини навчального матеріалу (теми, розділу, курсу)” [16, с. 106]

Теоретичні запитання заліку стають відомими учням вже на початку вивчення нової теми – вони входять до переліку базових знань. Кожний учень одержує залікову оцінку з вивченої теми.

Можуть проводитись уроки з застосування вивченого матеріалу – урок цікавих повідомлень.

На всіх етапах блочного навчання доцільними є поточні та підсумкові консультації, які допомагає проводити учень-консультант. Організація та проведення консультування в процесі навчання передбачає, що перед вивченням певної теми вчитель розподіляє учнів за групами [8, с. 184]

Блок теорії



Блок практики

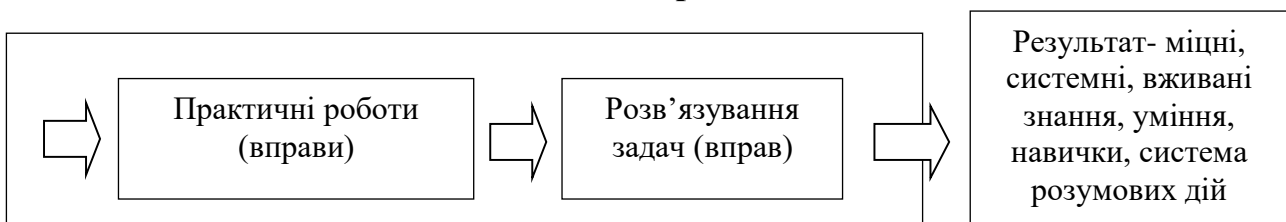


Рис. 2. Технологічна схема організації навчального процесу (за технологією Шаталова).

В.Ф. Шаталов розробив систему навчальної діяльності школярів, яка забезпечує активність учнів на уроці. Стереотип навчальної діяльності учнів оснований на роботі з опорними конспектами, яка має чіткі етапи і супроводжується цілим рядом прийомів і принципово нових рішень.

1. Після пояснення теорії вчителем біля дошки і повторного пояснення за опорним конспектом учні індивідуально працюють над конспектами проводиться фронтальне закріплення за блоками конспекту.

2. Самостійна робота учнів вдома: опорний конспект + підручник + допомога батьків.

Учням пропонується пам'ятка для самостійної роботи дома:

- згадайте пояснення вчителя, використовуючи конспект;
- прочитайте заданий матеріал у підручнику;
- співставте прочитане із конспектом;
- розкажіть матеріал підручника за допомогою конспекту;
- запам'ятайте конспект як опору відповіді;
- відтворіть письмово конспект і порівняйте його із зразком.

3. Перше повторення – відтворення конспекту по пам'яті і перевірка робіт в міру їх надходження; одночасно іде “тихе” магнітофонне опитування після письмової роботи – голосне опитування.

4. Усне промовляння опорного конспекту проводиться в процесі різних видів опитування.

5. Друге повторення – узагальнення і систематизація знань.

За технологією В.Ф. Шаталова учні працюють за принципом відкритих перспектив. Кожна оцінка, яку отримав учень, заноситься на листок обліку знань і може бути виправлена у будь-який час на більш високу. [18, с. 37]

Аналіз основних положень технології УДО та технології В. Ф. Шаталова показує, що ці дві технології багато в чому збігаються. Автори обґрунтовують доцільність використання власних технологій у навчанні схожими положеннями з психології мислення. Обидві технології дають

супроводжувальний ефект швидшого, ніж при традиційній системі, засвоєння учнями повних навчальних курсів (при розробці обох технологій автори таку мету не ставили). До того ж досвід вчителів-практиків свідчить про те, що спільне використання зазначених технологій дає хороші результати. В технології УДО розроблені принципи та способи ефективного укрупнення матеріалу, що викладається, а в технології В.Ф. Шаталова – форми та способи закріплення такого викладання матеріалу на підставі графічних образів.

Вимоги до особистості і діяльності педагога

Передумовою досягнення досконалості в будь якому виді педагогічної діяльності є готовність до цієї діяльності.

Готовність вчителя до професійної діяльності розглядається як єдність особистісного та процесуального компонентів. З одного боку, вона є особистісною, тобто емоційно-інтелектуальною, вольовою, мотиваційною, з іншого – операційно-технічною, що включає інструментарій педагога, який передбачає професійні знання, вміння, навички, способи і засоби педагогічного впливу.

Готовність вчителя до впровадження особистісноорієнтованих технологій у професійній діяльності визначена О.М. Пехотою як складно-структуроване утворення, що забезпечує необхідні внутрішні умови формування технологічної грамотності вчителя, його сталого професійного зростання [7, с. 41].

Готовність до використання освітніх технологій УДО розглядається нами як єдність чотирьох складових компонентів.

Ціле-мотиваційний компонент цієї готовності містить:

- інтерес до професії вчителя фізики та математики;
- орієнтацію на досягнення високих результатів в професійній діяльності;

- здатність проявити творчу індивідуальність в роботі.

Змістовий компонент готовності вчителя до використання технології укрупнених дидактичних одиниць являє собою систему особистісно привласнених вчителем знань і понять: “укрупнена дидактична одиниця”, “опорний конспект”, “опора”, “опорний сигнал”, “перше повторення”, “друге повторення”, “самоконтроль”, “самооцінка”, “оперативний контроль”, “технологічна карта”, “картка-завдання”, “оціночний лист”.

Операційний компонент готовності містить :

- систему умінь і навичок моделювання та проектування навчальної діяльності за принципами укрупнення дидактичних одиниць;
- загальні уміння технологічного характеру: постановка мети та формулювання завдань педагогічної діяльності, визначення її змісту, підбір засобів реалізації, що забезпечують вироблення нових форм і методів проведення уроків [5, с. 122],

Використання даної технології в освітньому процесі передбачає наступні етапи діяльності вчителя:

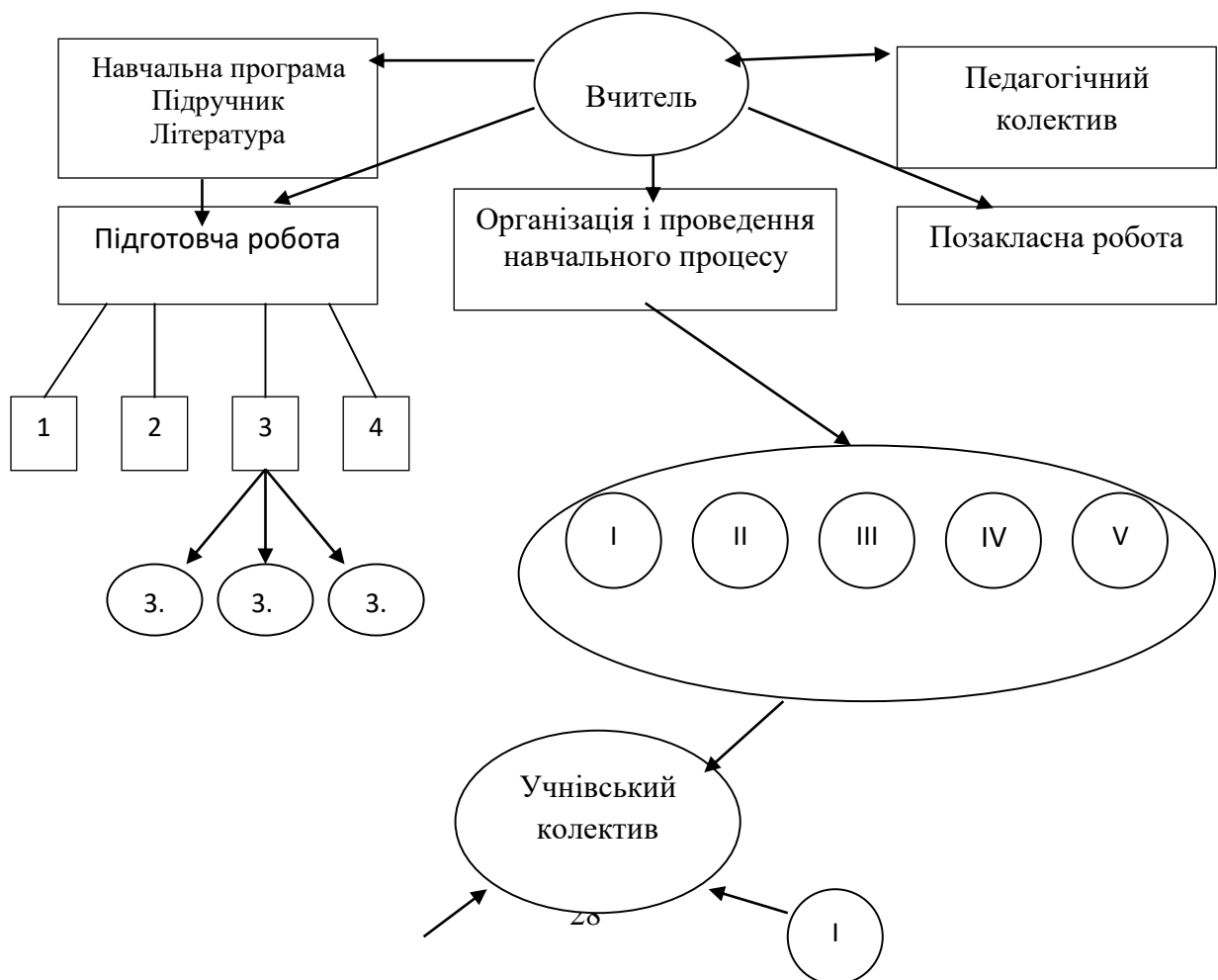
- розробку проектно-технологічної моделі курсу щодо вивчення певної дисципліни (фізики, математики, іноземної мови та ін.);
- складання проектно-технологічної карти теми;
- розробка інформаційно-технологійної карти уроку;
- аналіз траєкторії розвитку знань учня з даної дисципліни.

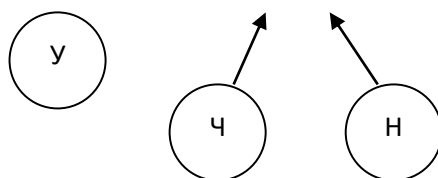
Вміння вчителя використовувати технологію укрупнення дидактичних одиниць передбачає:

- забезпечення учнів потрібною навчальною інформацією у формі лекції з використанням опорних конспектів, технічних засобів навчання, демонстраційного і фронтального експериментів;
- завдання для проробки навчального матеріалу і тренування вмінь і навичок;

- організацію навчальної роботи учнів, її контроль, оцінку, облік і корекцію;
- узагальнення навчального матеріалу в різноманітних формах;
- організацію і керівництво навчальною діяльністю учнів з узагальнення навчального матеріалу;
- підсумковий контроль і оцінку роботи кожного учня щодо виконання плану вивчення теми;
- виявлення прогалин і недоробок окремих учнів у виконанні плану і організацію ліквідації цих проблем і недоробок;
- вивчення особистості учня і учнівського колективу.

На основі розглянутої моделі використання технології УДО в навчальному процесі можна побудувати схему діяльності вчителя (рис. 3):





1. Аналіз навчального матеріалу 2. Блочне структурування матеріалу 3. Планування майбутньої роботи 4. Вибір ТЗН, наочних посібників, експерименту 3.1 Визначення мінімуму знань, вмінь і навичок 3.2 Вибір завдань за рівнем складності 3.3 Складання плану формування навчальних вмінь	I. Первинне пред'явлення навчального матеріалу II. Робота вчителя під час розучування матеріалу. Вивчення листів з опорними сигналами III. Формування експериментальних умінь і навичок IV. Організація домашньої роботи учнів з підручником і опорним конспектом V. Перевірка навчального матеріалу у вигляді заліків
---	--

Рис. 3.Схема діяльності вчителя в технології УДО

Досвід роботи вчителів фізики м. Миколаєва свідчить про доцільність використання технології УДО при викладанні предмета в умовах рівневої і профільної диференціації навчання.

На початку ХХІ ст. актуальність використання технології при викладанні фізики в школі обумовлюється:

- зменшенням кількості годин на вивчення тем і вивільненням часу на розв'язування задач, особливо в класах гуманітарного і природничо-математичного профілів;

- підвищенням мотивації навчання фізики, завдяки практичній спрямованості;

- системністю фізичних знань.

Вчителі фізики м. Миколаєва використовують технологію УДО при викладанні предмета в старших класах.

Наводимо приклади використання технології при викладанні тем “Світлові кванти. Дії світла”, “Механічні властивості твердих тіл”, розділу “Динаміка”.

Блочне планування матеріалу розділу “Динаміка”

(10 клас, профільне навчання фізики)

Блок № 1: Закони Ньютона

Урок 18. Перший закон Ньютона.

Урок 19. Взаємодія тіл. Інертність.

Урок 20. Маса.

Урок 21. Сила. Другий закон Ньютона.

Урок 22. Вимірювання сил.

Урок 23. Складання сил.

Урок 24. Третій закон Ньютона.

Урок 25. Рішення задач.

Урок 26. Історія розвитку динаміки. Взаємоконтроль.

Блок № 2: Сили в природі

Урок 27. Закон всесвітнього тяжіння.

Урок 28. Сила тяжіння. Центр тяжіння.

Урок 29. Рішення задач.

Урок 30. Сила пружності.

Урок 31. Рішення задач.

Урок 32. Лабораторна робота 2 “Вимірювання жорсткості пружини”.

Сила тертя спокою і сила тертя ковзання.

Урок 33. Сила тертя кочення. Рідке тертя. Облік і використання тертя в

практиці.

Урок 34. Лабораторна робота 3 “Вимірювання коефіцієнта тертя ковзання”.

Рішення задач на рух тіла під дією декількох сил.

Урок 35. Взаємоконтроль. Рішення задач.

Блок № 3: Застосування законів динаміки

Урок 36. Проекції вектора в двомірній системі координат.

Урок 37. Алгоритм рішення задач на другий закон Ньютона.

Урок 38. Рішення задач на другий закон Ньютона.

Урок 39. Рух під дією сили тяжіння:

- 1) тіло рухається по вертикалі;
- 2) початкова швидкість тіла направлена горизонтально.

Урок 40. Рух під дією сили тяжіння: початкова швидкість тіла направлена під кутом до горизонту. Лабораторна робота 4 “Вивчення руху тіла, кинутого горизонтально”.

Урок 41. Рух по колу (кінематика).

Урок 42. Рух тіла по колу у вертикальній площині.

Урок 43. Рух тіла по колу в горизонтальній площині. Штучний супутник Землі. Перша космічна швидкість.

Урок 44. Лабораторна робота 5 “Вивчення руху тіла по колу під дією сил пружності і тяжкості”.

Урок 45. Рішення задач.

Урок 46. Вага тіла.

Урок 47. Вага тіла, рухомого з прискоренням.

Урок 48. Невагомість. Перевантаження.

Урок 49. Рух тіла по похилій площині.

Урок 50. Рішення задач. Рух тіла в рідкому середовищі.

Урок 51. Принцип відносності Галілея.

Урок 52. Відносність руху.

Урок 53. Взаємоконтроль – залік.

Урок 54. Підготовка до контрольної роботи. Урок відкритих завдань.

Урок 55. Контрольна робота.

Інформаційно-технологічна карта блоку “Закони Ньютона”

№ уроку	Число	Тема уроку	Завдання	Оцінка	Хто оцінює
18		Перший закон Ньютона	Р. – № 36		
19		Взаємодія. Інертність	Впр. 31, 32; Р. – № 119, 123, 65 Р. – № 112–116		
20		Маса	пр. 33; Р. – № 120, 121, 122, 124 Впр.11 № 1–4 (підручник)		
21		Сила. Другий закон Ньютона			
22		Вимірювання сил Складання сил	Впр.35–38; Р. – № 130–136 Впр. 40–43. 39		

23			Р. – № 126, 128 129, 139, 140		
24		Третій закон Ньютона	Впр. № 44; впр. 12 № 1, 2 (підручник)		
25		Рішення задач	Р. – № 143–148		
26		Взаємоконтроль	Р. – № 141, 142, 84		

Контрольні питання до теми “Закони Ньютона”

1. Що і як вивчає динаміка?
2. Ідеї Арістотеля, Галілея, Ньютона.
3. Умова спокою і рівномірного прямолінійного руху.
4. Перший закон Ньютона.
5. Інерція. Приклади.
6. Інерціальна система відліку.
7. За яких умов змінюється швидкість тіла?
8. Інертність.
9. Прояв інертності. Приклади.
10. Маса.
11. Еталон маси. Одиниця маси.
12. Вимірювання маси різними способами.
13. Властивості маси.
14. Що таке сила?
15. Що є мірою взаємодії тіл?
16. Другий закон Ньютона.

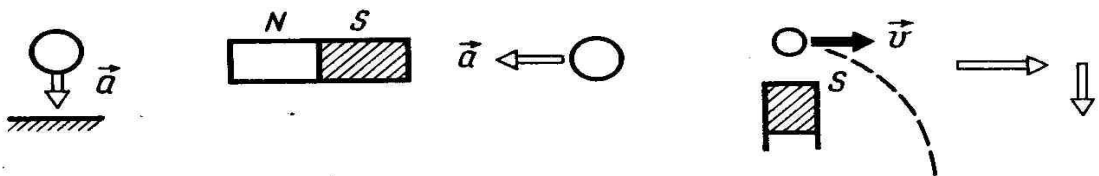
17. Як сам Ньютон формулював другий закон?
18. Особливості другого закону Ньютона.
19. Одиниця сили. Фізичний сенс.
20. Як вимірюються сили на практиці, яким приладом?
21. Пристрій і дія динамометра. Градування динамометра.
22. Застосування другого закону Ньютона при дії на тіло декількох сил.
23. Третій закон Ньютона.
24. Особливості взаємодії тіл.

Приклади опорних конспектів по блоку “Закони Ньютона”

УРОК – 19

Взаємодія тіл. Інертність

Чому змінюється швидкість? Як?



тільки при взаємодії тіл!

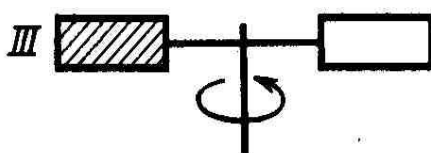
ЯК ВЗАЄМОДІЮТЬ ТІЛА?



Зіткнення



відштовхуються



пружиною

34

обертаються на

1. Напрями прискорень протилежні

2. $\frac{a_1}{a_2} = \text{const}$

Швидкість змінюється

швидше

- легковий автомобіль
- порожній вагон
- стілець

повільніше

- вантажний автомобіль
- навантажений вагон
- стіл

Тіла менш

Тіла більш

ІНЕРТНІ

Інертність – властивість “відгукватися” певним прискоренням на дію

Пішохід!



Обережно!

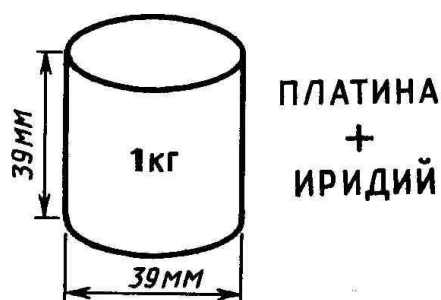
Чим тіло інертніше, тим час зміни швидкості більший.

1. Маховики
2. Фундаменти верстатів
3. У цирку (людина-ковадло)

УРОК 20

Маса – міра інертності

Вимірювання маси –



порівняння з еталоном

1889 р., Франція, р. Севр, копії

1. За прискоренням при взаємодії з еталоном:

$$m_T = m_{eT} \frac{a_{em}}{a_T}$$

2. Зважуванням

Властивості маси

1. Не залежить від роду взаємодії (пружина, пороховий заряд, зіткнення)
2. Складається (аддитивно)
3. Змінюється при русі тіл зі швидкістю, близькою до швидкості світла:

$$v \rightarrow c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}; \quad m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

ПК–20

В п р а в а

У якому з наведених прикладів йдеться про явище інерції; про інертність тіла; про рух за інерцією?

1. Малюк тримає повітряну кульку, надуту воднем, на нитці.
2. Молоток насаджують на рукоятку.

3. На бруску стоїть гиря.
4. Швець при ремонті черевик насаджує їх на металеву “лапу”.
5. Потяг рухається рівномірно прямолінійно.

Завдання додому: § 22; Р.-№ 120, 121, 122, 124; ОК.

БЛОК: “Світлові кванти. Дії світла”.

(11 клас, профільне навчання фізики)

1. Зародження квантової теорії. Ідеї Планка.
2. Урок – лекція. Фотоефект, його закони.
3. Урок – лекція. Теорія фотоефекту. Рівняння Ейнштейна.
4. Консультація по темі лекцій.
5. Розв’язування задач.
6. Взаємоконтроль. Самостійна робота.
7. Фотони. Ефект Комптона.
8. Тиск світла. Досліди Лебедева.
9. Розв’язування задач. Фізичний диктант.
10. Застосування фотоефекту (внутрішній фотоефект).
11. Хімічна дія світла.
12. Урок – семінар “Корпускулярно-хвильовий дуалізм”.
13. Урок – повторення і систематизація знань (взаємоконтроль, самоконтроль).
14. Контрольна робота.

Перед вивченням теми учням видається (або ними записується) **технологічна карта** теми: “Світлові кванти. Дії світла”.

№	Тема	§	ОК	Задачі
1.	Зародження квантової теорії. Ідеї Планка. Урок-лекція.	Вступ. Реферати.		
2.	Фотоефект, його	§52,53	1	Збірник задач для Державної підсумкової

	закони		2	атестації №15.12(Д) 15.25(В),15.17(Д) 15.26(В) 15.18(Д) в/к 1–6
3.	Теорія фотоефекту. Рівняння Ейнштейна.	повтор. §52,53	1,2	Впр 7 (1–4) Гонч.№ 224, 1225, 1227, 1228 Р.
4.	Консультація по темі лекцій. Розв'язування задач.	повтор. §52,53		Дидакт. матер. 11 кл. (Вознюк) №13(2) Б(1,2) В(2)15.29(В) Зб.задач держ. атест.
5.	Взаємоконтроль. Самостійна робота.	повтор. §52,53		Програмовані задачі (Пенер, Корж) в/к №1–10.
6.	Фотони.Ефект Компотна.	§55	3	Завдання 10–1;10–2; 10–3;10–4
7.	Тиск світла. Досліди Лебедева. Розв'язування задач. Фізичний диктант.	§81(м)	4	М.І. Гольдфарб Збірник задач по фізиці №1601, 1602, 1603 (Д) Збірник теоретичних задач і вправ з фізики (Новак О.Ф.) 785,786, 787,788,789, 790.
8.				№1228, 1229 (Р)№29.16 (Г) (Гольдфарб)
9.	Застосування фотоефекту (внутрішній	§54	5	№1228, 1229 (Р) №29.16 (Г)

	фотоефект).			(Гольдфарб) Демкович №1604, 1605, 1606
10.	Хімічна дія світла.	конспект §82(м)	6	Новак О.Ф.3б. теор. задач і вправ з фізики №767, 768
11.	Урок – семінар “Корпускулярно- хвильовий дуалізм”.	§56 реферат доповідь		Збірник завдань для Державної підсумкової атестації з фізики № 15.21(Д), 25.22(Д), 15.24(В) 15.27 (В)
12.	Урок – повторення і систематизація знань (взаємоконтроль, самоконтроль).	§52–56(Г)	1– 6	Питання для взаємоконтролю, самоконтролю № 1–30
13.	Контрольна робота.	повтор. §52–56		

в/к

Запитання для взаємоконтролю.

1. Чому гіпотеза Планка про те, що атоми випромінюють електромагнітну енергію не безперервно, а порціями (квантами), зробила революційний вплив на подальший розвиток фізики?
2. Чому явище, відкрите Герцом, дістало назву “зовнішній фотоефект”?
3. Досліди Столетова з фотоефекту.

4. Що таке фотоефект?
5. Закони фотоефекту.
6. Чому електрони в дослідах Столетова дістали назву “фотоелектрони”?
7. Чому зі збільшенням інтенсивності світла, що падає на катод, зростає число звільнених електронів?

8. Чому $\frac{mv_{\max}^2}{2} = eU_{\text{зат}}$ – це одна із форм запису закону збереження енергії для фотоефекту?

9. Чому Ейнштейну довелося розвинути гіпотезу Планка?

10. Записати рівняння фотоефекту і пояснити його.

11. Чому для відривання електрона від атома (при фотоефекті) енергія фотона має виконати роботу виходу?

12. Чому в установці Столетова для дослідження фотоефекту з посудини викачувалося повітря – створювався вакуум?

13. Чому на графіку фотоефекту є фотострум в області негативних напруг?

14. Чому пояснення фотоефекту з погляду електромагнітної теорії було помилкове?

15. Чому, чим більший світловий потік, що падає на катод, тим більший струм насичення?

16. Що таке фотон? Чому фотон подібний до частинки? Чому виникло поняття “фотон”?

17. Чому дорівнює імпульс, енергія і маса фотону?

18. Чому фотон відрізняється від інших матеріальних частинок?

19. В чому заключається ефект Комптона?

20. Чому існує тиск світла?

21. Чому дуже важливо було виміряти тиск світла?

22. Досліди Лебедева з вимірювання тиску світла.

23. Що таке червона межа фотоефекту? Чому “червона межа фотоефекту” для різних металів різна?

24. Чому вицвітають тканини, чи з'являється засмага?

25. Чому фотосинтез – це один з найважливіших процесів для всього життя на землі?

26. Чому деякі хімічні реакції дістали назву “фотохімічні”?

27. Чому неважко довести єдність хвильових і квантових властивостей електромагнітного випромінювання.

28. Чому на знімках, зроблених в інфрачервоних променях світла, земна рослинність виходить білою?

29. Чому у фізіотерапевтичному кабінеті поліклініки під час роботи кварцових ламп відчувається “запах” озону?

30. Чому світловий тиск сонця на Землю може вплинути на її майбутнє?

Разом з технологічною картою кожному учню видається **відомість відкритого обліку знань**, в якій визначаються види діяльності з блоку.

11 кл. Дата	В/о к	К	Д	с. р	я/з	ф/о	в/к	к/р	Т.О.

в/о – взаємо-опитування за опорним конспектом;

К – написання конспекту;

Д – диктант;

с. р. – самостійна робота;

я/з – якісні задачі;

ф/о – фронтальне опитування;

в/к – взаємоконтроль;

к/р – контрольна робота;

Т.О. – тематичне оцінювання.

Наводимо приклади опорних конспектів до уроків.

Урок – лекція. Опорний конспект №1

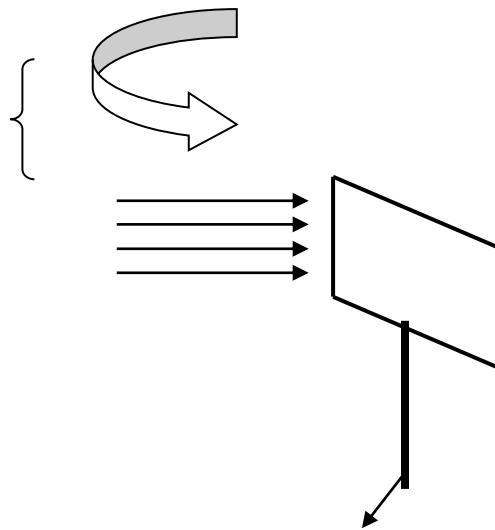
ТЕМА:
уф

Фотоефект, його закони.

пластинка $+q$ – постійний

пластинка $-q$ – зменшується
перед пластинкою скло q – пост.

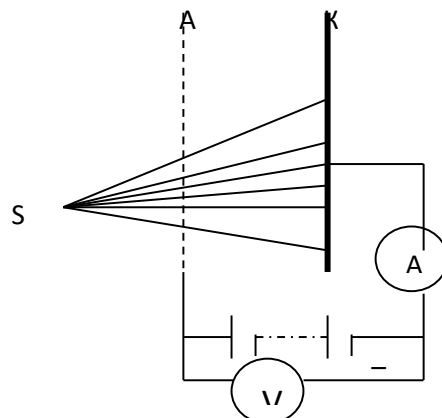
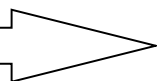
УФ вибиває електрони із **Zn**



Фотоефект – явище вибивання електронів із речовини під дією світла.

1887 (нім. Г. Герц)

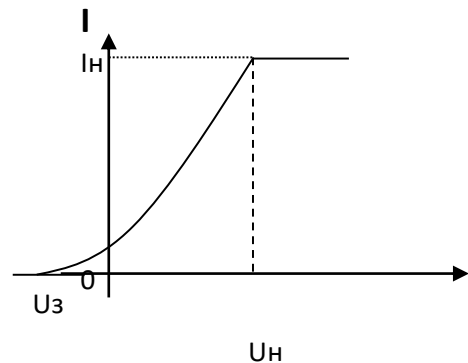
1888 (рос. А.Г. Столетов)



Графік залежності сили фототоку I від напруги U між катодом і анодом.

$U_{\text{заб}}$ – затримуюча напруга
(не буде існувати в полі струм, фотострум припиняється).

$$\frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = \hbar U_{\text{заб}}$$



Висновки:

1. Сила струму насичення $\Phi \sim$ падаючому на фотони.
2. $\max E$ вирваних світлом електронів $\sim \nu$
3. Фотоефект обмежений з боку довгохвильової частини спектру.

Електродинаміка не могла це пояснити, – але світло – електромагнітна хвиля!!!



Електродинаміка не могла пояснити початку XX ст. в фізиці назрівала наукова революція

В кінці 19ст. на

Урок – лекція. Опорний конспект №2

ТЕМА: Урок – лекція. Теорія фотоефекту. Рівняння Ейнштейна.

Початок XX ст.
фотоефект.
випромінювання нагрітого тіла не могли пояснити.

1900р. (нім. М. Планк):
закони класичної фізики не пояснюють

явищ мікросвіту

Атоми випромінюють E порціями (квантами)

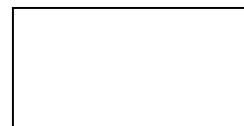
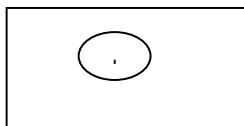
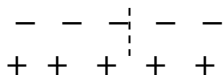
Енергія кванта $E = h\nu$

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

постійна Планка.

1905р. Єнштейн розвинув теорію Планка

Для виходу з металу електрон повинен здійснити роботу виходу A .



Енергія одного кванта $E_0 = h\nu$

Якщо $h\nu \geq A_{\text{вих}}$, то електрон зможе здійснити роботу виходу і покинути метал.

рів-ня Ейнштейна.

$$h\nu = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} + A_{\text{вих}}$$

Тобто, це робота що втрачається на вихід електрону.

$$E_{\text{max}} = \frac{mv_{\text{max}}^2}{2} \quad v_{\text{вих}} \geq \frac{A_{\text{вих}}}{h} \quad \lambda_{\text{max}} = \frac{hc}{A}$$

червона межа фотоефекту

При викладанні молекулярної фізики в ЗОШ №3 вчитель-методист використовує технологію укрупнених дидактичних одиниць.

Наводимо приклад з досвіду роботи вчителя:

Блок по темі: “Механічні властивості твердих тіл”.

(10 клас, профільне навчання фізики)

1. **Урок №1.** Лекція “Механічні властивості твердих тіл”.
2. **Урок №2.** Семінарське заняття на тему: “Механічні властивості твердих тіл”.

3. **Урок №3.** Лабораторна робота на тему “Визначення модуля пружності гуми”

4. **Урок №4.** Урок – конференція. “Виготовлення матеріалів з задалегідь заданими властивостями”.

5. **Урок №5.** Розв’язування задач на механічні властивості твердих тіл.

6. **Урок №6.** Урок – залік на тему: “Властивості газів, рідин і твердих тіл”.

Опорний конспект лекції.

ТЕМА: “Механічні властивості твердих тіл”.



деформація – це зміна форми або об’єму тіла.

Виникає у випадку, коли різні частини тіла здійснюють не однакові переміщення.

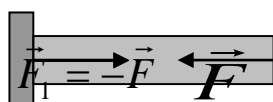
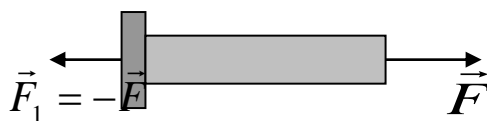
◆ деформації, які повністю зникають після припинення дії зовнішніх сил, називають пружними.

◆ деформації, які не повністю зникають після припинення дії зовнішніх сил, називають пластичними.

Види деформації.



Деформація розтягу(стискування)◆



◆ Деформація зсуву.



Абсолютне видовження – Δl

Відносне видовження – ε

Початкова довжина – l_0

Кінцева довжина – l

$$\Delta l = l - l_0 \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

Приклади: балки, заклепки, болти,

Шари брусків зсуваються при прикладенні сил, але залишаються паралельними, а вертикальні грані нахиляються на кут γ . Якщо силу збільшити, то збільшиться і кут γ .

$$F \sim \gamma$$

Приклади: канати, троси, ланцюги, ножиці, стяжки між вагонами, стіни, КОЛОНИ.



Деформація вигину, кручення

Це більш складні види деформації.

Приклад: деформацію вигину випробують на навантаженій балці.

Приклад кручення трапляється при закручуванні болтів, обертанні валів машин, свердлів.



Механічні властивості твердих тіл

■

Закон Гука

При малих деформаціях напруга прямо пропорційна відносному видовженню ε

$$\sigma = A \cdot |\varepsilon|$$



E – модуль пружності або модуль Юнга

➤ Межа пропорційності і пружності.

З-н Гука здійснюється при невеликих деформаціях.

- **Максимальна напруга** σ_n , називається межею пропорційності, при якій виконується з-н Гука.
- **Максимальна напруга**, при якій ще не виникають помітні залишкові деформації, називають межею напруги.
- **Межа міцності.** Розрив відбувається після того, як напруга досягає max значення. σ_{ny} – межа міцності.

<p style="text-align: center;">1. Напруга.</p> <p>У будь якому деформованому тілі діють сили напруги, перешкоджаючи розриву тіла на частини.</p> <p>Напруга – величина, рівна відношенню модуля F сили пружності до площі поперечного перерізу S тіла $\sigma = \frac{F}{S} \left(\text{Н} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right)$</p>	<p style="text-align: center;">2. Пластичність.</p> <p>Це матеріали, у яких незначні навантаження викликають пластичні деформації.</p> <p style="text-align: center;"><u>Приклад:</u> глина, пластилін.</p> <hr/> <p style="text-align: center;">3. Хрупкість.</p> <p>Матеріал, який руйнується навіть при невеликих деформаціях.</p> <p style="text-align: center;"><u>Приклад:</u> скло, фарфор.</p>
---	--

2.9. Питання для обговорення та самоконтролю

1. Допишіть речення: “Дидактичною одиницею може бути сукупність”
2. Назвіть способи укрупнення дидактичних одиниць за П.М. Ердєвим.

3. Дайте означення технології УДО.
4. В чому полягає особливість організації навчального процесу за технологією В.Ф. Шаталова?
5. Назвіть основні етапи впровадження технології УДО за В.Ф. Шаталовим.
6. Визначте особливості читання лекції в технології УДО.
7. Використання опорних конспектів ускладнює чи полегшує процес навчання? Відповідь обґрунтуйте.
8. Визначте особливості організації і проведення семінарських занять за технологією УДО.
9. В чому полягає система навчальної діяльності школярів за технологією В.Ф.Шаталова?
10. В чому полягає актуальність використання технології в ході викладання фізики в сучасних умовах?

Практичні завдання

1. Розробіть блочне планування навчального процесу за розділами фізики.
2. Складіть інформаційно-технологічні карти блоків. За вибором викладача.
3. Розробіть опорні конспекти уроків-лекцій з обраного блоку.
4. Розробіть конспект уроку-семінару в технології УДО.
5. Наведіть приклади діагностично заданих цілей (фіксованих навчальних результатів) для укрупненої дидактичної одиниці (за вибором викладача), за програмами з фізики 12-річної школи, враховуючи рівні програм (рівень стандарту, академічний рівень, профільне навчання фізики).
6. Порівняйте визначені діагностично задані цілі у програмах різного рівня.

Література до п. 1.3

1. Балашова А.И. Зависимость ёмкости однородной учебной информации от способа её структурирования / А.И.Балашова.— Душанбе, 1966.
2. Бугайов А.І. Опорный конспект как одно из средств обучения физике / А.І.Бугайов, Н.Г.Сорокина, С.С.Сущенко // Физика в школе. — 1979. — № 6.
3. Булонський П.П. Психологический анализ припоминания : избр. пед. и псих. соч. / П.П. Булонський. — М., 1979. — Т. 2. — С. 366.
4. Ібрагімов Г. До питання про технологію концентрованого навчання / Г. Ібрагімов // Фахівець. — 1995. — № 1.
5. Манькусь І.В. Формування готовності майбутнього вчителя фізики до використання освітніх технологій / І.В. Манькусь // Науковий вісник МДУ. Випуск 5. — Миколаїв, 2003. — С. 120—128.
6. Освітні технології : навч.-метод. посібник / за заг. ред. О.М. Пехоти. — К. : А.С.К., 2001. — 256 с.
7. Підготовка майбутнього вчителя до впроваджень педагогічних технологій : навчальний посібник / за ред. І.А. Зюзюна, О.М. Пехоти. — К. : Видавництво А.С.К., 2003.
8. Перспективні педагогічні технології в шкільній освіті : навчальний посібник / за заг. ред. С.П. Бондар. — Рівне, 2003. — С. 200.
9. Селевко Г.К. Современные образовательные технологи : учебное пособие / Г.К. Селевко. — М. : Народное образование, 1998. — С. 256.
10. Сорокина Н.Г. Использование графов в процессе обучения геометрической оптике : автореф. дис. ... канд. / Н.Г. Сорокина. — К., 1981.
11. Фридман Л.М. Эксперимент надо продолжать / Л.М. Фридман, В. Усанов // Комсомольская правда. — 1971, 23 декабря.
12. Фридман Л.М. Педагогический опыт глазами психолога : кн. для учителя / Л.М. Фридман. — М. : Просвещение, 1987. — 224 с.

13. Эрдниев П.М. Укрупнение дидактических единиц как новая технология обучения математике / П.М. Эрдниев // Нач. школа. — 1996. — № 8.
14. Эрдниев П.М. Укрупнение дидактических единиц в обучении математике : книга для учителя / П.М. Эрдниев, Б.М. Эрдниева. — М. : Просвещение, 1986. — С. 255.
15. Эрдниев П.М. Итоги и перспективы исследования проблемы обучения методом укрупнения дидактических единиц / П.М. Эрдниев // Метод укрупнения дидактических единиц : материалы второй научно-практической конференции. — Элиста, 1976.
16. Чередов И.М. Формы учебной работы в средней школе / И.М. Чередов. — М., 1998.
17. Шаталов В.Ф. Педагогическая проза / В.Ф. Шаталов. — М., 1980.
18. Шаталов В.Ф. Куда и как исчезли тройки / В.Ф. Шаталов. — М., 1979.
19. Ярошенко О.Г. Групова навчальна діяльність школярів: теорія і методика / О.Г. Ярошенко. — К. : Партнер, 1997.

1.4. Творчі завдання

1. Скласти синхроністичну таблицю про відкриття в фізиці, хімії, біології, астрономії та географії в контексті відомостей про історію відкриття, біографії вчених, історичні події в житті суспільства, технічні досягнення та досягнення в літературі і мистецтві.
2. Проаналізувати зміст і структуру понять трансдисциплінарний підхід і інтегрований підхід.
3. Розробити міні-проекти на основі трансдисциплінарного підходу. Прикладом можуть слугувати завдання для міні-проектів з фізики та географії:

- Розвиток судно- та повітроплавання.
- Екологічні проблеми теплоенергетики та тепло користування.
- Енергозберезувальні технології
- Електрика в житті людини.
- Звуки в житті людини.
- Людина і Всесвіт.
- Подорожі Марко Поло та Ібн-Баттути.
- Освоєння полярних широт.
- Робота вітру води морів льодовиків.
- Способи очищення атмосфери.
- Світовий океан.
- Вітрові хвилі припливи відпливи цунамі течії.
- Глобальні процеси у природі.
- Антропогенні процеси.
- Вчення про біосферу Вернадського.

та інші.

Тематика проєктів міститься у програмі з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів.

РОЗДІЛ II. Інновації в методах і формах освітньої діяльності в контексті STEM-освіти

2.1. Впровадження технологій навчання через співпрацю в проектах

Фізика – наука переважно експериментальна, саме тому її викладання повинне супроводжуватись демонстрацією дослідів. Але, на жаль, в багатьох школах пострадянського простору гостро стоїть проблема застарілості, або навіть і відсутності демонстраційного обладнання. Цей факт часто знижує мотивацію учнів до вивчення фізики. Також часто це ускладнюється невмінням, або страхом вчителя перед проведенням демонстраційного експерименту. Поєднання цих факторів перетворює вивчення фізики на складний рутинний процес, що в свою чергу призводить до падіння загального рівня знання фізики серед учнів середніх шкіл.

. В рамках проекту майже не використовується спеціалізованого обладнання, майже все обладнання можна легко знайти в шкільній лабораторії, або, за його відсутності, легко замінити іншим, більш розповсюдженим обладнанням (наприклад побутовим).

В рамках даного проекту учням надається можливість працюючи групою вирішити поставлене перед ними завдання (експериментальну задачу). Експериментальні задачі учнів пов'язані між собою сценарієм. В нашому випадку в основу сценарію було покладено використання законів фізики і фізичних явищ для виживання на безлюдному острові.

Проект поєднує в собі реалізацію групових, ігрових технологій проблемного навчання. В його реалізації можна виділити декілька етапів:

1. Організаційна частина

- 1.1. Розробка сценарію гри.
- 1.2. Вибір обладнання, необхідного для реалізації поставлених проблем.
- 1.3. Пошук графічного та звукового забезпечення.
2. Розподіл дітей на групи.
3. Вирішення поставлених перед групою проблем.
4. Презентація результатів.

Мало не найважливішим моментом в проведенні даного заходу є його коректна організація. Без проробленого сценарію ми отримаємо набір не пов'язаних між собою експериментальних задач, абсолютно втративши ігровий елемент заходу. Далі до



кожної задачі підбирається обладнання. Для цього слід враховувати як специфіку обладнання, необхідного для вирішення даної задачі, так і вимоги, що накладаються на нього сценарієм. Графічне і звукове забезпечення підбирається, виходячи зі сценарію. При виборі графічного і звукового забезпечення слід пам'ятати, що воно не повинно відволікати учнів від їх основної цілі – вирішення експериментальної задачі.

Під час планування сценарію розподіляють учнів на 6 груп, кожній з яких буде надана експериментальна задача, яка відповідає певному етапу виживання на острові.



Вступ у виступі та кожний з етапів презентації супроводжувався демонстрацією певного тематичного слайду на проекторі, а деякі і звуковим супроводом. Вступ проходив у вигляді виступу ведучих, які розповіли про події що передували даній, тобто в нашому випадку – подорож тропічними морями на круїзному лайнері.



вирішення експериментальної задачі. До кожної групи учнів був приставлений студент-консультант, який формулював для учнів мету вирішення даної задачі, умову задачі та допомагав у її вирішенні. Після

Після цього розпочалися 40 хвилин, відведені учням для



закінчення відведених 40 хвилин розпочався етап презентації досягнень. Першими виступала команда риболовів, задача яких зводилась до вимірювання маси канцелярської скріпки не використовуючи ваги. Їм було надане наступне обладнання: 20-ти кубовий шприц без голки, пластилін та пісок, висока посуда з водою, 5 скріпок та лінійка.



Наступна команда займалась виготовленням компасу для орієнтування на місцевості. Їм були надані 2 невеличких магніти, металевий стержень, широка посуда з водою, шматок пінопласту,



котушка з дротом та батарейка (які використовувались для визначення полярності магніту.

Третя команда займалась визначенням точного діаметра стріли. На жаль на острові не знайшлося штангенциркуля, тому їм прийшлося використовувати для цього свої знання оптичних

явищ. З обладнання вони мали світлодіод, батарейку для живлення світлодіода, білий екран, збиральну лінзу, рулетку та стержень у



конструкції, який імітував стрілу. Вимірявши відстані від предмета до лінзи і від екрана до лінзи, користуючись правилами геометричної оптики та побудови зображень у лінзах учні розрахували діаметр стержня достатньо точно.

Наступна група займалась вимірюванням температури води у гейзері без термометра. Їм було надане наступне обладнання: мініатюрна лампочка розжарювання з



вольфрамовою ниткою, кімнатний термометр, таблиця фізичних величин, омметр (мультиметр) та чайник, що використовувався в якості гейзера. Знаючи залежність опору провідника від температури, група легко виконала поставлене перед нею

завдання.

П'ята група займалась дослідженням законів судноплавання та повітроплавання. Задача поставлена перед ними виглядала

наступним чином. Учням треба було оцінити чи плаватиме брусок із заданого матеріалу, не перевіряючи це дослідом до кінця виконання теоретичних розрахунків. Для цього вони використовували лінійку, терези, посудину з водою для перевірки теоретичних розрахунків та брусок. Незважаючи на те, що брусок був дерев'яним він був модифікований таким чином, щоб його густина була більшою за густину рідини.

Під час проведення даного заходу ми досягли всіх поставлених цілей. Учні пішли додому у захваті, адже вони ще ніколи не бачили фізику такою цікавою. Студенти які керували групами отримали безцінний педагогічний досвід, дізнались багато нового при підготовці до проведення даного заходу.

Заходи такого типу можна легко реалізувати на уроках з фізики, дещо модифікувавши сценарій та спосіб їх проведення. Це дозволить прикрасити процес викладання фізики, підвищити рівень мотивації до вивчення предмету, залучити дітей до виконання експерименту в ігровій формі. При реалізації даного заходу в середній школі можна залучити учнів до планування та підготовки заходу, збору та конструювання апаратури для експериментальних задач.

Підсумовуючи вищезазначене, можна відмітити, що проведення подібних заходів в середній школі має майже нескінченний потенціал, який обмежується лише фантазією педагога.



2.2. Майстер-клас "Фізика у живій природі"

Лабораторія «Пернатих»

Дослідник 1 Доброго дня! Ви завітали до лабораторії «Пернатих». Це унікальний експериментально-дослідницький центр, який займається вивченням фізичних явищ, пов'язаних з процесами в організмі птахів та їх поведінкою.

Дослідник 2 Вам надзвичайно пощастило, адже саме сьогодні ми набираємо помічників, які люблять живу природу, а особливо птахів, та готові вивчати фізику на висоті пташиного польоту!

Дослідник 3 Дослідивши процеси в організмі птахів та їх поведінку, ми сконструювали декілька експериментальних установок, які описують фізичні процеси та явища, якими користуються птахи в повсякденному житті.

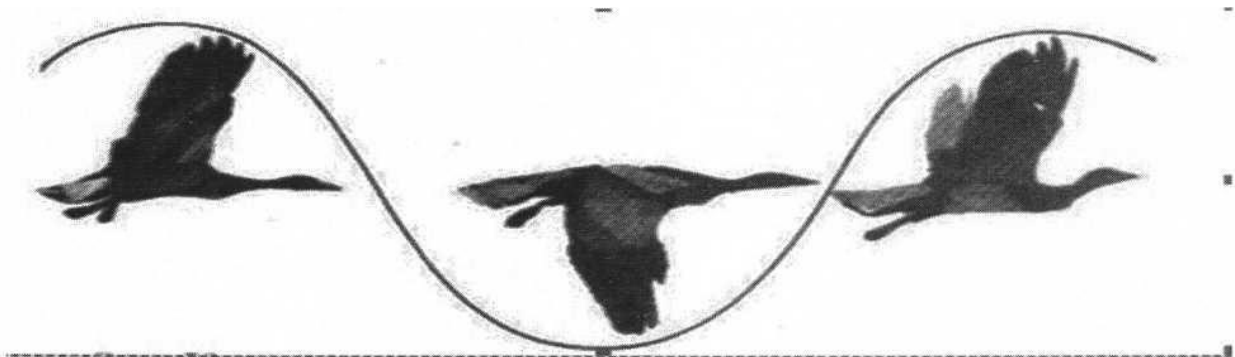
Тож розпочнемо.

(Учням потрібно розповісти про всі досліди, які представлені на столах. Після чого кожен може обрати, який дослід він буде демонструвати іншим лабораторіям, можна, щоб дві особи розповідали про один дослід. Потім кожен готується по матеріалу, який представив йому вчитель. Представляти свої досліди учні мають без допомоги вчителя)

Дослід 1.Резонанс

Як відомо, деякі птахи під час далеких перельотів розміщуються ланцюжком або косяком. У чому причина такого розташування?

Відповідь. Перелітні птахи «знають» залежність опору від форми тіла і «вміють» користуватися явищем резонансу. Найбільш сильний птах летить попереду. Повітря обтікає його тіло так, як вода ніс і киль корабля. Цим обтіканням пояснюється гострий кут косяка. В межах даного кута птахи легко просуваються вперед. Вони інстинктивно вгадують мінімум опору і відчують, чи знаходиться кожна з них в правильному положенні щодо провідного птаха. Розташування птахів ланцюжком, крім того, пояснюється ще однією важливою причиною. Помахи крил переднього птаха створюють повітряну хвилю, яка переносить деяку енергію і полегшує рух крил найбільш слабких птахів, що летять зазвичай ззаду. Таким чином, птахи, летять косяком або ланцюжком, пов'язані між собою повітряною хвилею і робота їхніх крил відбувається в резонанс. Це підтверджується тим фактом, що якщо уявною лінією з'єднати кінці крил птахів в певний момент часу, то вийде синусоїда.



Резонанс - різке збільшення амплітуди коливань при збігу частоти зовнішньої сили й частоти вільних коливань системи.

Опис установки: установка складається з трьох маятників підвішаних до дерев'яної нерухомої опори, на однаковому рівні. Коли почнемо прикладати силу до одного з маятників, він рухаючись, почне передавати хвилю іншим маятникам. Таким чином вони почнуть рухатись, так як рухаються крила птахів, коли вони летять косяком.

Дослід 2. Статична електрика

Чому птахи злітають з дроту високої напруги, коли вмикають струм?

При вмиканні високої напруги на пір'ї птаха виникає статичний електричний заряд, через наявність якого пір'я птаха розходяться, як розходяться кисті паперового султана, з'єднаного з електростатичною машиною. Ця дія статичного заряду і спонукає птахів злетіти з дроту. За таким же принципом злітають не справжні пташки з алюмінієвої пластини.



Статична електрика — це заряди електрики, що накопичуються на виробничому обладнанні, предметах побуту, на тілі чи одязі людини внаслідок контактного чи індуктивного впливу.

Опис установки: установка складається з електрофорної машини яка виробляє статичну електрику, та двох алюмінієвих пластин, на яких розміщені птахи. Ці пластини отримують різні заряди, одна позитивний інша негативний. В результаті подання стуму, між пластинами відбувається різниця потенціалів, під дією якої птахи починають злітати з пластини.

Дослід 3. Конвекція

Деякі великі морські птахи часто «супроводжують» кораблі, переслідуючи їх годинами, а то і цілодобово. При цьому звертає на себе увагу той факт, що ці птахи долають шлях разом з пароплавом з малою витратою енергії, летячи здебільшого з нерухомими крилами. За рахунок якої енергії переміщуються в цьому випадку птахи?

Відповідь. При з'ясуванні цього явища було виявлено, що в штиль птахи тримаються позаду судна, а при вітрі - ближче до підвітряної сторони. Також було відмічено, що якщо птахи відставали від пароплаву, наприклад, полюючи за рибою, то, наздоганяючи його, вони здебільшого мали енергійно махати крилами. Ці загадки мають просте пояснення: над пароплавом від роботи машин утворюються потоки теплого повітря, які прекрасно утримують птахів на певній висоті. Птахи безпомилково вибирають собі щодо судна і вітру таке місце розташування, де потоки, що піднімаються від парових машин бувають найбільші. Це дає птахам можливість подорожувати за рахунок енергії корабля. Ці птахи чудово «знають» явище конвекції.



Опис установки: маємо настільну лампу, підвішуємо паперову спіраль на гострий кінець дроту. «Змійка» починає обертатися, так як відбувається розширення повітря під дією тепла, яке перетворює теплову енергію в рух.

Дослід 4. Неньютонівська рідина

Всі птахи на нашій землі відкладають яйця. Для чого вони це роблять?

Пташине яйце — це яйцеклітина захищена від зовнішнього впливу різними оболонками чи шкаралупою овальної форми сукупність білка й жовтка, з яких утворюється зародок птахів.

Пташині яйця, як і самі птахи, мають дуже різні розміри. Із сучасних птахів найбільше яйце в африканського страуса. Воно більш ніж в 2000 разів більше за найменше яйце, що належить птаху — джмелю (один з видів колібрі). Яйця страуса мають довжину в середньому 180 мм і ширину 140 мм, та важать 1,2 кг. Яйця птаха-джмеля 13 мм завдовжки та 8 мм завширшки, і важать половину граму. Вимерлий Слоновий птах із Мадагаскару відкладав яйця, що були в 7 разів більші за яйця африканського страуса.

Шкаралупа виконує функцію зовнішнього захисту ембріона. Вона вміщує тисячі пор, які забезпечують газообмін.

Нерідко можна побачити як птахи будують гнізда на кронах дерев, стовпах електромережі та під дахами будівель. За сомою структурою ячна шкаралупа дуже крихка і при падінні з висоти може розбитися, так і трапляється в більшості випадків. Якби шкаралупа птахів була занурена в неньютонівську рідину, можна було б запобігти таким випадкам і яйця залишалися б цілими.

Неньютонівська рідина – в'язко-пружна рідина, яка має властивості як рідини, так і твердого тіла та частково виявляє пружне відновлення форми після зняття напруження.

Опис установки: для експерименту потрібно взяти неньютонівську рідину, два яйця, два поліетиленових пакетика. Наливаємо рідину в один пакетик, поміщуємо яйце в рідину та добре зв'язуємо його, в інший поміщаємо тільки яйце, діймаємо обидва пакетики на певну висоту та відпускаємо, щоб вони впали на підлогу. За рахунок властивостей неньютонівської рідини яйце, що було в першому пакетіку повинно залишитись цілим.

Заклучення

Після дослідження поведінки таких птахів, як чайки, дикі гуси, лебеді, ворони. Можемо зробити висновок, що для нормальної життєдіяльності на Землі-2 їм потрібна атмосфера така як у нашої планети, а також для того щоб зберегти їх потомство(яйця) від падіння з висоти, потрібно огорнути їх неньютонівською рідиною. Взагалі птахи дуже розумні, витривалі та можуть пристосовуватись до будь-яких умов.

Наземні тварини

Лабораторія наземних тварин є трикратним чемпіоном «овацій».

Секретом нашого успіху є те, що діти самі собі вибирають досліди які вони будуть показувати. Коли діти сідають за робочі місця їм спочатку розповідаємо легенду і показуємо досліди. Потім вони вибирають собі той експеримент який найбільше сподобався, розказуємо фізику цього досліду, і діти з інтересом показують це глядачам.

Сценарій для вступу:

- Доброго дня, дорогі друзі, ну, так як ми будемо підкорювати нову планету?(питання до глядачів)

- Перед тим, як підкорювати треба забезпечити собі виживання... без їжі ми проживемо тиждень, без води 3 дні, ну, а без повітря ми час нашої презентації не протягнемо, тому зараз ми покажемо вам, як треба дихати.

- Ритмічний рух грудної клітини ще не є диханням, але воно забезпечує дихання. Під час вдиху об'єм грудної клітки і легень збільшується, а тиск в них знижується і повітря входить в легені. При видиху об'єм грудної клітки і легень зменшується, тиск в легенях підвищується, і повітря з надлишком вуглекислого газу виходить назовні.

- Які фізичні закони і процеси лежать в основі дихання?(питання до глядачів)

- Газовий закон Бойля-Маріотта $p_1 V_1 = p_2 V_2$
- Дифузія - найважливіший процес газообміну в легенях. Дихання - це коливання (періодична зміна вдихів і видихів).
- Ось хтось з вас бачив гекона в живій природі? Ні, а знаєте чому? Він вміє повзати там, де вам навіть не спаде на думку.
- Хто знає завдяки чому гекон може триматись на будь-якій поверхні?(питання до глядачів)
- З появою електронного мікроскопа лапу гекона вдалося вивчити у всіх деталях. Як виявилось, вона покрита надзвичайно тонкими щетинками, довжина яких становить до сотні мікрометрів. Концентрація щетинок на одиницю площі поверхні лапи дуже висока: більше 14 000 волосків на 1 мм². Кожна щетина, в свою чергу, не є монолітним утворенням, а ділиться на кінці на 400-1000 ще більш дрібних волокон.
- Американські вчені з'ясували, що сила зчеплення лапи гекона становить 10 Ньютон на 1 см².
- Як виявилось, мікроскопічні волоски на лапах гекона зчіплюються з опорною поверхнею за допомогою **Ван-дер-Ваальсових** сил. Ван-дер-Ваальсові сили - сили міжмолекулярної (і міжатомної) взаємодії з енергією 10-20 кДж/моль. Основу Ван-дер-Ваальсових сил складають кулонівські сили взаємодії між електронами і ядрами однієї молекули та ядрами і електронами іншої. На певній відстані між молекулами сили притягання і відштовхування врівноважуються, і утворюється стійка система. Саме таку систему і становить лапа гекона з поверхнею, з якою вона стикається.
- **Жираф.** А ви знаєте, який у висоту виростає жираф? (Великий, близько 6-9 м) Так ось, виріс до сонечка, але, на 3 день без водички туго буде. Треба якось попити, в Африці кран не під'їде і водички не привезе. Що робити? Треба якось нахилитися, а як нахилитися, щоб не впасти? ми вам покажемо і розповімо.
- Коли жираф нагинається до води, або до трави він широко розставляє ноги, тим самим збільшивши собі площу опори.

Як ви бачите на досліді, після того як жираф збільшив опору, він стоїть стійко.

- Ну, а для тих, хто так і не навчився не падати треба навчитися падати правильно, і наш козирний дослід з котом, який постійно падає на ноги і залишається живим. Адже якби він не перевертався, то вже б давно поламався ...

- Чому кішки падають на лапи? Якщо звірка взяти в руки, а потім кинути на підлогу спиною вниз, то при падінні кіт, або кішка (дивлячись кого будемо кидати) повертає передню частину тіла вниз, а відповідно до закону збереження моменту імпульсу, задня частина тіла повертається в протилежну сторону. Далі кіт притискає передні лапи і витягує задні. Тим самим зменшується момент інерції передньої частини тіла, і збільшується відповідний момент задньої частини.

- Момент імпульсу дорівнює добутку моменту інерції на кутову швидкість. У передній частині кутова швидкість буде більше і, отже, вона повернеться більше, ніж повернеться задня частина тіла в зворотню сторону.

- Тепер можемо зробити висновок, що на Екзо-планеті наземні тварини зможуть вижити (Під час досліджень жодна наземна тварина не постраждала)

Вся фізика дослідів описана в сценарії, тому опишемо прилади та матеріали які ми використовували.

1) Жираф. Для жирафа ми самостійно збудували конструкцію з металевих трубок та циркулів в вигляді жирафа. За допомогою рухомих ніг(циркулів) збільшуємо опору, та нагинаючи голову, він не падає (рис. 24).



Рис.24

2) Гекон. В якості лапи гекона можна взяти свинцеві циліндри. Після ретельного зачищення притискають їх один до одного і демонструють міцне зчеплення, яке може витримати значне навантаження. Але коли поверхня, по якій рухається гекон, буде вологою, то він не зможе рухатися і утримуватися на ній так само міцно. Це пояснюється тим, що сили зчеплення між молекулами води набагато менші, і при навантаженні вони розриваються. Демонструють прилипання скляної пластинки до води.

3) Легені. Для моделі легень використовуємо конструкцію з обрізаної пластикової пляшки та повітряних кульок. Модель легень показана на рис. 25.



Рис. 25

4) Кіт. Для демонстрації падіння kota на лапи, беруть іграшкового kota та в його хвіст поміщають пружину. В лапи та кінець хвоста іграшки вшивають залізні гайки, для того, щоб вони тримались на електромагнітах.

Чіпляємо до електромагнітів kota накрутивши йому хвіст (рис. 26).



Рис. 26

Лабораторія Insects

Мета: в цікавій формі розглянути програмний матеріал, розвивати пізнавальну активність і творчість учнів, їх спостережливість, розширювати політехнічний світогляд.

Демонстрації: інтерференція світла на тонких плівках(крила бабки), жива гідравліка (павук), міцність і пружність павутини, реактивний рух жука-бомбардира.

Обладнання:

- дротяний каркас, вода, гліцерин, засіб для миття посуду (фейрі), посудина, дві палиці, шнур;
- пляшка, повітряна кулька, сода, оцет;
- пляшка, вода, шприці, шнури від капельниць;
- штатив, дві нитки різних кольорів, два тягарця;

Легенда: Спочатку розповідаємо про досліди, діти обирають їх за бажанням, також потрібен активний учень–ведучий, який буде робити вступ і висновок.

Команда науковців виявила планету, яка в точності схожа на нашу, на ній знайшли деяких комах, які з точністю схожі на наших: павук, бабка, жук-бомбардир. Наша молода команда-науковців вирішила дослідити, чи допомагає фізика вижити цим

комахам на екзо-планеті та, які з перелічених комах мають найбільший шанс вижити.

Дослід 1. Інтерференція світла на крилах бабки (тонких плівках)

Спочатку теорія і опис досліду: інтерференція світла — перерозподіл інтенсивності світла в результаті накладення декількох світлових хвиль. Що ж ми знаємо про бабок?? Це добре літаючі хижі комахи. Відносно великі, з рухомою головою, великими очима, короткими щетінкоподібними вусиками, чотирма прозорими крилами з густою мережею жилок і струнким видовженим черевцем.

Як і у багатьох комах, очі бабки фасеткові. Кожне око бабки складається з 30 000 окремих фасеток, причому тільки нижні здатні розрізняти кольори, а верхні — тільки форму. Найбільший розмах крил 190 мм. При польоті бабки махають передній і задній парами.

Прозорі крила цих комах переливаються всіма кольорами веселки і відповідає за це інтерференція світла в тонких плівках. Світло, проходячи через таку плівку двічі відбивається на межах розділу переходу і розкладається на складові кольору.

Причому, цей ефект тим сильніший, бо крила бабок складаються з двох хітинових плівок, накладених одна на іншу, тобто меж розділу мінімум три, і на кожній йде відбиття світла.

Дослід: беремо мильну воду і опускаємо туди дротяний каркас. Там, де мильна плівка стає тоншою, спостерігаємо інтерференційні смуги. Світло відбивається від передньої і задньої її поверхонь і ці два відбиті когерентні пучки накладаються один на одного і дають інтерференційну картину.

Дослід 2. Павутина павуків

Спочатку теорія і опис досліду: Існує близько 35 тис. видів відомих павуків і весь час відкриваються нові. Незважаючи на свою невелику товщину, нитки павутини дуже пружні і міцні. Якщо б

вона по товщині була розміром приблизно з олівець, то її міцності вистачило б для того, щоб зупинити літак, що летить.

1. Незважаючи на всі старання вчених, досі не вдалося відтворити павутину в лабораторних умовах.

2. Павутина – дуже тонка і легка. Нитку, довжину якої вистачить, щоб обхопити земний екватор, буде важити всього 340 грам.

3. Павутина — це пружний матеріал, який рветься лише при розтягу 200-400%



4. Павутинка завтовшки 1 мм повинна, може втримати людину. Можна лише порадіти, що павуки не плетуть такої павутини.

5. Панцир павука настільки міцний, що запросто може витримати ядерний вибух.

Дослід: на штативі закріплена висить сплетена з ниток модель павутини. Спочатку демонструємо міцність цієї павутини і вішаємо перший тягарець, а для того, щоб продемонструвати видовження-вішаємо другий важчий тягарець і спостерігаємо, як нитка видовжилась. Павутина складається: центральна тонка нитка, яка відповідає за міцність, і по ній ніби спіраллю намотується товста-відповідає за пружність.

За хімічною природою це білок, подібний до шовку комах, що застигає в формі ниток.

Дослід 3. Жива гідравліка павука

Спочатку теорія і опис досліду: Павуки відчують запахи, мають зір і слух, найточнішим чином визначають найменшу вібрацію і натяг павутинної нитки. Вчені з подивом встановили, що ноги павука - це своєрідний гідравлічний привід, рідиною для якого служить кров. Павуки бігають, і досить швидко, але ноги їх абсолютно позбавлені м'язів або навіть окремих м'язових волокон. Тут справжній гідравлічний привід, що підвищує тиск крові до такої міри, що лапки твердіють.

Було підраховано, що для цього павук повинен майже миттєво підвищити свій кров'яний тиск на пів-атмосфери, що дуже багато, бо ця «штучна гіпертонія» - половина його звичайного тиску, майже рівного атмосферному! І вимірювання напруги в лапках при витягуванні їх показали якраз майже такий тиск.

Дослід: пляшка, заповнена забарвленою водою, пробка з пробитими дірками, яка з'єднана з шприцями за допомогою шнурів для капельниць. Коли ми натискаємо на пляшку, то рідина заповнює шприці повністю. Таким чином, показуємо, що павук, підвищує тиск крові до такої міри, що лапки твердіють і він може дуже швидко пересуватись.

Дослід 4. Реактивний рух жука-бомбардира

Спочатку теорія і опис досліду: Вивчаючи найцікавіших комах нової планети Землі-2, ми не змогли пройти мимо жука-бомбардира, з його захисним механізмом.

Два хімічних елементу, гідрохінон і перекис водню, що виробляються в гландах і потім зберігаються в великому резервуарі-черевці жука. Під час небезпеки його м'язи навколо черевця скорочуються, виштовхуючи хімічні елементи. Стінки черевця встелені клітинами, які виробляють пероксидазу і катал аз - окислювальні ферменти.

Ферменти швидко розкладають перекис водню і каталізують окислення гідрохінону в р-бензохинони- хімічні елементи, відомі своїми дратівливими властивостями. В результаті хімічної реакції

вивільняється вільний кисень. Черевця комахи може згодом стати основною для запуску двигунів літаків у разі відмови одного з них.

Дослід: в пляшці ми змішуємо дві речовини: соду і оцет, так само, як і павук в своєму черевці. Потім одягаємо повітряну кульку на пляшку і спостерігаємо, як відбувається реакція. В черевця жука відбувається дуже схожа реакція. Поява в реакційній камері кисню збільшує об'єм речовини і воно викидається назовні через отвори на кінчику черевця в результаті чого там підвищується тиск. Кислота нагрівається до 100°C і вивільнюється за швидкості близька 8 м/с. Коли жук випускає кислоту за такої швидкості ми спостерігаємо реактивний рух.

Висновок: команда-науковців дослідила комах. Робимо висновок, що ці маленькі істоти виживуть на новій планеті. Адже комахи — перші живі істоти, які з'явилися на Землі, більше 400 млн. років тому. З тих пір вони пережили п'ять масових катаклізмів і виявилися більш живучими, ніж динозаври. Вони не потребують особливих умов, таких як птахи, чи водо плаваючі. Найбільш живучими, завдяки своєї любові до фізики, виявилися павуки. Отже ми свою місію виконали.

Ласкаво просимо до **лабораторії водногосвіту**, світ тварин повен фізики і фізичних явищ. Сьогодні наша лабораторія відправляється на екзопланету і піднесе вам цікаві факти про природу і будову деяких морських тварин, а саме дельфіни, електричні скати, камбали і кити.

Ну що ж приступимо до захоплюючих дослідів і не менш захоплюючої інформації про цих на перший погляд простих тварин.

Дельфін і його ехолокатор.

Що ми знаємо про дельфінів? Дельфіни – морські ссавці. Їх організм влаштований специфічно через спосіб життя цих тварин. Більшість органів чуття дельфінів працюють не так, як у наземних

ссавців. Їх мозок не менш складний, ніж мозок людини, а розвивалися дельфіни довше людей (близько 25 млн. років).

Одним з питань які цікавлять вчених є – система комунікацій цих тварин.

Видимість під водою практично завжди сильно обмежена, тому дельфіни покладаються не на зір (воно у них розвинене непогано, але ідеальним його назвати не можна), а на слух. Для спілкування між собою дельфіни використовують звуки високої частоти. Для орієнтації в просторі ці тварини видають клацання певної частоти і тривалості. Ці звукові сигнали, відбиваючись від предметів, дають дельфіну інформацію про те, які об'єкти є навколо нього.

У пошуках їжі ці ссавці занурюються на велику глибину, де видимість практично відсутня. Навіть, якщо б зір дельфіна був добре розвинений, щось розгледіти тут все одно складно. А ось ехолокація дозволяє виявляти їжу і добре орієнтуватися в навколишньому просторі. При цьому ще на початку минулого століття фахівці стверджували, що слух у дельфінів розвинений дуже слабо.

Як же влаштований голосовий апарат у дельфінів?

Як і у всіх інших ссавців, у предків дельфінів голосовий апарат, швидше за все, був пов'язаний з дихальною системою. Але у дельфінів і їх родичів голосова система не пов'язана з легкими. Рот у них служить лише для захоплення предметів, включаючи їжу. Дихальна система дельфінів складна, точка вдиху і видиху - це дихало, яке знаходиться у верхній точці голови. З дихальним проходом дельфінів з'єднані відразу три пари повітряних мішків. Вчені вважають, що ці мішки відіграють важливу роль в генерації звуків дельфінами. Спілкуються вони, закривши пащу і дихало, під водою, а не на поверхні.

Самі клацання генеруються в специфічній системі, яка розташована під дихалом у верхній частині голови. Звукові хвилі посилаються тваринами направлено, цю можливість забезпечує

жировий прошарок на лобі тварини, а також увігнута передня поверхня черепа. В результаті дельфін вміє збирати звук в спрямований «промінь» з кутом розбіжності в 9° . Це дає тваринам широкі можливості.

Як же влаштований слуховий апарат у дельфінів?

Орган слуху у дельфінів не менш складний, ніж звуковий апарат. Зрозуміло, що вушних раковин у них немає, хоча у предків дельфінів вони були. Якби цей орган залишився б у дельфінів, він викликав би осередки турбулентності при русі, що стало б причиною генерації сильного шуму, який би заглушав для тварини всі інші звуки.

Тому звуки сприймаються дельфінами по-іншому. Спочатку звукові сигнали проходять через зовнішній вушний отвір (він все ж є). Потім за таким же вузьким слуховим проходом акустична хвиля доходить до середнього вуха. Причому середнє і внутрішнє вухо розміщуються у цих тварин не в черепній кістці, а окремо, з'єднуючись з черепом за допомогою особливого сухожильного кріплення. Звуковий нерв передає отримані сигнали в мозок. Цікаво, що приймачі звуку для лівого і правого вуха не залежать одне від одного. Це дозволяє тварині визначати місце розташування джерела звуку. Крім вушних каналів, дельфіни отримують звук і за допомогою нижньої щелепи, де розташована кісткова пластина товщиною в 0,3 мм. Вона грає роль мембрани.

Завдяки будові своєї слухової системи дельфіни можуть сприймати широкий діапазон звуків – від 1 герца до 320 кілогерц. Це набагато більш широкий звуковий діапазон, ніж той, який здатний сприймати людина. Для прикладу людина номінально чує звуки в діапазоні від 16 до 20 000 Гц.

Дослід:

Для досліду буде потрібно: генератор хвиль (в нашому випадку сантиметрових) який буде слугувати голосовим апаратом дельфіна, приймач цих хвиль який буде служити вухом дельфіна, блок живлення (ВУП-2), підсилювач з колонкою і металева

пластина для відбивання (так зване «дзеркало») яка буде слугувати перешкодою на шляху дельфіна.

Підключаємо випромінювач до блоку живлення, ставимо приймач підключений до підсилювача, а до підсилювача підключаємо колонку. Перевіряємо працездатність приладів та правильність підключення. Ставимо «дзеркало» і налаштовуємо кут падіння і відбиття хвиль (за законом відбивання). Отримуємо звук в відбитій хвилі. Так і працює слуховий і звуковий апарат у дельфіна.

Висновок:

Дельфіни можуть пристосуватися до життя на екзопланеті, так як вони розвивалися навіть довше людей і у них є все, що б пристосуватися до життя на іншій планеті.

На екзопланеті виявлені глибоководні водойми і ознаки життя, ми вирушаємо туди, щоб перевірити, чи зможуть тварини нашої планети жити там.

Розглянемо таку рибу як камбала.

Морська камбала – морська риба сімейства камбалових. Відрізняється сильно сплющеним тілом і розташуванням очей на одній стороні. Звернена догори сторона більш яскраво забарвлена. В процесі розвитку від ікринки до молоді плаває як всі звичайні риби. Однак при досягненні певного розміру відбувається метаморфоз її очей на один бік. Досягає довжини 50-60 см, максимально відома вага близько 7 кг.

Ми знаємо, що камбала мешкає досить глибоко, через це у неї така форма тіла. При народженні камбала виглядає як риба звичайної форми, але з часом, через те що на неї діє тиск води, камбала, змінює свою форму тіла, вона стає плоскою, так її легше утримуватися на плаву.

Щоб перевірити це проведемо експеримент.

З обладнання використовують невеликий акваріум, прозорі поліетиленові пакети, металеві циліндр і кульку.

Дослід:

В акваріум наливають води, щоб практично повністю заповнити акваріум, далі беруть поліетиленовий пакет, в нього кладуть металеву кульку, потім набирають трохи повітря в пакет (щоб при зануренні було видно як змінюється форма тіла), останнім кроком є занурення пакетика з кулькою в акваріум.

При зануренні видно, як тиск води діє на пакет витискуючи з нього повітря.

Висновок:

Вважаємо що життя камбали на новій планеті може бути можливим, так як вона пристосовується до середовища проживання.

Кит

Кити (з грец. «морське чудовисько») – морські ссавці з ряду китоподібних. За старих часів під словом «кит» іноді мався на увазі левіафан.

Дихало – дихальний отвір у китоподібних, що знаходиться, як правило, на самому верху голови і представляє собою видозмінені і зміщені на верхівку носові отвори (ніздрі).

У всіх китоподібних дихало забезпечено клапаном, завдяки якому щільно закривається при зануренні тварини і відкривається при його спливанні.

Відкривання і закривання дихала відбувається рефлекторно, стимулом до цього служить відчуття зміни середовища, коли верх голови кита занурюється в воду, або навпаки, стикається з повітрям. У новонародженого кита перший вдих відбувається завдяки цьому рефлексу саме в той момент, коли над водою перший раз з'являється його дихало.

Коли кит піднімається на поверхню, повітря що він видихає, насичене водяною парою, стикаючись з холодним зовнішнім, утворює стовп пари (так званий фонтан). Форма фонтану різниться в залежності від виду кита. Повітря виштовхується через дихало з

такою силою, що виробляє гучний трубний звук, який в спокійну погоду чути з великої відстані. Це, однак, стосується тільки великих китів – у дрібних китів і дельфінів звук чутно лише з найближчої відстані, а фонтан непомітний.

Дослід:

Для досліду потрібно пульверизатор для квітів. Накачуючи повітря створюємо тиск, який буде імітувати вдих кита і тиск в його легенях. Після натискаючи на спуск випускають воду, що буде імітувати те, як кит виринає і видихає.

Висновок:

Вважаємо, що китам буде складно пристосуватися до життя на екзопланеті, через те що вони мають потребу в повітрі такого складу як у нас на Землі. Але не виключено, що вони зможуть пристосуватися і на екзопланеті.

Електричний скат

Електричні скати – вид хрящових риб, у яких з боків тіла між головою і грудними плавниками розташовані ниркоподібні парні електричні органи, що складаються з видозміненої м'язової тканини.

Ця м'язова тканина є свого роду конденсаторами, що накопичують електричний струм, створюваний спеціальними м'язами гортані. Після накопичення достатнього заряду, електричний скат може «вдарити» струмом свою жертву або ворога для його оглушення.

Ця особливість даного виду тварин зацікавила нас, так як на новій планеті необхідні механізми захисту і полювання в недружніх умовах.

Дослід:

Для досліду буде потрібно: блок живлення (ВУП-2), ключі, конденсатори (58мкФ), демонстраційні електроди.

Підключаємо до блоку живлення конденсатори через ключі, для зарядки конденсаторів, що буде імітувати скорочення гортанних м'язів, і зарядку електричних органів ската, до конденсаторів приєднуємо електроди, наближаючи які, ми отримуємо іскру, що імітує «удар» струмом жертви тварини.

Висновок:

Вважаємо, що електричним скатам буде легко адаптуватися на новій планеті, адже вони мають відмінний механізм захисту і полювання, який істотно підніме їх виживання.

2.3.Розвиток креативності у навчанні природничих та гуманітарних дисциплін

У сучасному світі, вміння креативно мислити є одним із найголовніших та найважливіших. Саме вміння творчо мислити сьогодні найбільш цінується роботодавцями. *Найбільше компаній насамперед звертають увагу на розумові навички претендентів — креативність, здатність аналізувати інформацію, системність мислення, здатність до самонавчання тощо (54%), особистісні якості (стресостійкість, гнучкість, ініціативність, відповідальність тощо; 51%), рівень розвитку практичних навичок за фахом (47%) і рівень розвитку загальних комунікативних навичок (спілкування, ведення переговорів, розв'язання конфліктів, роботи в команді, роботи із клієнтом тощо; 37%).*

Тож, розвиток креативності дитини, починаючи ще від шкільних років, є одним із найважливіших завдань вчителів. І ця мета повинна бути присутня на всіх уроках

Що таке креативність?! Саме слово походить від латинського слова “creatio” та означає здатність до створення нових, оригінальних ідей та їх втілення в життя. В українській мові є відповідник до слова “креативність” - “творчість”. В той же час означення другого слова за СУМом звучить так: “Діяльність,

пройнята елементами нового, вдосконалення, збагачення, розвитку.”; “Здатність творити, бути творцем”.

Американський психолог, Джо Пол Гілфрод виділив чотири основних параметри креативності: 1) оригінальність - здатність створювати віддалені асоціації, незвичні відповіді; 2) семантична гнучкість - здатність виявити основні властивості об'єкта та запропонувати новий спосіб його використання; 3) образна адаптивна гнучкість - здатність змінити форму стимулу таким чином, аби віднайти в ньому нові ознаки і можливості для застосування та реалізації; 4) семантична спонтанна гнучкість - здатність створювати різноманітні ідеї в нерегламентованій ситуації.

В статті “ThinkingaboutCreativityinScienceEducation” авторів

YannisHadzigeorgiou , PersaFokialis , MaryKabourpoulou (Яніс Хаджигеоргіу, Перса Фокілас, Марі Кабурапулю), виділяються наступні основні способи розвитку креативності учнів на уроках фізики:

1. Розв'язування креативних задач, наприклад — вимірювання висоти будівлі за допомогою барометра або тенісного м'ячика
2. Написання творчих пропозицій щодо використання технологій в майбутньому. Наприклад: Які способи виробництва електроенергії ви бачите у майбутньому?
3. Написання креативних творів на наукову тематику. Наприклад: “Один день з життя протону”.
4. Креативні наукові дослідження. Наприклад: дослідити всі фактори, що впливають на освітлення кімнати; вироблення ліхтарика з підручних матеріалів; виробництво електроенергії в хатніх умовах у випадках надзвичайної ситуації.
5. Розробка дітьми аналогій для розуміння певних явищ.
6. Пошук зв'язків між, здавалося б, непов'язаними фактами чи ідеями. Наприклад: який зв'язок між законами Ньютона, медсестрою та футболістом.
7. “Розв'язання загадкових подій”, наприклад: дитина в ролі детектива пояснює зникнення певного обсягу рідини.

8. Підхід до викладання через мистецтво.

Всі діти є різними, і схильності задатки й здібності дітей також є різними. Практично завжди трапляється таке, що в одному класі зібрані протилежно різні учні за своїми захопленнями. Проте, ким би не стала дитина у майбутньому: фізиком, чи поетом, художником, чи математиком, спортсменом, чи робітником, усім однаково знадобляться креативні вміння, задля підняття кар'єрними сходинками. Що стосується уроків фізики, то ми не повинні заганяти дітей в якісь рамки. У навчанні фраза “виходити поза рамки” настільки часто використовується, що ми вже отримали певний імунітет до неї. Врешті навпаки, своїми діями, спрямованими начебто на розвиток креативності, ми її вбиваємо, заганяючи дітей в рамки свого бачення. Таким чином ми не доб'ємося ані розуміння предмету, ані гарних оцінок. Якщо дитина не має яскраво виражених схильностей до фізико-математичних наук, то це не означає, що ми, вчителі, не повинні розвивати й інші здібності, зокрема творчі. Тож, хто має хист до малювання — нехай малює; хто до музики — нехай співає; хто до літератури — нехай пише; хто до лінгвістики — нехай перекладає; хто до виробництва — нехай виробляє, хто до спорту — нехай застосовує знання з фізики у тренуваннях. Наше завдання — дати можливість дитині зрозуміти закони природи через призму її бачення світу, а також розвинути всі ті інші характеристики, що їй будуть необхідні у майбутньому.

Ми виділяємо, наприклад, наступні способи розвитку креативності в учнів під час навчання фізики в залежності від їх схильностей:

- 1. Розвиток креативності в дітей, що схильні до малювання. Зацікавлення таких дітей у фізиці, та засвоєння матеріалу через малюнок.**

- 2. Розвиток креативності в дітей, що схильні до музики. Зацікавлення таких дітей у фізиці та засвоєння матеріялу через музику.**
- 3. Розвиток креативності в дітей, що схильні до лінгвістики. Зацікавлення таких дітей у фізиці та засвоєння матеріялу через іноземні мови.**
- 4. Розвиток креативності в дітей, що схильні до філологічних дисциплін. Зацікавлення таких дітей у фізиці та засвоєння матеріялу через літературу.**
- 5. Розвиток креативності в дітей, що схильні до виробничої роботи. Зацікавлення таких дітей у фізиці та засвоєння матеріялу через виробництво макетів та приладів.**
- 6. Розвиток креативності в дітей, що схильні до спорту. Зацікавлення таких дітей у фізиці та засвоєння матеріялу через зв'язок фізики з біологією та тренуваннями.**
- 7. Розвиток креативності в дітей, що схильні до фізико-математичних дисциплін. Зацікавлення таких дітей у фізиці через нестандартні задачі та такі завдання, що потребують додаткових знань.**

«Коли маємо справу з дітьми, необхідно проявляти різноманітні форми креативності. Ми повинні знайти шлях для заохочення дитини до навчання, до розуміння, тож ми маємо підходити з максимально великою кількістю методів для передавання наших навичок або знань. Найкращі вчителі та батьки це ті, хто може мислити нестандартно та поринати у світ дитини, яку виховують. Вони можуть знайти дієві способи та готові спробувати різні методики, поки не знайдуть найкраще рішення, яке допоможе навчатися

дитині. [ClarkRon. TheExcellent 11. —NewYork: Hyperion, 2004. — 266 p., с. 52]

Абсолютна більшість вчителів стикалися із ситуацією, що деякі діти на їх уроках малюють всілякі рисунки, замість того, аби приймати активну участь у навчальному процесі. Цьому може бути кілька причин:

а) вчитель нецікаво викладає предмет.
б) деякі діти автоматично щось роблять, під час того, як слухають матеріал.

в) дитина має гуманітарний склад розуму, та їй значно цікавіше малювати, ніж переписувати якісь формули та рахувати незрозумілі цифри.

Хто знає, може під час вашого уроку фізики, майбутній художник відточує свою майстерність. Тож наша задача не покарати дитину за недостатню увагу, а спрямувати її здібності у необхідне русло.

Хтось може сказати, який сенс із того, що дитина малює малюнки, позначає сили, а задачі розв'язувати не вміє. Нехай вона ліпше розмірковує про фізичні закони під час малювання, ніж бездумно підставляє цифри у списані формули. В першому ж випадку учень може навчитися пояснювати природні явища та фізичні закони, що може йому знадобитися у майбутньому. У другому випадку — бездумному, небажаному, переписуванню формул, ці “знання” не запам'ятаються навіть й на пару років.

Чому б не сходити до вчителя малювання, та не попросити його дати завдання дітям намалювати якийсь фізичний процес?!

Тож якщо ми бачимо, що якась дитина цікавиться мистецтвом, проявляє свої творчі здібності у малюванні — то давайте їй завдання малювати креативно малюнки до домашніх задач. Нехай краще буде намальовано три гарних малюнки із усіма позначками та зроблена найпростіша задача на розрахунки, ніж бездумно списані чотири, більш важких у обчисленнях, завдання. Також ми повинні не просто дозволяти їй виконувати свої творчі роботи, а й стимулювати. Вивісити найкращі малюнки до задач у кабінеті фізики. Нехай дитина зможе пишатися своїми роботами,

вивісити їх у шкільному коридорі. Нехай всі бачать. Тоді може хтось із інших дітей захоче спробувати себе в аналогічній діяльності, а автор відповідних робіт, якщо бачить, що його старання дійсно оцінені заслужено, захоче ще більше приділяти часу даній діяльності, що на пряму пов'язана із фізикою та розвиває його креативні навички.

Можна виконувати з дітьми як на уроках, так і давати на домашнє опрацювання наступні завдання. Вчитель на вибір дитині пропонує кілька різних картин різних художників, різних часів та різних стилів, та пропонує учням описати зображене на роботі з точки зору фізики. Подібне завдання не тільки зможе розвивати креативні навички дітей, збільшувати знання з фізики, а й розвивати любов до прекрасного, до мистецтва, збагатить дитину знаннями про картини різних митців, сприятиме розвитку культурницької освіти дитини.

Наприклад, дати описати в домашній роботі тему гравітації та взаємодії між планетами, скориставшись, зокрема, картиною Ліонеля Вальдена. Так само учнів можна попросити описати фізичні процеси, що відтворені на цій роботі, та діти можуть розписати про приливи та відливи, про взаємодію між Землею та Місяцем.



Так, використання малюнків не допоможе дітям у на пряму вміння розв'язування фізичних задач, проте таким чином ми можемо викласти дітям

бодай основу теорії фізики, що пояснює фізичні явища, а це є не менш важливим.

Дуже часто, заучування формул на уроках фізики є доволі нудним та скучним заняттям. Якщо від дітей можна не вимагати знання усіх формул, то основні вони все ж таки повинні запам'ятовувати. І як це можна робити, окрім як наполягаючи на вивченні формул вдома, чи повторюючи їх чималу кількість разів на уроках?!

Американський педагог Рон Кларк, якимось поставив перед учнями завдання вивчити всіх американських президентів та продекламувати їх за порядком. І заради того, аби діти змогли це зробити, він написав пісню, а точніше — переробив відомий реп-трек під навчальні цілі, текстом якого були саме прізвища президентів. Як наслідок — всі діти під час опитування змогли назвати колишніх очільників США. Ця практика, перероблення пісень в навчальних цілях, здебільше реп-треків, й надалі активно використовується в академії Рона Кларка. Діти можуть сидіти на уроці, але в якийсь момент заграє музика, всі підводяться та починають співати пісню, що дуже часто тісно пов'язана з навчальною тематикою. Варто додати, що незважаючи на переривання уроку на кілька хвилин, дисципліна на уроках в Академії Рона Кларка не порушується. Навпаки, подібні речі допомагають формувати дружні довірливі стосунки у колективі. Наприкінці роботи наведено статистику з Академії Рона Кларка, що підтверджує дієвість методів, які вони використовують, та які інколи доцільно частково адаптувати у своїй навчальній діяльності.

Тож ми пропонуємо уроки з фізики “розбавляти” на 3 хв подібними піснями, які співатимуть всі діти в класі. Таким чином вони зможуть одночасно вчити формули/певні правила з фізики й відпочивати під час уроку. Також ці пісні полегшують запам'ятовування певних правил, а також розвивають креативність, серед дітей, крім того деякі учні відразу ж починають вигадувати вірші на фізичну тематику. Креативність породжує креативність! Ті діти, що мають гуманітарний склад розуму, можуть взяти участь у написанні текстів пісень, а то й навіть музики! Тож можна задавати

додому як вид завдань, написання музики або віршів на фізичну тематику. Таким чином вони й розвиватимуть власні творчі здібності, і поліпшуватимуть знання з фізики.

За останніми дослідженнями, що були проведені в Україні компанією ТОВ “Тейлор Нельсон Софрез Україна”, 89% респондентів вивчали англійську мову, і серед них лише 18% володіють нею на рівні, що вищий за середній. І це жахлива цифра! Тобто маємо прямі докази того, що система вивчення іноземних мов у школах є недосконалою. Водночас, 97% батьків мають бажання, аби їх дитина вивчала англійську мову.

Тож чому вчителю не розширити межі, яких торкається фізика?! Звісно, якщо вчитель бодай трошки орієнтується в іноземній мові. Ба, навіть якщо й не орієнтується. Найпростіше завдання, що може бути дано дитині заради розвитку фізичних та лінгвістичних знань — це ЯКІСНИЙ переклад тексту іноземною мовою (в будь-якому разі переклад може перевірити й вчитель англійської мови).

Що може бути кращим за те, аби під час виконання домашніх завдань з фізики, розвивати не тільки математичні здібності, але й гуманітарні?! Діти, що вирішили пов'язати своє життя з лінгвістикою зможуть розвивати свої знання, та й вийти за межі шкільної програми, вийти за межі “розмовної англійської”, та піти далі — технічна англійська.

На перекладах звісно що не варто зупинятися. Чому б не використовувати на уроках відео деяких експериментів англійською мовою?! Таким чином ми маємо більший вибір (не завжди таке буває, що найкраще відео якогось досліду є саме українською або російською мовами). Але в даному випадку від учителя фізики вже вимагається знання цієї іноземної мови. (Ще один стимул до нашого саморозвитку). Чому б не дати як творче завдання дітям додому — перекласти відео певного експерименту з англійських ресурсів українською мовою?! Подібне завдання буде корисним як для вчителя (що отримує додаткове фізичне відео в свій банк), так і для дітей (що вивчають англійську та фізику одночасно. При чому експеримент їм точно запам'ятається краще, ніж би вони побачили його просто кілька разів), а також іншим користувачам інтернету, що отримують доступ до нового

україномовного фізичного відео. Також подібне завдання зачіпає і міжпредметні зв'язки із інформатикою, позаяк записати звук, накласти, змонтувати нове відео також вимагає певних вмінь користування комп'ютером. Вчителі можуть поєднати уроки фізики та англійської мови. Найпростіше, що спадає на думку — це звичайна гра (вона може бути будь-якою), де учням треба пов'язати фізичні явища та закони, якими ці явища пояснюються. Але пропоновані варіанти можуть бути написані англійською мовою!

У школах із поглибленим вивченням англійської мови, на деяких уроках фізики, зокрема при розв'язуванні задач, можна використовувати англійські підручники, умови задач англійською мовою. Варто зазначити, що бажано підбирати завдання або з нескладною в плані англійської мови, умовою, або давати задачі іноземною мовою дітям із високим рівнем її знання. А також в умовах краще наводити правильний переклад фізичних термінів.

Приклад подання задач, що пропонуються до розв'язання на уроках в школах із поглибленим вивченням англійської мови:

(Коливаннятахвилі)

1. A cork on the surface of a swimming pool bobs up and down once every second on some ripples. The ripples have a wavelength of 20 cm. If the cork is 2 m from the edge of the pool, how long does it take a ripple passing the cork to reach the edge?

Прим:

Wavelength – довжинахвилі.

“Bobs up and down once every second” -

звідсивизначаємочастотуколиваний (frequency).

2. Наступна задача є дуже цікавою та корисною, позаяк допомагає дітям одночасно зрозуміти принцип роботи фокусування в фотоапаратах та засвоїти тему звукових хвиль.

An automatic focus camera uses an ultrasonic sound wave to focus on objects. The camera sends out sound waves which are reflected off distant objects and return to the camera. A sensor detects the time it takes for the waves to return and then determines the distance an object is from the camera. If a sound wave (speed = $344 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) returns to the camera 0,150 s after leaving the camera, how far away is the object?

Прим:

wave – хвиля

ultrasonic sound — ультразвук

determines — визначати

(Електростатика)

3. Для вивчення термінів з англійською мовою можна скористатися подібними до наведеного завдання (те, що написано курсивом, заповнює учень):

Quantity	Symbol	Unit of measurement	Переклад терміну та його скорочення од. вимірювання українською
e.g.* Distance	e.g. D (S, l)	e.g. meters (m)	Відстань (км)
Resistance	<i>R</i>	<i>Ohm (Ohm) (Ω)</i>	<i>Опір (Ом)</i>
Current	<i>I</i>	<i>Ampere (A)</i>	<i>Сила струму (А)</i>
Potential difference	<i>V</i>	<i>Volt (V)</i>	<i>Різниця потенціалів (В)</i>

*e.g. - означає “приклад”.

(Закон збереження енергії)

4. Задача із реалістичною та цікавішою умовою:

A roller coaster ride at an amusement park starts from rest at a height of 50 m above the ground and rapidly drops down along its track. At some point, the track does a full 360 degree loop which has a height of 20 m, before finishing off at ground level. The roller coaster train it-self with a full load of people on it has a mass of 850 kg.



If the roller coaster and its track are frictionless, calculate:

- The velocity of the roller coaster when it reaches the top of the loop;
- The velocity of the roller coaster at the bottom of the loop (i.e. ground level).

Прим:

Velocity — швидкість.

If the roller coaster and its track are frictionless — тутмаєтьсянаувазі, щовідсутнєтертя.

Loop – петля.

Якщо дитина любить писати вірші, чи твори, то чому б їй теж не зайнятися улюбленою справою?! Вчитель може давати завдання з написання “фізичних есе” дітям, які водночас будуть розвивати дитячу уяву та збільшувати їх знання з фізики, адже для написання дійсно гарної розповіді, дитині необхідно буде уважно почитати параграф та детально розібратися в тих законах, які описуються в підручнику. Можна задати наступні завдання додому: фантастична розповідь на тему: “Вранці зникла сила тяжіння”, чи “Сьогодні Земля прокинулася без магнітного поля”. Уявіть, як широко працюватиме уява дитини, якщо вона напише розповідь, наприклад, із назвою: “20 хвилин з життя електрону”. На останню тему можна бодай роман написати! І якщо дитині цікавіше “творити літературу”, то нехай вона розвиває свої здібності і за допомогою фізики. Можна навіть зробити конкурс кращої розповіді, які діти можуть декламувати перед класом. Ну а написання поезії на фізичну тематику — взагалі допоможе дітям ще краще вивчити певні закони та фізичні терміни. Окрім написання фізичних творів, зокрема необхідність чого відзначається грецькими педагогами, Янісом Хаджигеоргіу, Персою Фокілас, Марі Кабурапулю, можна ще багатьма способами розвивати фізику через літературу. Ще радянські педагоги рекомендували записувати на початку уроку на дошці епіграф, висловлювання якоїсь відомої людини, що може бути пов'язано із темою заняття. Окрім цього, як домашні завдання

дітям можуть даватися уривки з різної літератури, задля того, щоб учні описали фізичні процеси, що відбуваються в них. Наприклад: уривок з твору Рея Бредбері “Марсіанські хроніки”.

“До Марса наближався корабель. Він виринув з космічних глибин, з царства чорних швидкостей, сяючих рухів і мовчазних прірв. Могутній корабель, вивергаючи вогонь, у гордовитій мовчанці мчав крізь простір, несучи в металевих відсіках людей. їх було сімнадцять, разом з капітаном.

Давно лишився позаду той сонячний ранок, коли натовп на Огайському космодромі вибухнув криками, замахав руками, коли під ракетою розквітли рожеві пелюстки полум'я і розпочалася третя подорож на Марс.

Слухняно виконуючи волю капітана, потужний корабель зменшив швидкість у верхніх шарах атмосфери Марса. Як могутній левіафан, мчав він у нічному просторі. Ось лишився позаду марсіанський місяць, а корабель усе падав і падав. Страшна сила інерції плющила людей, кидала на стіни, мов м'ячики. Поступово вони поверталися до свідомості. Один з них помер, а решта - шістнадцятеро - відбулися страхом. Притулившись обличчям до товстого скла ілюмінатора, вони блискучими від збудження очима дивилися на поверхню Марса, що колихалася під ними.”

Вищеподаний уривок дуже ефективно може не тільки доповнити домашнє завдання, а й бути використаним, знову ж таки, на уроках з динаміки. Також, можна використовувати цей уривок разом із роботою Вальдена, що пропонувалася до огляду вище. Можна бачити, що навіть невеличкий уривок Бредбері з твору “Марсіанські хроніки” ну просто переповнений фізичними та фантастично-фізичними подіями. Тож ним навіть можна розпочати урок узагальнення знань. Або цей уривок може використовувати в рамках тестового контролю знань, замість стандартних запитань на теорію наприклад:

Прочитайте уривок з твору Рея Бредбері та дайте відповіді на наступні запитання:

1. *Слухняно виконуючи волю капітана, потужний корабель зменшив швидкість у верхніх шарах атмосфери Марса.* - Поясніть причину відмінності між атмосферою Марса та Землі.
2. *Ось лишився позаду марсіанський місяць, а корабель усе падав і падав.* - Поясніть, що мав на увазі автор під фразою “марсіанський місяць”.
3. *Страшна сила інерції плющила людей, кидала на стіни, мов м'ячики. Поступово вони поверталися до свідомості.* - Поясніть, допущену автором неточність в описі явища інерції.

Також вищеподаний уривок можна й використовувати на уроках з астрономії. Такими завданнями ми не тільки прививаємо дітям любов до книг, але й допомагаємо розвивати їхню уяву та й неабияк збільшуємо бажання вчитися фізиці, адже лише те навчання приємне, коли воно поєднано з улюбленою справою.

Розглянемо подібне ж завдання на іншому уривку з роману “Голод” Кнута Гамсуна. Його можна використовувати під час вивчення теми “Умови плавання тіл. Сила Архімеда”:

“Море лежало налите важким спокоєм; кораблі та вайлуваті широконосі баржі збурювали свинцеву поверхню, спінювали хвилю обабіч борту і пливли до виднокраю, з труб вихоплювався схожий на пух дим; вогке липке повітря приглушувало гуркіт двигунів. Ні сонця, ані вітру, з дерев позад мене скрапувала роса, а лавка, на якій я сидів, була холодна і мокра. Минав час, мене почало хилити на сон, я обм'як від втоми, поза спину тягнуло холодом. За якийсь час я відчув, що повіки мої злипаються. І я заплющив очі...
“

Цей уривок можна дати дитині як домашнє завдання з метою описати усі фізичні процеси, що учень впізнав у фрагменті твору. (А в цьому уривку можна як мінімум побачити наступні речі: плавання на воді, закон Архімеда; двигуни — механіка/динаміка; роса — умови випадання роси). Або, якщо мова йде про виконання завдання під час уроку, можна поставити більш конкретне питання:

Прочитайте уривок з твору Кнута Гамсуна “Голод” та дайте відповіді на наступне запитання:

“Море лежало налите важким спокоєм; кораблі та вайлуваті широконосі баржі збурювали свинцеву поверхню, спінювали хвилю обабіч борту і пливли до виднокраю” - поясніть, чому кораблі, незважаючи на те, що створені з металу, можуть триматися на воді.

Подібних завдань на зв'язок літератури та фізики можна вигадувати безліч, і всі вони при розумному використанні можуть стати ефективним каталізатором у розвитку креативності дитини.

Про деяких людей можна сказати “майстер на всі руки”. І подібні здібності в цих людей проявляються ще у школі. Ці діти із захопленням працюють на уроках праці, створюючи різні вироби. Тож мета вчителя фізики — поєднати вміння та завдатки таких дітей, що вправно можуть працювати руками та фізичну теорію. Найпростіший, але чомусь вже майже забутий спосіб, розвивати ці вміння, а водночас і креативність (адже така робота вона водночас є і творчою), це давати таким дітям завдання на виконання певних макетів та приладів.

Найпростіший пристрій, що може зробити власними руками дитина — то є динамометр. В принципі, нічого важкого в цьому немає — треба тільки причепити належним чином будь-яку пружинку, що не дуже сильно розтягується, до дощечки. Та за допомогою тягарців однакової маси проградуювати пристрій. Яка користь від цього завдання? По-перше, дитина розвиває вміння працювати руками. По-друге, дитина закріплює вивчену тему з динаміки — вчиться розраховувати коефіцієнт жорсткості, усвідомлює

другий закон Ньютона ($F_{\text{пр}}=F_{\text{т}}$). По-третє, учень вчиться застосовувати отримані теоретичні знання на практиці.

Також можна запропонувати учням зробити власними руками найпростіший конденсатор — Лейденська банка. Складається він з банки (чи якоїсь іншої певної ємності, що не проводиться струм), що обгорнута фольгою ззовні та зсередини. Фольга виконує роль обкладок конденсатора, а ємність — роль діелектрика. Що ж знадобиться для виконання такого пристрою: Ножиці, шило, плоскогубці, діелектрична ємність, фольга, мідний дріт, скотч, кулька з вальниці, паяльник.

Подібних нескладних завдань на вироблення якихось найпростіших пристроїв можна знайти безліч. І незрозуміло, чого подібні виробничі завдання втратили свою колишню популярність. Адже нема сумнівів у тому, що вони є вкрай корисними та такими, що розвивають в людині одночасно не тільки розумові навички, але й практичні.

Якщо у класі є учні, які займаються і люблять спорт і самостійно не вміють записати навіть умову фізичної задачі, можливо, буде доцільно запропонувати їм написати розповідь про те, як, скажімо, фізика, хімія чи біологія пов'язані із даним видом спорту. Хтось може сказати, що подібні завдання не мають ніякого сенсу, але це не так. В першу чергу, якщо в завданнях враховані інтереси дитини, вони збільшують інтерес до предмету. По-друге, можна починати від загальних подібних завдань: Твір на тему: “як проявляється фізика у футболі”, а потім переходити вже конкретно до певних, нещодавно вивчених законів, і вже врешті, до того, як ці закони записуються з точки зору математики. Ми дамо змогу дитині креативно поставитися до виконання домашніх завдань.

Існує такий стереотип, що людина з фізико-математичном складом розуму не може бути творчою. І такий стереотип виникає в першу чергу через неправильне уявлення про креативні здібності. Ми маємо розвивати креативні здібності людини всередині його фізико-математичних схильностей. Тобто вчити дитину використовувати творчість для розв'язання фізичних проблем.

Що повинні робити вчителі, аби розвивати креативність у таких дітей:

Найголовніше — це застосування прогностичної діяльності учнів на уроках, а також надавання таким учням нестандартних фізичних задач, на доданок до усіх інших методик.

Під нестандартними задачами в роботі мається на увазі такі завдання, що максимально наближені до реального життя.

Наприклад, замість стандартної задачі на силу тяжіння: “Визначте, яка сила тяжіння діє на тіло, що лежить на поверхні, масою 2 кг” давати таку: “Визначте, яка сила тяжіння діє на хлопчика, масою 50 кг”. Можна давати задачі на спеціальні теми: на будівельні тематики, автомобільні. Під час вивчення звукових коливань, можна пояснити дітям принцип будови металопластикових вікон. Нехай діти бачать, що фізика використовується не тільки в школі. Замість кількох задач додому, дайте учневі завдання зробити проект, в якому він має розрахувати силу тертя, що діє на автомобіль його улюбленої моделі, за швидкості 100 км/год. І звісно, що в такому проекті не може бути умови “силою тертя повітря знехтувати”.

Коли ми говоримо за розвиток креативності в дітей ми повинні одночасно мати на увазі креативність учителя. Не може бути такого, що вчитель, що не має розвинутого творчого мислення зможе розвинути креативність у дітей. Тож у першу чергу ми маємо подавати фізичний матеріал у цікавій, креативній манері.

Дуже часто коли ми кажемо про розвиток креативності на уроках фізики, справа обмежується лише розв'язанням трошки нестандартних задач. Так, то є вкрай необхідна компонента, проте якщо ми говоримо про розвиток креативності, то це буде лицемірство — розвивати уяву лише за допомогою задач та певних завдань. Цього недостатньо. Якщо ми вже згадуємо про розвиток творчих здібностей, то маємо розвивати їх всебічно.

Наприклад, можемо запропонувати провести наступний урок для молодших та середніх класів: в кожній школі є купа мотлоху, тож в класі можна створити атмосферу хаосу (ми не кажемо за таку, наслідки якої доведеться прибирати кілька годин). Якщо є можливість — вчитель може підв'язати до

стелі якийсь стілець, щоб він висів у повітрі. Якщо в закладі є якісь за частини (частини) для парт чи стільців, то ми можемо прибрати один-два цілих столи, та замість них покласти цей брухт, те саме зробити зі стільцями. Зняти стенди зі стін, та просто поставити їх на підлогу. Можна повикладати книги з книжних полиць, в цілому — можна зробити ще купу речей, що влаштують в класі атмосферу хаосу. Дзвенить дзвінок, та урок-”вистава” починається: вчитель, імітуючи перелякане нервово обличчя запрошує дітей до кімнати та просить зайняти свої місця. На фоні грає таємнича музика, наприклад із “Зоряних війн”. (Музика — обов'язково, вона допоможе дітям краще уявити собі необхідну атмосферу). Далі вчитель повідомляє дітям, що сталося дещо неймовірно-страшне та пропонує подивитися “звернення фізиків із НАСА” до цього класу. Включається завчасно записане відео, на якому якась людина, вдягнута в офіційно-діловому стилі (це може будь-хто, чи інший вчитель, чи ваш друг) повідомляє наступне: “Шановні діти, мусимо вам повідомити, що сталася жахлива ситуація. Прибульці з іншої планети змогли зламати всі наші комп'ютерні дані, стерти нашу інформацію про фізику, та якимось чином змінити закони природи на нашій планеті. Власне з чужепланетниками питання вирішено, проте на нашій Землі продовжується хаос. Тож ми даємо вам завдання — знайти помилки в законах природи, що діють тепер і виправити їх. Тоді з вашою допомогою ми зможемо зупинити знищення нашого світу. Далі учні розділяються по групках, і їм видаються завдання. Завдання теж варто оформити креативно. Звичайні аркуші із текстом не будуть доречні. Текст задач можна запакувати в конверти, на яких, наприклад буде написано щось типу: “NASA. Top Secret”. В цей же час, на екрані проектора можуть демонструватися якісь уривки з фільму-катастрофи (звісно що не надстрашні).

Далі учні мають розв'язати завдання, приклади яких описано нижче, а опісля їх розв'язання, в ідеалі було б в “режимі он-лайн” “повідомити в NASA” результати, проте якщо не буде можливості, наприклад по

Скучезв'язатися із людиною, що була на відео, то це не є великою проблемою.

Приклад завдання:

- 1) Повідомляю вам наступне: В Нью-Йорку почали провалювати крізь землю будинки. Ми ледве встигаємо евакуйовувати людей. Якась проблема в фізичних законах! Ми притягли до вирішення цієї проблеми фізиків, щоб за допомогою секретного комп'ютера внести зміну в код нашої планети та зупинити її знищення, проте у вчених стерта пам'ять, вони не можуть розібратися в підручниках, тож науковці ніяк не можуть згадати фізичні закони. Наводжу вам їх розрахунки, які, судячи з усього, є хибними. Може ви зможете знайти помилки та виправити їх, аби ми зупинили хаос:

“Приблизна маса Емпайр Стейт Білдінг складає 331 тисячу тон. Площа фундаменту складає 8094 м². Розрахуйте тиск, який має чинити на землю цей хмарочос.

ДАНО:

$$m = 331\,000\text{т}$$

$$S = 8094\text{ м}^2$$

$$331 \cdot 10^6\text{кг}$$

$$P = F_T \cdot S$$

$$F_T = mg^2 ; P = mg^2 \cdot S$$

$$P = 331 \cdot 10^6 \cdot 10^2 \cdot 8094 = 2679114 \cdot 10^8 \text{ (Па)}$$

РОЗВ'ЯЗАННЯ:

P - ?

Чи задача наступного плану:

- 2) Повідомляємо вам, що тротуарами неможливо ходити! Люди постійно підковзуються та падають! Судячи з усього, щось не те із силою тертя. Наші вчені наводять свої розрахунки тої сили, що має діяти, ми вбиваємо її в код Землі, проте нічого не змінюється! Люди ще досі підковзуються на рівному місці, хоч зараз і немає ожеледиці. Маємо щось робити! Надаю копії розрахунків наших учених, може вам вдасться віднайти та виправити помилки!:

“Розрахувати приблизну силу тертя, що виникає між ногою людини, масою 65кг та асфальтом. В старих записах було віднайдено якийсь коефіцієнт тертя ковзання між гумовою підошвою та асфальтом, що дорівнює 0,5.

ДАНО:

РОЗВ'ЯЗАННЯ:

$m=65\text{кг}$	$F_{\text{тр}} = \frac{\mu}{N} ; N=mg$
$\mu=0,5$	$F_{\text{тр}}=0,5/65=0,008 \text{ (Н)}$

$F_{\text{тр}}=?$

Задач подібного плану на урок-виставу можна розробити безліч. Але головна їхня мета має полягати в тому, що в них закладається певна хибна фізична гіпотеза, тож учні можуть уявити, що б відбулося, якщо фізичні закони були б порушені. Тобто — інша залежність між тиском та силою тяжіння — земля не витримує натиску, інша залежність між коефіцієнтом тертя та силою реакції опори — сила тертя стає практично відсутньою. За допомогою задач подібного плану можна неабияк розвивати креативні здібності дітей: вони задумуються над результатом зміни фізичних законів та водночас можуть уявити себе героями, що можуть врятувати планету. Прогностична діяльність учнів, як спосіб розвитку креативності. Що взагалі мається на увазі під “прогностичною діяльністю”? Коли мова йде за прогностичну функцію, мається на увазі діяльність, що передбачає певне прогнозування подій, що можуть відбутися. Тож прогностичні задачі то є задачі, метою яких є передбачення, чи результатів досліду, чи передбачення певних дій або умов, за яких може відбутися подане явище. Самі по собі, прогностичні задачі, можуть супроводжуватися або водночас із практичним дослідом, або теоретичним — мисленим.

Спроба передбачити результат тої чи іншої задачі, того чи іншого досліду неабияк розвиває творчі здібності учнів. Діти, аби розв'язати завдання, в яких необхідно передбачити результат, припадають до неабияких

міркувань, деякі починають обдумувати можливий результат з точки зору логіки та фізики, а деякі навіть просто фантазують. Дуже часто звичайну задачу з фізики можна зробити такою, що примусить учнів передбачити результат. Наприклад, наступна задача: “ Приблизно визначити, з якою силою тисне атмосфера на вас, поки ви спите. Для спрощення підрахунку площі тіла, вважати його прямокутним”. В цю саму задачу можна додати певне прогностичне питання, ми можемо запитати учнів, аби вони спробували передбачити, з вантажем якої маси може порівнятися тиск повітря на нас. І власне, коли виявиться, що вага-то дійсно величезна, запропонувати учням здогадатися, чому ж ця атмосфера нас не розплющує!

Взагалі, коли мова йде про розвиток креативності в дітей, що мають фізико-математичні здібності, розв'язання прогностичних завдань та задач із більш креативною умовою чи вимогою, є чи не першочерговим засобом розвитку творчості та уяви учнів. Аналізуючи різні прогностичні задачі, наводжу приклади, на мою думку, найбільш ефективних завдань:

Електрика:

Задачі із дослідом:

- 1. Яким чином, використовуючи лише пробну металеву кульку, не торкаючись зарядженого електрометра та не змінюючи його заряд, можна зарядити другий електрометри, до того ж й більшим зарядом, ніж був на першому. Відповідь варто пояснити та перевірити на досліді. Перший електрометр варто зарядити щонайменше на 3 поділки.*

Це завдання може допомогти учням підготуватися до вивчення принципу дії електростатичного генератора, що використовується для одержання дуже великих напруг.

- 2. До негативно зарядженого електрометра повільно підноситься позитивно наелектризована скляна паличка. Наведіть припущення, як на вашу думку поводитиметься стрілка*

електрометра до моменту дотику палички до кулі електрометра.

Це завдання допоможе дітям краще зрозуміти принцип роботи електрометра.

3. *Пластини плаского конденсатора з'єднані з електрометром. Наелектризованою паличкою зарядили пластинку, що з'єднана зі стрижнем електрометра. Дайте відповідь на питання: чи змінились покази електрометра, якщо в повітряний простір між пластинами внести заряджену тонку металеву пластину. Відповідь перевірити та пояснити на досліді.*

Це завдання допомагає дітям краще зрозуміти принцип роботи конденсатора. Покази електрометра не зміняться, адже не змінюється, ані ємність конденсатора, ані його заряд, ані напруга.

4. *Металеву кульку було з'єднано з кондуктором електрофорної машини. Біля кульки на відстані 1 см було розміщено скляну кульку, що підвішена на ниточці. Дайте відповідь на наступні питання:*

а) Як поводитиметься скляна кулька, якщо металеву кульку заряджати від електрофорної машини;

б) Як поводитиметься скляна кулька, якщо обидві кульки помістити в посудину з дистильованою водою, та привести в дію електрофорну машину. Відповідь пояснити та перевірити на досліді.

Подана задача може використовуватися при поясненні такого поняття як “діелектрична проникність середовища”. Адже завдяки саме ній пояснюється відповідь на задачу. У першому випадку скляна кулька притягнеться до металеві, а у другому — відштовхнеться. Дітям можна одразу пояснювати, що відповідь до задачі прямо пов'язана із поняттям “діелектричної проникності”, аби допомогти їм краще спрогнозувати результат, вже відштовхуючись від певної підказки.

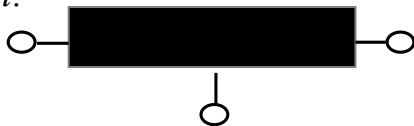
Окремо виділяємо задачі з електрики “на чорну скриньку”. За моїм досвідом, вони значно більше зацікавлюють учнів.

1. У “чорній скриньці” знаходиться невідомий елемент (конденсатор) електричного кола. Його “кінці” знаходяться ззовні скриньки. Маючи лише джерело струму та гальванометр, визначте, що за елемент знаходиться у чорній скриньці. Потім відкрийте та перевірте своє припущення.

В першу чергу, вчитель має дітям пояснити загальну схему розв'язання задач на визначення вмісту скриньки. Спитайте в дітей, що можна перевірити спочатку? Дочекайтесь пропозиції перевірити, чи немає там джерела струму. Це як раз і можна зробити за допомогою гальванометра. Далі пропонуємо скласти коло послідовно. Замикаємо ключі, та бачимо, що через гальванометр проходить короткочасний струм (спостерігається відхилення стрілочки). Питаємо в дітей, коли може спостерігатися дане явище. А відбувається воно при зарядці конденсатора.

2. «Чорна скринька» має три кінці. Всередині її знаходиться електричне коло, що складається з двох конденсаторів однакової ємності. Всі точки сполучень конденсаторів виведено назовні. Вільних або короткозамкнених клем немає. Визначте за допомогою джерела струму і гальванометра електричне коло всередині “чорної скриньки” і накресліть його. Потім відкрийте “чорну скриньку” та переконайтеся у правильності свого розв'язку.

Малюнок до задачі:



Спочатку треба розібратися, як з'єднані між собою конденсатори всередині скриньки: послідовно чи паралельно. Діти аналізують малюнок до задачі, креслять можливі з'єднання елементів, та доходять висновку, що при паралельному з'єднанні одна з клем буде вільною, а це заперечується умовою. Тож першого висновку, якого доходять діти — це те, що конденсатори всередині з'єднані послідовно. Тепер треба визначити, яка саме клемка на малюнку умови є точкою з'єднання конденсаторів. Для цього треба подавати напругу від джерела струму на Ліву клемку (Л) - центральну (Ц); Центральну (Ц) — Праву (П); Ліву (Л) — Праву (П). Гальванометр має показати два однакових за величиною відхилення та одне вдвічі менше. Якщо, наприклад, два однакових відхилення дають пари клем Л-Ц, Л-П, а в два рази менше відхилення клем Ц-П, то точкою з'єднання конденсаторів є як раз ліва клемка. Далі вчитель з дітьми проводить експеримент, яким підтверджує/спростовує гіпотезу учнів.

В класах зі слабким рівнем розвитком цю задачу можна використовувати без мети визначення точки з'єднання конденсаторів, а лише на встановлення, яке вони мають між собою з'єднання: паралельне, чи послідовне.

Прогностичні завдання з електрики є вкрай важливими при вивченні фізики. В першу чергу, вчителеві конче необхідно розвивати дитячу увагу на уроках з електрики, позаяк діти фактично не можуть побачити сам струм, побачити електрони. Тож вся картина фізичного поняття у них розвивається в голові.

Невеликий банк фізичних задач із більш креативною умовою чи більш нестандартними питанням, що можуть служити прикладом для підбору задач, метою яких може стати розвиток креативності, а також задач на розвиток міжпредметних зв'язків.

Кінематика:

Навіть коли мова йде про простенькі задачі з кінематики в сьомому класі, не менш важливо підбирати завдання із більш цікавою/креативною/реалістичною умовою. В першу чергу заради збільшення інтересу до предмету, розвитку уяви.

1. Вступ до задачі: Вчені встановили, що швидкість руху зграй перелітних птахів складає від 18-ти до 93-х км/год. При цьому, навесні птахи летять із середньою швидкістю близько 50 км/год, а восени — 43 км/год. В сірої ворони швидкість складає 50 км/год, у шпаків в середньому — 74 км/год, а у дрібних горобцеподібних — 50 - 60 км/год, качок — 72 км/год, гусаків — 90 км/год.

Умова задачі: Переведіть наведені дані у м/с.

2. Вступ до задачі: В США торнадо в середньому виникає до 640 разів на рік. Особливо часто їх спостерігають на рівнинах штатів Техас, Оклахома, Канзас та Небраска. Люди, що мешкають там, мають в своїх будинках укриття, що захищають їх від смерчу. Утворюються вони на рівнинах Північної Америки, коли невеликі області розрядженого повітря дуже швидко підіймаються нагору та створюють величезні повітряні вихрові “труби”, що рухають поверхнею землі. Все, що потрапляється їм на шляху, вони всмоктують в себе. При обертанні повітря зі швидкістю 100 м/с утворюється повітряний вир діаметром не менше 200 м з розрядженим всередині його повітрям. Відбіжні сили відганяють до країв виру важкі краплі води й граду та створюють стінки завширишки 10 — 20 м.

Умова задачі: За наведеними даними обчисліть доцентрове прискорення, період обертання, кутову швидкість торнадо.

3. Літак має досягти швидкості в 300 км/год по відношенню до повітря, аби злетіти. Якщо швидкість вітру, що напрямлений

проти руху літака, складає 80 км/год, то якою має бути швидкість літака аби здійснитися в повітря?

Коли мова йде про рух по колу, можна відійти від стандартних дисків, а розглянути якісь простенькі механізми, знову ж таки, заради розвитку уяви учнів. Заради того, щоб вони змогли краще ототожнювати фізичні задачі із реальними механізмами.

Електрика:

1. Вступ до задачі: *Блискавка обирає найкоротший шлях до землі, тому потрапляє в будівлі або в дерева. Високі будівлі облаштовують металевими полюсами (прутами) за якими електричний заряд уходить в землю. Це блискавичник. Розряд від блискавки йде на землю та назад за одним й тим же ж шляхом. Це відбувається з такою ж швидкістю, що наше око бачить лише один спалах. На своєму шляху блискавка розжарює повітря, яке в свою чергу, швидко розширюючись, створює звукову хвилю. Це викликає громовий гуркіт та спалахи блискавки. Вони відбуваються одночасно, проте ми чуємо гуркіт опісля того, як побачимо блискавку. Це пояснюється тим, що звук розповсюджується повільніше, ніж світло.*

Умова задачі: *Різниця потенціалів при появі блискавки становить до 4 ГВ, середня довжина між хмарою та землею — 2-3 км, а між двома хмарами — 15-20 км. Визначте напруженість електричного поля в цих випадках. А також енергію електричного поля. (Міжпредметний зв'язок із географією)*

2. Вступ до задачі: *Електричний скат або електричний вугор витрачає при розрядах електричного органу значну енергію. Потужність цих розрядів складає від 1го до 6 кВт, а час одного імпульсу — 2-3 мс. З цих причин вони використовують свої електричні органи відносно рідко.*

Умова задачі: *Визначте енергію електричного розряду вищезазначених риб, а також силу струму при цьому розряді та заряд, що проходить за 2 мс.*

(Міжпредметний зв'язок із біологією)

3. Вступ до задачі: *Технікою безпеки при роботі зі змінним або постійним струмом нехтувати не бажано. Адже при силі змінного струму 20-25 мА, частотою 50 Гц ускладнюється дихання, виникає миттєва судома м'язів. При силі струму 90 — 100мА виникає параліч дихання, при довгому впливі (3с та більше) — параліч серця.*

Умова задачі: *Приймаючи при розрахунках електричний опір тіла людини як 3 кОм, визначте, при якій напрузі виникає параліч дихання, миттєва судома м'язів. (Міжпредметні зв'язки із біологією та основами здоров'я).*

ТЕСТ НА ВИЗНАЧЕННЯ НАУКОВОЇ КРЕАТИВНОСТІ

Віпінг Ху, Шанхайський учительський університет, Китай та Філіп Адей, Кінгс-коледж, Лондон, Велика Британія. Переклад з англійської М. Степнова.

В основу тесту покладена Модель Структури Наукової Креативності (МСНК) (Scientific Structure Creativity Model (SSCM)). Розробниками тесту є Віпінг Ху та Філіп Адей. При розробці тесту, автори спиралися здебільше на тест визначення креативного мислення Торренса, який був перероблений китайським та англійським вченими для визначення саме рівня наукової творчості.

Короткий опис тесту

Тест був розроблений для проведення у групах. На його виконання відводиться 60 хвилин. Вимоги для виконання цього тесту нічим не відрізняються від інших: екзаменатор робить все, аби учні відчували себе “у

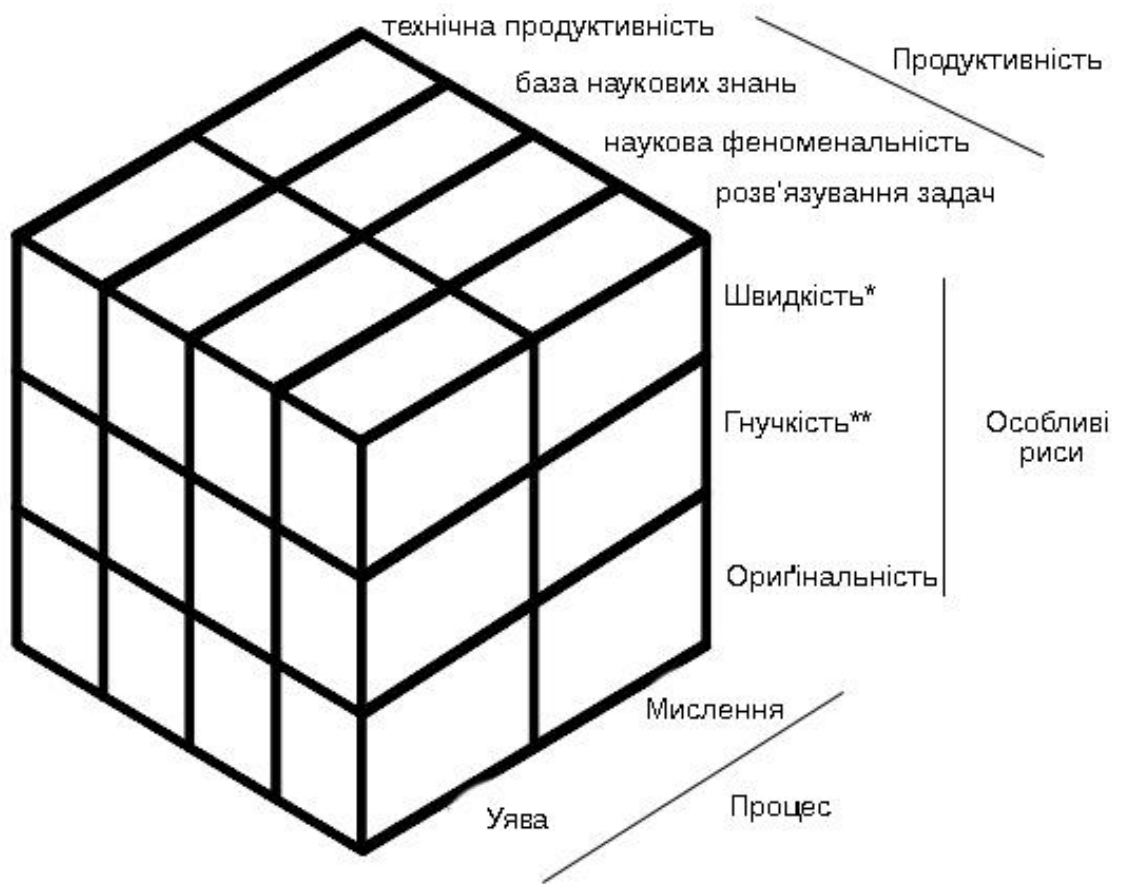
своїй тарілці”, проте водночас зосереджено виконували завдання. Наведений нижче текст є інструкцією, що надрукована на самій тестовій роботі:

Сьогодні ми хочемо, аби ви продемонстрували дуже важливе вміння — наукову креативність. Ви матимете 7 різних завдань. Кожне завдання досліджує різні наукові здібності, даючи вам можливість проявити себе. Ці завдання дають вам можливість реалізувати свої креативні здібності, використовувати нові ідеї та вирішувати певні задачі. Будь ласка, спробуйте відповісти на всі запитання протягом години. Якщо ви маєте питання щодо завдань, будь ласка, підніміть вашу руку та спитайте екзаменатора. Будь ласка, напишіть свій навчальний заклад, дату, ваш клас/групу, ваше ім'я, стать та сьогоднішню дату на аркуші, перед тим, як ви почнете.

Передбачається, що перед початком вчитель, або екзаменатор просить учнів не розголошувати своїх відповідей, поки вони не здали свої роботи.

Далі ми представляємо кожне з семи питань у фінальному тесті, разом із аналізом цілей, відповідно до Моделі Структури Наукової Креативності (МСНК) ((Scientific Structure Creativity Model (SSCM))

На рисунку нижче наведена Модель Структури Наукової Креативності.



* Тут і далі в тесті, під «швидкістю» мається на увазі більше саме кількість правильних відповідей, що була наведена. (прим. пер.)

** Тут і далі в тесті, під «гнучкістю» мається на увазі кількості дієвих рішень певної проблеми, що є різними між собою. (прим. пер.)

Завдання 1

Будь ласка, запишіть якомога більше ваших ідей щодо варіантів застосування шматку скла (мова йде не про маленький відбитий шматок — прим. пер.) у наукових (або технічних — прим. пер.) цілях.

Наприклад: зробити пробірку.

Зверніть увагу, що для перших чотирьох завдань дається один приклад, аби допомогти учням зрозуміти, що від них вимагається. Перше завдання — на нестандартні застосування та використання певних матеріалів.

Спираючись на модель тесту на визначення креативності Торренса (1962), це завдання призначене виміряти швидкість прийняття рішень, гнучкість цих рішень та оригінальність у використанні об'єкта з науковою метою. Згідно МСНК, це завдання охоплює науковий багаж знань (вимір продуктивності*), швидкість; гнучкість та оригінальність (вимір особливих рис*); мислення (вимір процесу*). Тож три виміри з двадцяти чотирьох

*Мається на увазі тривимірна модель наукової креативності: особливі риси, процес, продуктивність.

Завдання 2

Якщо ви маєте можливість взяти космічний корабель та здійснити подорож у космічному просторі та потрапити на якусь планету, то які наукові питання ви би хотіли дослідити? Будь ласка, перелічіть якомога більше.

Наприклад: “Чи є на цій планеті якісь живі істоти?”

Аби підіймати нові питання, реалізовувати нові можливості завдяки погляду під іншим кутом на певні ситуації, для здійснення нових реальних досягнень в області науки вкрай необхідним є наявність уяви. Метою другого завдання є вимірювання ступені сприйняття наукових проблем. Завдання потребує швидкості, гнучкості та оригінальності. Згідно МСНК, охоплюються: виконання завдань × швидкість, гнучкість, оригінальність × мислення та оригінальність. Всього шість вимірів.

Завдання 3

Будь ласка, подумайте, які вдосконалення можна внести в звичайний велосипед, метою яких є зробити його більш цікавим, більш красивим, більш ефективним та зручним. Запишіть якомога більше ідей.

Наприклад: зробити покриття такими, що відбивають світло, аби їх можна було бачити в темряві.

Згідно МСНК, виробництво технічної продукції, то є ключова компонента креативності в науці. Третє завдання розроблено для того, аби виміряти здібності учня в покращенні певних технічних виробів. В завданнях на поліпшення якості продукції Торренса (Торренс, 1962) пропонується внести зміни в іграшкову собаку та іграшкову мавпочку. У даному тесті, враховуючи сучасні умови, ми замінили іграшки на велосипед який буде більш цікавий для учнів, зокрема середньої школи. Тим паче, що він є технічним виробом та принцип його роботи напряду пов'язаний із фізикою. Це завдання також потребує вміння швидко приймати рішення, гнучкості мислення та оригінальності. Елементи МСНК: технічна продуктивність × швидкість, гнучкість та оригінальність × мислення та уява. Маємо шість вимірів.

Завдання 4

Уявіть, що зникає гравітація. Опишіть, яким стане світ.

Наприклад: люди будуть наче літати.

Мета цього завдання полягає в тому, аби виміряти наукову уяву учнів. Знову ж таки, завдання потребує швидкості, гнучкості та оригінальності. Елементи МСНК: феноменальність × швидкість, гнучкість та оригінальність × уява. Три виміри.

Завдання 5

Будь ласка, розділити квадрат на чотири рівні частини, використовуючи якомога більшу кількість способів.

Свої варіанти намалюйте на бланку відповідей.

Це питання є завданням на розв'язання наукової проблеми. Воно розроблено з метою виміряти можливість креативно вирішувати наукові завдання. Елементи МСНК: розв'язування завдань × гнучкість та оригінальність × мислення і уява. Чотири виміри.

Завдання 6

Перед вами два типи серветок. Як ви можете перевірити, які з них є кращими. Будь ласка, запишіть якомога більше способів, а також опишіть інструменти, що вам можуть знадобитися, принципи (*мається на увазі – фізичні закони. – прим. пер.*), якими ви керуватиметеся, та власне саму процедуру.

Це завдання використовується для оцінки творчих експериментальних здібностей. Це та сьоме завдання пов'язано з реальною науковою креативною діяльністю, що в свою чергу може стати рушійною силою учнів у виробленні справжніх наукових продуктів. Ми використовуємо ці типи завдань, позаяк коли розглядаються завдання із реалістичними умовами, виникає сильніший взаємозв'язок із іншими галузями креативної діяльності. (Окуда та ін. 1991) МСНК: феноменальність × гнучкість та оригінальність × мислення. Два виміри.

Завдання 7

Будь ласка, спроектуйте яблуко-зривальний апарат. Намалюйте креслення, вкажіть назву та функцію кожної його частини.

Сьоме завдання розроблено з метою виміряти здібності з розроблення креативних наукових продуктів. МСНК: технічна продуктивність × гнучкість та оригінальність × мислення й уява. Чотири виміри.

Очевидно, що не всі виміри МСНК представлені у тесті. Але б якщо ми попросили написати відповідь на завдання, яке спиралось би на вимір МСНК: наукового багажу знань × уява, учням просто не вистачило б паперу та олівців.

Підрахунок балів

Оцінка за завдання з 1-го по 4-те, це сума балів за швидкість, гнучкість та оригінальність. Бали за швидкість нараховуються просто, підраховуючи всі окремі відповіді, що дані, незважаючи на їх якість. Бали за гнучкість до кожного завдання, нараховуються за кількість різних підходів або галузей, перелічених у відповіді. Бали за оригінальність нараховуються, враховуючи відповіді всіх учасників. Обчислюється частота у відсотках кожної відповіді. Якщо частота подібної відповіді менша за 5%, то учневі надається 2 бали, якщо варіюється від 5-ти до 10-ти %, учневі дається один бал. Якщо ж частота перебільшує 10%, то в такому випадку, балів учням не надається.

Бали за 5-те завдання знову ж таки рахуються, після підбиття всіх відповідей, шляхом визначення частоти зустрічі розв'язку. Якщо частота подібних відповідей є меншою за 5%, учень отримує 3 бали, якщо частота складає від 5-ти до 10-ти %, учень отримує 2 бали, якщо частота складає більше 5-ти %, учень отримує 1 бал. Більшість учнів отримує 3-4 бали, деякі отримують від 20-ти до 30ти балів. В принципі, неможливо не отримати жодного балу, позаяк існує принаймні 3-4 способи розрізати квадрат на рівні частини.

Бали за 6-те завдання є сумою балів за гнучкість та оригінальність. Максимальна можлива кількість балів за гнучкість для одного вірного методу складає 9: за інструменти — 3 бали, за принципи — 3 бали, за процедуру — 3 бали. Кількість балів за оригінальність рахується так само, як і раніше: якщо

частота зустрічі методу є меншою за 5%, то учень отримує 4 бали, якщо між 5-ма та 10-ма %, то учень отримує 2 бали, якщо частота складає понад 10%, він не отримує жодного балу. Кількість нарахованих балів змінена, позаяк учневі важче розробити робочий оригінальний метод тестування серветок, у порівнянні з завданнями з першого по четверте.

Бали за сьоме завдання нараховуються за функціональність вигаданої машини. Важливими функціями апарату є наступні: пошук місця зосередження яблунь; пошук яблук на дереві; зривання яблука; доставлення яблука на землю; сортування яблук; розміщення яблук по контейнерах; переміщення до наступного дерева. За кожен функцію учень отримує 3 бали. Що стосується оригінальності, то ми даємо учневі від 1-го до 5-ти балів, враховуючи загальне враження від усіх інших методів, запропонованих іншими учнями.

2.4.Трансдисциплінарний підхід як засіб формування духовної культури особистості

Як відомо, вивчення природничих дисциплін закінчується узагальнюючим заняттям «Сучасна наукова картина світу». На цьому уроці вчитель розкриває еволюцію фізичної картини, виділяє основні риси сучасної картини світу, узагальнює знання учнів про матерію, рух, взаємодію, показує місце кожної із вивчених теорій в сучасній картині світу. Це узагальнююче заняття відіграє важливу роль у формуванні світогляду учнів.

Але при цьому за межами узагальнень залишається ще не менш важливий матеріал, який складає гуманітарний потенціал фізики і який найбільше впливає на формування духовної культури учнів. «Фізика складає серцевину гуманітарної освіти нашого часу» . Ці слова належать відомому американському вченому І. Рабі. На важливе соціокультурне значення фізики вказує і нова програма з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів: «Сучасна фізика крім наукового, має важливе соціокультурне значення. Вона стала

невід'ємною складовою загальної культури інформаційного суспільства». У зв'язку з інтеграцією України в загальноєвропейський простір сучасна освіта повинна стати особистісно-орієнтованою, що ґрунтується на принципах гуманізації і гуманітаризації. Відтак, пропонуємо включити до програми з фізики узагальнююче заняття на тему «Фізика і духовна культура людини». Його метою є узагальнення фізичних знань, які за образним виразом В.О. Сухомлинського ми повинні «вкласти в душу» учнів і які важливі для їх екологічного, естетичного і патріотичного виховання. Проведення такого заняття буде сприяти реалізації культурологічних засад фізичної освіти, переорієнтації навчання фізики на гуманні потреби людини .

Урок може бути проведений за таким планом:

- Вплив фізики на духовну культуру людини.
- Взаємовідносини людини з природою. В.І. Вернадський і його вчення про ноосферу.
- Фізика і мистецтво.

Розглянемо зміст кожного із пунктів плану.

1. *Вплив фізики на духовну культуру людини.* Для того щоб найбільш повно розкрити зв'язок фізики з культурою, розглянемо коротко зміст поняття «духовна культура». Спочатку під культурою, на відміну від природи, розуміли усе, що створює людина. Але людина у своїй творчості робить чимало такого, що не можна віднести до предметів культури, наприклад, засоби знищення людей. Тому поняття культури згодом почали оцінювати з точки зору моралі. Велика заслуга в цьому належить німецькому філософу І. Канту (1724-1804). Саме І. Кант визначив культуру як те і тільки те, що за своєю суттю є гуманістичним і поза гуманізмом і духовністю немає істинної культури. Такий підхід І.Канта до культури є актуальним і сьогодні.

Культура умовно поділяється на матеріальну й духовну. Матеріальна культура включає в себе об'єкти, що створені руками людини (машини, будинки, лазери, ядерні реактори та ін.). Зв'язок фізики з матеріальною культурою є очевидним. Саме фізика

безперервно розширює й примножує можливості людини в її русі на шляху науково-технічного прогресу.

Духовна культура – це також результат діяльності людини, але вже не рук, а розуму (ідеї, правила, закони, традиції, символи та ін.).

Духовна культура – це сфера людської діяльності, пов’язаної з інтелектом, емоціями, почуттями. Духовна культура пробуджує, підтримує і розвиває в людині особистість. Якщо найвищою цінністю для фізичної науки є істина, то для духовної культури такою цінністю є людина, причому людина творча, гуманістична.

Стародавні греки сформулювали класичну тріаду духовної культури: **істина – доброта – краса**. Спробуємо і ми у відповідності з цією тріадою розглянути вплив фізики на духовну культуру людини.

Фізика відкрила цілий ряд істин, важливість яких виходить за рамки фізики і які стали загальнолюдським надбанням. Це передусім розуміння основної ідеї сучасної фізики – корпускулярно-хвильового дуалізму властивостей матерії. Сприйняття цієї ідеї несумісне з метафізичним мисленням. Оволодіння ідеєю дуалізму формує в учнів діалектичне мислення, яке більш адекватне дійсності. Якщо для метафізичного мислення характерне категоричне мислення: або «так», або «ні», або «правильно» чи «неправильно», то для діалектичного мислення характерним є твердження: і так, і ні (за одних умов «так», за інших «ні»), певною мірою правильно, певною мірою неправильно. Ідея дуалізму вчить оцінювати міру. Міру правди, міру дозволеності.

Не менш важливим є і принцип відповідності, запропонований фізикою, який став загальним методологічним принципом пізнання світу. У найбільш загальній формі цей принцип можна сформулювати так: теорії, справедливість яких експериментально встановлена для того чи іншого кола явищ, з появою нових, більш загальних теорій, не усуваються як щось помилкове, а зберігають своє значення як гранична форма й випадок нових теорій. Цей принцип вчить, що зміна теорій – це не низка катастроф, а природній процес, рух розуму через послідовність відносних істин

до абсолютної, поступове проникнення в сутність явищ. Так, нове заперечує старе, вимагаючи водночас зберігати все позитивне, що було накопичено раніше. Разом з тим, все нове по відношенню до старого одночасно утворює з ним єдине ціле. Таким чином фізика сприяє розвитку сучасного цілісного системно-еволюційного стилю мислення людини.

Наступною істиною, яку відкрила фізика – це фундаментальність статистичних закономірностей, які відповідають більш глибокому стану у пізнанні людиною світу. Вона визначила роль ймовірнісних ідей та методів у науці і практичній діяльності людини. Завдяки сучасній фізиці змінилось відношення людини до випадковості. Донедавна говорили про випадковість з досадою (прикрістю), що вносила в наше життя невизначеність, невпевненість і тривогу. Зараз випадковість розглядається як форма прояву необхідності. Вчені активно використовують фундаментальну роль випадковості для створення важливих приладів і пристроїв. Серед них, наприклад, можна виділити лазер і атомний реактор, які вивчаються у школі. Лазерна генерація бере початок від випадкових актів самодовільних переходів атомів із збудженого стану в основний. В атомному реакторі ядерна реакція також починається від спонтанного (випадкового) ділення ядра Урана. Таким чином, із випадковостей народжується необхідність, необхідність не існує без випадковості. Завдяки діалектиці необхідного і випадкового «наш світ є достатньо гнучким, динамічним, здатним до розвитку. Це світ, що побудований на імовірності». Імовірнісні ідеї і методи, запропоновані фізикою, формують у людини ймовірнісний стиль мислення, який вважається наразі одним із суттєвих компонентів сучасного світорозуміння.

З поняттям імовірності тісно пов'язаний і принцип симетрії, який також зробив великий вплив на культуру людини. Фізика змусила глянути на симетрію глибше, розширити це поняття за рамки геометричних уявлень. По-перше, симетрію стали розглядати як метод пізнання. Наприклад, саме симетрія між електрикою і магнетизмом наштовхнула Дж. Максвелла на ідею про струм

зміщення, яка привела його потім до знаменитих рівнянь для електромагнітного поля.

Наведемо учням і найбільш сучасний приклад. Для об'єднання фундаментальних взаємодій, включаючи і гравітацію, в одну теорію, вчені використовують різні підходи, серед яких є теорія, яка виходить із принципу симетрії. Це суперсиметрія – фізична теорія, яка об'єднує в одну групу частинки з різними спінами, як з цілим (бозони), так і з напівцілим (ферміони). В основі цієї теорії лежить уявлення про те, що кожна елементарна частинка має значно важчого партнера, або «суперчастинку». Суперсиметрія повинна проявлятися при надвисоких енергіях. Але ця теорія не має ще експериментального підтвердження. Вчені покладають надію на Великий адронний колайдер, який зможе підтвердити або спростувати цю теорію. Підтвердження цієї теорії зможе допомогти вченим розгадати одну із самих таємничих загадок – проблему темної матерії, на яку припадає 20 % маси-енергії.

Учням буде цікаво знати, що українські вчені Харківського фізико-технічного інституту одні із перших запропонували концепцію суперсиметрії, розвинули її математичний апарат.

Симетрія як метод пізнання використовується і в процесі вивчення фізики в школі. Важливо пригадати з учнями такі приклади симетрії як симетрія поступального руху і руху обертального, симетрія виразів для закону Кулона і закону всесвітнього тяжіння, симетрія між механічними і електричними коливаннями та ін.

По-друге, симетрія існує не сама по собі, а в діалектичному зв'язку з асиметрією. Зараз до симетрії відносять все те, що пов'язане зі збереженням, тотожним, необхідним. Наслідком просторово-часової симетрії законів природи є закони збереження енергії, імпульсу і моменту імпульсу. Р.Фейнман назвав зв'язок між симетрією і законами збереження однією з найбільш мудрих і захоплюючих речей у фізиці. Зрозуміло, що світ не може бути абсолютно симетричним, бо в такому світі ніщо б не змінювалось і не було б ніякого розвитку та відмінностей. А симетрію ж за сучасним уявленням пов'язують зі змінами, різним і випадковим.

Світ також не може бути й абсолютно асиметричним. Це був би світ без законів, світ, де ніщо не зберігається, а все змінюється. «Реальний світ – це світ, побудований на діалектиці симетрії і асиметрії» .

Часто симетрію вважають символом краси, гармонії і досконалості, але це не зовсім так. Красота визначається не просто симетрією, а поєднанням симетрії й асиметрії. Фізика робить значний внесок у формування в учнів почуття краси. Краса є однією з найважливіших категорій культури. Ще з часів Сократа її розглядають як категорію розуму, пізнання. Фраза «Краса врятує світ» – це не просто гарні слова, вони мають глибокий гуманістичний зміст і вказують на роль і місце культури в подальшому розвитку суспільства.

Фізику не меншою мірою, ніж літературу й історію, цікавлять питання «Хто ми? Звідки ми? Куди ми йдемо?» Саме фізика вчить шукати першопричину явищ, розкривати причинно-наслідкові зв'язки.

Фізика має справу з істинами, які не залежать від моди, традиції, авторитетів, кон'юнктури. Тут варто згадати учням відомий вираз «Платон мені - друг, але істина дорожча». У цьому полягає моральний вплив фізики на формування духовної культури людини.

2.Взаємовідносини людини з природою.В.І. Вернадський та його вчення про ноосферу.

Змінилася роль і місце людини в сучасній науково-природничій картині світу. На цю обставину нам хочеться звернути особливу увагу. У сучасній фізиці людину сприймають як важливу ланку в процесі еволюції природи. Вона не тільки зазнає впливу природних ресурсів, але й здатна, будучи носієм розуму та духовної культури, впливати на ці процеси. Це виховує в учнів почуття власної причетності до всього, що відбувається у світі, власної відповідальності за майбутнє всього світу й водночас формує стиль мислення, який можна називати планетарним.

Особливий внесок у новий підхід до дослідження природи й ролі людини в ній зробив академік В.І. Вернадський – видатний

вчений, мислитель, перший президент Української академії наук. Народився В.І. Вернадський у 1863 році у Петербурзі, але своє дитинство провів на рідній для батька і матері Харківщині. Цей період він вважав одним із щасливіших періодів всього життя. Саме тоді він не просто побачив природу у всій її красі, а вжився в неї.

В.І. Вернадський закінчив фізико-математичний факультет Петербурзького університету. Йому дуже пощастило з учителями, якими були видатні вчені Д.Менделєєв і А.Бутлеров, І.Сеченов і В.Докучаєв. Будучи студентом, В.І. Вернадський відвідував гурток, який з часом став називатися «Братством». Правилами свого життя вони вважали:

- працювати якомога більше;
- спочивати якомога менше;
- на чужу біду дивитися як на свою.

Цим принципам В.І.Вернадський слідував протягом всього свого життя.

Після закінчення університету він вів інтенсивну наукову діяльність. В центрі його природничо-наукових і філософських інтересів була розробка цілісного вчення про біосферу. Вернадський набагато випередив свій час, створивши вчення про ноосферу – сферу Розуму. Ноосфера – це біосфера, розвиток якої цілеспрямовано керує людина. «Академік В.І. Вернадський був переконаний, що життя є явищем космічним, його виникнення він розглядав як процес самоорганізації матерії. Він зробив знаменитий прогноз: у майбутньому людський розум буде свідомо направляти процес еволюції земної біосфери – людство вступить в епоху ноосфери. Ідеї Вернадського мають у наші дні таке ж революційне значення, яке у свій час мали ідеї Коперника» .

В.І. Вернадський вказав на чотири фактори, завдяки яким здійсниться перехід до ноосфери. Перший фактор – «повне захоплення людиною біосфери для життя, людина проникне у всі її стихії – землю, воду, повітря». Другий фактор – єдність людства, коли створюються схожі форми наукової, технічної та побутової цивілізації, самі віддалені куточки Землі об'єднуються швидкісними засобами переміщення, ефективними лініями зв'язку і

обміну інформацією. Третій фактор – більш масове представлення суспільного життя, коли «народні маси отримують зростаючу можливість свідомо впливати на хід державних і суспільних справ». І накінець, – зростання науки, перетворення її в потужну геологічну силу, головну силу створення ноосфери.

Співставляючи ці фактори з тим, як розвивається біосфера у ХХІ столітті, можна зробити висновок, що передбачення В.І. Вернадського збуваються. Освоєння космосу і земних глибин, мобільний зв'язок та Інтернет, масовий рух людей за свої права, революційні досягнення в науці, особливо в нанотехнологіях, – все це рух біосфери до ноосфери, де природа і людина постають як єдине ціле, і де на перший план виходить духовна культура людини, яка і визначить подальший напрям розвитку земної цивілізації.

Людина не тільки впливає на природу, а й учиться в неї. Вчитель може навести багато прикладів «співробітництва» людини й природи. Одним із них може бути приклад, пов'язаний з нанотехнологіями. Вчені звернули увагу на явище самоочищення листя і квітів деяких рослин, яке ґрунтується на особливій будові їх поверхні. На честь лотоса – рослини, на якій це явище проявляється найбільш яскраво, явище дістало назву «ефект лотоса».

Ця рослина заслуговує на те, щоб розповісти про неї більш детально, тим паче, що така розповідь буде корисною для естетичного й екологічного виховання учнів.

Росте ця квітка в неглибоких, майже повністю замулених водоймах, при цьому зберігаючи винятково незайману чистоту й чарівність. Навіть якщо її повністю занурити в замулену воду, ця квітка вийде з неї без жодної брудної плями, начебто заново народилася. Квітка, яка виникла у болоті й залишилась чистою, незаплямованою, просто не могла не стати одним із найважливіших символів Сходу. Нещодавно в багатьох містах України відбулася художня виставка творів китайських художників. На багатьох полотнах цієї виставки наявна квітка лотоса, що має священне значення в деяких східних релігіях. На рис. 81 представлена одна з найкращих картин цієї виставки.



Рис. 81. Чень Сяопін. Просвітлення

Науковці довгий час не могли пояснити властивості цієї квітки, аж доки не з'явився такий прилад, як електронний мікроскоп. За його допомогою вчені виявили, що листя й квітка лотоса виділяють воскоподібну речовину куприн, яка являє собою суміш найвищих жирних кислот і їхніх ефірів, що утворюють на поверхні особливу структуру у вигляді найдрібніших дуже випуклих бугорків-шишечок, а відстань між якими становить близько 2 мікрон. Вода, що потрапляє на листя й пелюстки лотоса під дією сил поверхневого натягу, збирається в кулеподібні крапельки. Такі крапельки не можуть утримуватися на цій поверхні й легко скочуються з неї, забираючи із собою й шматочки бруду. У результаті листя й пелюстки лотоса завжди залишаються ідеально чистими.

Для учнів буде цікавим порівняння лотоса з трояндою – квіткою, яка їм добре знайома. Хто з них не захоплювався красою троянди після дощу! На пелюстках троянди точно в такі ж смарагдові крапельки сферичної форми збирається вода, як на

пелюстках лотоса. Але що цікаво, ці крапельки не скочуються з пелюсток, а залишаються на місці, якщо квітку троянди навіть перевернути вниз бутонем. Науковці теж зацікавилися ефектом трояндових пелюсток і за допомогою електронного мікроскопу побачили, що структура поверхні пелюсток троянди така сама, як і в лотоса. Навіть бугорки-шишечки такого ж розміру, а ось їхня форма й відстань між ними інші. Виявляється, що саме через це троянді властивий протилежний ефект: злегка конусоподібні шишечки пелюсток троянди, що перебувають на великих відстанях одна від одної, надійно утримують крапельки на пелюстках.

Завдяки сучасним нанотехнологіям науковці відтворили самоочисні поверхні, виготовивши відповідні матеріали й покриття. Вони також створили полімерний матеріал, який повторює й трояндовий ефект, але він поки що не має практичного значення як матеріал з «ефектом лотоса».

Таким чином, фізика через розкриття єдності й гармонії світу закладає естетичне начало, пов'язане з красою світу, формує почуття прекрасного.

3. Фізика та мистецтво. Це невід'ємні складові сучасної культури, і таким чином вони являють собою цілісне утворення. Тільки фізика діє як цивілізуюча сила, а мистецтво - як надихаюча (одухотворена) сила. Перед фізикою і мистецтвом стоїть одне і те ж завдання: пізнання природи і людини як частини природи. Тільки фізика це робить з допомогою логічного пізнання, а мистецтво – з допомогою відповідних художніх образів.

Про зв'язок науки і мистецтва дуже образно сказав у свій час Флобер: «Чим далі, тим мистецтво стає більш науковим, а наука більш художньою, розлучившись біля підніжжя, вони зустрінуться коли-небудь на вершині».

Л.Д. Ландау критично відносився до фізиків, які не сприймали поезії і мистецтва, називав їх поганими фізиками. «Ламаного гроша варта ваша фізика, якщо вона закриває для вас все інше: шерхіт лісу, фарби заходу Сонця, дзвін рифм. Це якась урізана фізика...».

Для того, щоб для учнів фізика також не здавалась «урізаною», краще щоб цей пункт плану вони підготували самостійно. Вчитель

може дати на початку семестру групі учнів розробити навчальний проєкт «Фізика і мистецтво». Проєкт може складатися з тем: «Фізика і живопис», «Фізика і музика», «Фізика та архітектура» і т.ін. Матеріал до свого проєкту учні знайдуть в книгах: Ланина І.Л. «Не уроком єдиним», Лыков В.Я. «Эстетическое воспитание при обучении физике», Анфилов Г. «Физика и музыка», а також багато цікавих методичних розробок вони можуть знайти в мережі Інтернет, причому навіть з відео.

Узагальнюючи вищесказане, наведемо слова видного педагога і гуманіста В.О. Сухомлинського, які найкращим чином підсумовують все вищесказане: «Світ вступає в століття Людини. Більше, ніж будь-коли, ми зобов'язані думати про те, що ми вкладаємо в душу людини».

РОЗДІЛ III. STEM-майданчики як компоненти розвитку НУШ

3.1. Впровадження STEM-майданчиків як шлях реалізації трансдисциплінарного підходу в освітній діяльності

Концепція Нової української школи визначає її випускника як особистість, патріота та інноватора, здатного змінювати навколишній світ, розвивати економіку, конкурувати на ринку праці, вчитися впродовж життя, критично мислити.

Формула Нової української школи визначає дев'ять ключових компонентів, основними з яких є: педагогіка, що ґрунтується на партнерстві, сучасне освітнє середовище, яке забезпечує необхідні умови, засоби і технології для навчання учнів, освітян, батьків не лише в приміщенні навчального закладу, а й за його межами, умотивований учитель, який матиме свободу для творчості і професійного розвитку, новий зміст освіти, заснований на формуванні компетентностей, потрібних для успішної самореалізації в суспільстві, новий зміст освіти.

Зокрема, новий зміст освіти відповідно вимагає урізноманітнення технологій навчального простору, що означає зростання частки проєктної, командної і групової діяльності. Відтак, одним із компонентів організації таких видів діяльності є створення мережі STEM-майданчиків з фізики.

Ідея мережі STEM-майданчиків полягає у створенні освітніх середовищ, які б поєднали змістову компоненту з технічною, математичною, художньою творчістю, використанням мультимедійних засобів навчання та шкільним фізичним експериментом для формування навичок наукової діяльності, винахідництва, креативу.

Мета мережі: розробка різних видів STEM-майданчиків, які забезпечать реалізацію вимог концепції нової української школи.

Завдання:

- розроблення структури мобільних робочих місць, які легко трансформуються для групової роботи на STEM-майданчиках;

- забезпечення лабораторно-практичної бази для вивчення фізики;
- моделювання різних видів STEM-майданчиків;
- створення умов для професійного творчого зростання майбутнього вчителя фізики як модератора в індивідуальній освітній траєкторії розвитку дитини;
- розроблення способів навчання учнів в різновікових предметних або міжпредметних групах.

Основним завданням, яке забезпечує реалізацію мети проєкту є моделювання різних видів STEM-майданчиків:

- постійно-діючі STEM-майданчики (проєктні);
- бліц STEM-майданчики;
- STEM-майстер.

Проєктні STEM-майданчики розробляються відповідно до особливостей освітніх середовищ та освітніх стандартів, що в них діють. Наприклад, за програмою з фізики для 9 класу розроблено STEM-майданчики на основі саморобного фізичного обладнання: «Магнітні властивості речовин», «Складання найпростішого оптичного приладу», «Складання радіоактивної карти міста та прилеглих районів», «Звуки в житті людини», «Фізика в житті сучасної людини». Кожен з учасників майданчика забезпечується мобільним робочим місцем, на якому знайомиться з маршрутом роботи над проєктом (проблемне питання, мета і завдання, пошук інформації, розробка плану створення приладу, підготовка до захисту); пам'яткою конструктора фізичного приладу (визначення актуальності вибору приладу, вивчення будови та принципу дії його, обрання найпростішої схеми приладу, підбір необхідних деталей та матеріалів, виготовлення приладу); зразками виготовленого обладнання і вимогами до захисту проєкту (презентація роботи над проєктом, презентація фізичного приладу або моделі).

Після обрання маршруту роботи узгоджується алгоритм створення саморобного приладу з майстром-модератором.

Бліц STEM-майданчики – це одночасна робота декількох мобільних робочих місць за різною тематикою, наприклад, «Стихії

поруч»: стихія гравітації (досліди з маятником Фуко, з припливів і відпливів, літаючої кульки та ін.); стихія повітря (досліди: сила Архімеда, ефект Магнуса, магдебурзькі півкулі, міражі); стихія води (досліди: рідина, що світиться, мильні кульки, модель бермудського трикутника); стихія вогню (досліди: запалювання свічки на відстані, виготовлення енергонакопичувальної печі, отримання вогню від сонячних променів).

Особливостями майданчика «STEM-майстер» є об'єднання діяльності двох попередніх видів, проєктного та бліц, шляхом ущільнення часу роботи учасників і наступною презентацією готового освітнього продукту. Цей майданчик, як правило, є тематичним, але його тематика визначається не програмою курсу фізики, а ціннісними орієнтаціями освітнього середовища. Наприклад, для учнів природничо-математичного класу розроблено майданчик «Фізика в живій природі», на якому учасники знайомляться з фізичними основами життя пернатих (досліди: явище резонансу, електризація, конвекція, неньютонівська рідина), наземних тварин (досліди: Ван-дер-Ваальсові сили, зміна площі опори, момент імпульсу та закон збереження моменту імпульсу тіла), комах (досліди: інтерференція світла, ефект Доплера, закон Паскаля, реактивний рух), морських ссавців (досліди: інфразвук, ультразвук, відбивання та заломлення хвиль, електричний розряд, утворення фонтану).

Як показує досвід, ефективність мережі STEM-майданчиків підтверджена великим попитом і ще більшою популярністю серед шкіл міст Миколаєва, Херсону, Миколаївської і Херсонської областей.

STEM-майданчик «Кастинг професій»

Наразі природознавство вступило в нову фазу свого розвитку – фазу постнекласичної науки, яка на перший план висуває міждисциплінарний підхід у своїх дослідженнях. Об'єктами сучасних міждисциплінарних досліджень стають системи, які відзначаються відкритістю й здатністю до саморозвитку. Особлива

роль серед таких систем належить природним комплексам, до складу яких входить людина. Зокрема, школа – відкрита система. Довіра до освіти починається з поваги до кожної людини, тому у сучасному навчальному процесі повинна враховуватися неоднорідність навчального середовища та неоднозначність дидактичної взаємодії. Учень у парадигмі такого навчання, - насамперед, особистість, носій індивідуального, відмінного, орієнтований на власні пріоритети: інтереси, потреби, можливості. Відтак, в основі компетентісно орієнтованої освіти лежить пріоритет цінностей особистості, і завдання вчителя полягає у забезпеченні розвитку особистості учня засобами предметної діяльності.

Таку діяльність можна реалізувати через проведення STEM-майданчиків з природничих дисциплін, зокрема, фізики.

Ідея проведення полягає у створенні середовища, сприятливого для розвитку особистості, його профорієнтації і виховання на цінностях.

Мета: розробка STEM-майданчика «Кастинг професій», який дасть можливість врахувати індивідуальні інтереси, цінності і мотиви кожного учасника навчання.

Завдання:

- розробка майстер-класу «Кастинг професій» у контексті STEM-освіти, в якому будуть забезпечені передумови розвитку та саморозвитку професійних компетентностей учнів;
- забезпечення лабораторно-практичної бази для відтворення, спостереження, пояснення явищ з точки зору природничих наук та наявність цих явищ і закономірностей у професіях;
- створення умов для розвитку соціальних та громадянських компетентностей, ініціативності, підприємницьких навичок та здатності до самовираження.

Такі завдання можливо вирішити, тільки покладаючи в основу співпрацю у команді на STEM-майданчику «Кастинг професій». Для його проведення, наприклад, презентуємо професії водія, військового, лікаря, пілота, дипломата, вчителя фізики.

Презентацію кожної професії проводять у вигляді сценок-мініатюр (за допомогою цього методу формується творча та Art-компетентність).

Під час представлення сценки у вигляді станції технічного обслуговування використовуються демонстрації: модель електродвигуна, двигуна внутрішнього згорання, топливного насоса, свічки запалення у двигуні внутрішнього згорання.

Презентація лікарні майбутнього проводиться з демонстрацією дослідів з мікроскопом, веб-камерою, моделлю електрофорезу, легенів, кипіння рідини при зниженому тиску, моделлю сахариметра, безпровідною передачею енергії на відстань за допомогою трансформатора Тесла, неньютонівською рідиною та магнітною рідиною та їх використання у травматології.

Сучасну військову техніку та її дію з точки зору фізики представляють досліді з моделями електромагнітної гармати, саморобного приладу нічного бачення, гармати Гаусса, безшумного підводного човна.

Запросять до польоту і вибору романтичної професії пілота досліді, що пояснюють дію закону Бернуллі, закону збереження імпульсу (реактивний рух), електризації тертям під час польоту літака, майстерність пілота при виконанні петлі Нестерова, демонстрації невагомості.

Цікаву і таємничу професію дипломата учасники групи презентують з допомогою дослідів виконання та шифрування таємного листа (електроліз, використання дзеркала), передачі інформації з використанням азбуки Морзе, іноземної мови.

І, на кінець, професія вчителя фізики, або природничих дисциплін нічим не гірша від інших, а, навпаки, фізик дуже добре знає будову і принцип дії всіх технічних пристроїв і сучасні досягнення, що використовуються в різних професіях та може пояснити все (не кожен лікар, водій, військовий, інженер знає принцип дії пристрою, а фізик знає). Звісно, що професія вчителя є досить нелегкою, але дуже цікавою.

Таким чином, технологія STEM-майданчика «Кастинг професій» надає можливість активізувати пізнавальну діяльність,

творче і технічне мислення, стимулює мотивацію і комунікативні здібності, свідомий підхід до вибору майбутньої професії та знайомство із сучасними професіями і може розширюватись і вдосконалюватись.

STEM-майданчик «Discovery»

Стрімкий розвиток цивілізації обумовлює глибокі зміни суспільних, культурних і освітніх цінностей поколінь.

Головною метою сучасної освіти є формування покоління людей, здатних згармонізувати взаємовідносини в системі «суспільство-природа» і зберегти людську цивілізацію від деградації. Особливу увагу в таких умовах розвитку суспільства слід приділити інформаційній концепції розвитку суспільства, яка в основному стосується найрозвиненішої форми живої матерії – людини. Ця концепція містить у собі дві якісні характеристики: інформативність та енергетичну сутність інформації, які тісно пов'язані зі свідомістю людини. Сучасне суспільство характеризується зростанням щільності інформаційних потоків, які впливають на життя людини, зокрема її духовність та систему цінностей.

Здатність жити та адаптуватися в інформаційному суспільстві забезпечується формуванням у молоді соціальної та громадянської компетентностей, а також інформаційно-цифрової грамотності та підприємливості.

Мета: розробка STEM-майданчика «Discovery», який забезпечує формування у його учасників інформаційно-цифрової грамотності на основі залучення до медіа-технологій та стимулює розвиток підприємницьких якостей.

Завдання:

- познайомити учнів з основними принципами відбору інформації для створення відеорепортажу;
- розвинути навички відбору необхідного фізичного обладнання для досліджень особливостей різних куточків планети;

- формувати уявлення про медіа-технології, а саме роботу знімального майданчика та монтування відеоматеріалу.

В рамках проекту «Крок до науки» в аудиторіях механіко-математичного факультету працює багато цікавих та нових STEM-майданчиків. Науковий STEM-майданчик «Discovery» – це освітнє середовище, в якому студенти разом з учнями загальноосвітніх шкіл Миколаївщини та Херсонщини працюють над створенням найкращого репортажу з різних куточків нашої планети. Учасники занурюються у медіа-технології, де кожен з них працює на своєму телеканалі. В знімальній студії працювало шість майданчиків: Discovery-Азія, Discovery-Африка, Discovery-Атлантичний океан, Discovery-Америка, Discovery-Україна, Discovery-Європа. Кожна команда мала підготувати репортаж про життя різноманітних тварин та дослідити, якими фізичними законами, явищами і процесами характеризується середовище їх проживання. Репортери з допомогою своїх наставників (медіа-майстрів) опанували майстерність демонстрації фізичних явищ, процесів і властивостей, таких як резонанс, конвекція, статична електрика, тиск, інтерференція, електризація, явища торнадо, туману та осмосу.

Учасники-репортери напрочуд активно поринали у «світ відкриттів» - «Discovery world», і дуже гарно демонстрували свої наукові відкриття на прикладах живої та неживої природи, зокрема, як павук використовує гідравліку для того, щоб пересуватися, кіт, «знаючи» закон збереження імпульсу, при падінні з висоти завжди приземляється на лапи, дельфін користується ехолокацією для уникнення перешкод та полювання.

Дуже приємно здивувала всіх команда Discovery-Америка, яка досліджувала поведінку комах Америки. Репортери почали свою презентацію англійською мовою. Це була творча імпровізація, яку дуже гарно сприйняли всі учасники та гості майданчику. Таким експромтом цей знімальний майданчик виборов перемогу та показав на своєму прикладі, що дійсно, STEM-майданчики в такому форматі розвивають уяву, фантазію та творче мислення. Після презентації всіх знімальних майданчиків в студії учням було

запропоновано обрати в кожному з них дослід чи демонстрацію, що найбільш сподобалась, дослід «на біс».

У Discovery-Азії це була неньютонівська рідина, Discovery-Америці – інтерференція на крилах бабки, Discovery-Атлантичному океані – електричний скат, Discovery-Африці – жираф, який навчився використовувати закони статички для комфортного проживання, Discovery-Європі – явище «туманного Альбіону» та в Discovery-Україні – вогняне торнадо.

Приємно вразило те, що учні запам'ятали не тільки демонстрації, а й фізичні закони та формули, якими вони пояснюються. Особливо всім запам'ятався закон збереження енергії, що є фундаментом всіх фізичних законів.

Отже, STEM-майданчик «Discovery» забезпечує формування соціальної поведінки як компетентності, що розглядається у ролі «коктейлю» умінь і навичок особистості та поєднує здатність працювати в групі, ініціативність, креативність, інформаційно-цифрову та художню грамотність, здатність до підприємництва у медіа-просторі.

STEM-майданчик «Чарівні світи»

Звернення до педагогічної спадщини В.О.Сухомлинського дає змогу учасникам освітнього процесу зрозуміти свою роль у формуванні підростаючого покоління, зрозуміти саму дитину як особистість із власним міркуванням, світосприйманням, порухами її душі. Провідні ідеї В.О.Сухомлинського є цінною скарбничкою для реалізації освітньої діяльності в сучасних умовах реформування освіти. Зокрема,

- «природа – школа розумової праці, найбагатше джерело думки творчого допитливого розуму»;
- «музика, уява, фантазія, казка-творчість – це доріжка, по якій крокує дитина, розвиваючи свої духовні сили»;
- «казка, гра, фантазія, творчість – животворне джерело дитячого мислення, благородних почуттів і прагнень»;

- «світ, що оточує дитину, – це, насамперед, світ природи з безмежним багатством явищ та невичерпною красою»;
- «школа майбутнього повинна найповніше використовувати для гармонійного розвитку людини все, що дає природа і що зможе зробити людина для того, щоб природа служила їй. Тільки через це ми повинні берегти і поповнювати природні багатства, які маємо»;
- «світле почуття оптимізму є цілющим джерелом, яке живить річку думки»;
- «... велике значення мають будь-які емоції, адже вони повністю належать до сфери почуттів, проходять через психіку людини, і саме від цієї сфери залежить сприймання тих чи інших цінностей або відмова від них. Людину не можна примусити бути моральною – потрібно її переконати, пропустити знання через її емоції, почуття, психіку, через свідомість з тим, щоб висловлені моральні цінності стали її власним надбанням».

При переході на нові показники якості природничої освіти формування компетентностей у природничих науках і технологіях та вміння навчатися упродовж життя для успішної самореалізації молоді у сучасному мінливому світі необхідно запроваджувати інноваційні форми та методи освітньої діяльності.

Педагогіка добра і партнерства, започаткована педагогом-новатором В.О.Сухомлинським, визначає школу майбутнього як освітнє середовище, яке дасть можливість найповніше використати для гармонійного розвитку людини все, що дає природа.

Світ, що оточує дитину, - це, насамперед, світ природи з безмежним багатством явищ та невичерпною красою. Саме ця ідея В.О.Сухомлинського надихнула авторський колектив розробити STEM-майданчик з фізики «Чарівні світи» на основі сучасної наукової картини світу.

Мета: розробка STEM-майданчика «Чарівні світи», який забезпечить формування у його учасників світоглядної компетентності на основі наукових уявлень про цілісність

оточуючого світу та мотивації до активного пізнання світу упродовж життя.

Завдання:

- розробка змісту майданчика «Чарівні світи» на основі поєднання механічної, термодинамічної, електромагнітної та сучасної (квантової) картин світу;
- забезпечення лабораторно-практичної бази для виконання дослідницьких завдань;
- розробка способів дослідницької діяльності в різнорівневих та різновікових групах;
- формування цілісної наукової картини світу в учасників майданчика на основі казки, гри, фантазії, творчості та креативності, які є джерелом дитячого мислення.

STEM-майданчик «Чарівні світи» – це освітнє середовище, яке відразу зачаровує аудиторію. Кожен з учасників потрапляє в один із чарівних світів, що має свого чаклуна-майстра: світ магнетизму, світ океанів, світ звуку, світ електрики, світ руху та світ тепла.

Майстри-чаклуни пропонують учасникам опанувати закони природи, які діють в цих світах засобами фізичного експерименту та презентувати результати власних досліджень.

Всі учасники занурюються у давню легенду про суперечку світів щодо їх переваг один над одним. Кожен світ має вирішити проблему – чому він найголовніший у Всесвіті.

Кожна група дослідників (кожен світ) має своє мобільне місце, яке забезпечене необхідним фізичним обладнанням.

Основою досліджень світу магнетизму є з'ясування властивостей магнітного поля. Майстер-чаклун пропонує досліди: навівання провідника із струмом на магніт, гойдалку Ампера, силу Лоренца – тобто, досліди, які підтверджують основну властивість поля діяти на рухомий заряд та вплив його на живі організми і використання цих властивостей в технічних винаходах: компас, магнітна рідина, магнітний захист, конструювання безшумових підводних човнів.

Світ океанів досліджує прояви впливу гравітації на явища припливів і відпливів, плавання різноманітних пристроїв та живих організмів, умови існування теплих та холодних течій.

Особливо цікавим для учасників майданчика став світ звуку завдяки вдало підібраним фізичним дослідам: ефект Доплера, «співаючі» келихи, саморобні моделі музичних інструментів та способи запису звуку.

Світ електрики вразив учасників нестандартним підходами до пізнання законів цього світу: «танцюючі чоловічки», огірки, що світяться, електризація пустелі, отримання безпроводної електрики (трансформатор Тесла), за що всі дослідники одностайно віддали перевагу винаходу Тесла.

Найпростіша форма руху матерії – механічна – стала найзагадковішим світом, в якому досліджувались різні форми руху: реактивний рух, рух по колу («мертва петля») та закони збереження руху (лава Жуковського, маятник Фуко, маятник Максвелла).

За результатами досліджень в світі механічного руху перемогу здобули закони збереження в механіці.

Як з'ясувалось, для існування Всесвіту потрібна теплова енергія. Тому світ тепла став унікальним в дослідженнях завдяки своєму всеохопленню різних форм руху матерії. Унікальність його досліджувалась за допомогою експериментів з різних видів випромінювань: інфрачервоного, видимого, ультрафіолетового та космічного.

Процес дослідження та презентацій чарівних світів учасниками викликає шалені емоції та інтерес до подальшого пізнання світу, а також переконання у його цілісності без будь-яких переваг одного над іншим.

Отже, технологія STEM-майданчика «Чарівні світи» на основі казки, гри, фантазії та наукових знань забезпечує досягнення поставленої мети.

3.2.STEM-майданчик «Перлини світу»

«Перлини світу» – це один з майстер-класів, який одразу позитивно сприйнявся аудиторією і тому стрімко набрав учасників для його проведення. Цей проєкт можна розширити для більшої кількості його учасників, тому різноманітність дослідів може збільшуватись і вдосконалюватись.

Навколишній світ, що нас оточує, дуже різноманітний: повітряний, земний, водний, підземний. Учасники перетворюються на вчених-натуралістів, які займаються вивченням природи, навколишнього середовища і його мешканців.

Ідея майстер-класу: формування уявлення про цілісність різноманітного оточуючого світу засобами фізичного експерименту.

В кожному куточку світу є своє чудо або своя перлина, яка для людей має особливе значення. Це може бути будь-що: рослина, тварина, людина, скульптура, архітектура, пісня, танець... Але кожна перлина повинна охоронятись, якщо вона дійсно цінна для світу.

Всі ми знаходимося на заповідній території – Земля, яка має свої перлини, що розташовані в заповідниках, де їх охороняють, доглядають та покращують життя. Для майстер-класу перлинами світу є представники водної царини, комахи, наземні тварини та окрема територія, якій властиві різні погодні умови.

Основне завдання майстер-класу: познайомити його учасників з умовами збереження життя різних представників живої природи, з'ясувати, чи вдасться зберегти заповідник в його початковому вигляді. Запропонувати свої ідеї щодо покращення умов життя представників флори і фауни, презентувати одну із перлин світу за допомогою фізичного експерименту, обладнання для якого в основному виготовляється учасниками майстер-класу.

Майстер-клас пропонує розглянути п'ять заповідних територій.

«Закінфа» – перлина заповідника водний світ. Національний морський парк Закінф (грец. Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Ζακύνθου) - національний парк, розташований на острові Закінф в Греції. Заснований в 1999 році. Є частиною проєкту Nature 2000. Займає площу 135 кв. км і є місцем проживання головастої морської

черепахи. Перший морський парк в Середземному морі, організований для захисту морських черепах.

Морський парк Закінф розташований на південному узбережжі острова Закінф і займає частину пляжу і затоки Лаганас – найважливішого місця гніздування головастої морської черепахи в Середземному морі. Крім місць гніздування, парк включає в себе водно-болотяні угіддя озера Кері і два невеликих острови Строфадес, які розташовані в 50 км на південь від острова Закінф.

Морський парк складається з трьох морських зон, які є місцями гніздування і суворо охороняються. Для захисту екосистеми промислова діяльність суворо заборонена на території кожної з морських зон. Знайомство з представниками водного світу пропонуємо через виконання дослідів з моделювання механізму захисту електричного морського скату, орієнтування в морському просторі дельфінів, механізму дихання китів та пристосування камбали до існування на глибині.

«Біловеж» або **«Біловезька пуца»** (біл. Белавежская пушча, польск. Puszcza Białowieska). Перлиною заповідника є комахи. Найбільш великий залишок реліктового первісного рівнинного лісу, який, згідно з уявленнями, сформованим в сучасній науці, в доісторичні часи, ріс на території Європи. Поступово він був вирубаний, але у відносно незайманому стані у вигляді великого масиву зберігся тільки в Біловезькому регіоні на території сучасної Білорусії і Польщі. Біловезьку пуцу відносять до екорегіону під назвою «сарматський змішаний ліс».

Для збереження унікальної природи в Біловезькій пуці виділені чотири функціональні зони з різним режимом охорони: заповідна зона, регульованого користування, рекреаційна і господарська зони. Крім того, навколо Пуці створена охоронна (буферна) зона.

В рамках програми ЮНЕСКО «Людина і біосфера» в 1976 році на польській стороні кордону Пуці створений біосферний заповідник «Беловежа», а в 1993 році в білоруській частині Пуці – біосферний заповідник «Біловезька пуца» з площею 216,2 тис. га. (2015), що має зону ядра, буферну і перехідну зони.

У 1979 році рішенням ЮНЕСКО Біловезький національний парк (Польща) включений до Списку Всесвітньої спадщини. Ми його обрали для світу комах, адже він займає достатню територію для багатьох різновидів комах. Знайомство зі світом комах виконуємо, демонструючи досліди поширення звуку під час польоту бабки, інтерференції кольорів на її крильцях, будови та міцності павутиння.

«Моремі» – перлина заповідника є наземні тварини. Розташований в Ботсвані (Африка), заповідник Моремі займає майже третину всієї дельти Окаванго. Місце зустрічі пустелі і дельти насичені багатою рослинністю, тому тут живе безліч птахів і тварин, включаючи левів, гепардів, бегемотів, крокодилів. Моремі найкраще відвідати під час сухого сезону, коли всі мешканці концентруються навколо джерела води. Виконуємо досліди, що моделюють сили притягання між молекулами при русі гекона, пристосування до життя жирафа та механізм падіння kota з висоти.

«Асканія Нова» – перлиною заповідника, на нашу думку, є пернаті. Біосферний заповідник «Асканія-Нова» ім. Ф.Е. Фальц-Фейна – науково-дослідна установа в системі Національної академії аграрних наук України, державний заповідник, заснований в 1898 році Фрідріхом Фальц-Фейном.

Розташований біля с.м.т. Асканія-Нова Чаплинського району Херсонської області (відкіля і колишня назва заповідника – «Чаплі»). Площа заповідника 33307,6 га.

Назву місцевості дав один з її попередніх власників – герцог Фрідріх Фердинанд Ангальт-Кетен-Плесський у 1841 році на честь маєтку Асканії в Німеччині. Виконуємо досліди задля пояснення особливостей поведінки птахів: політ клином, електризація на лініях електропередач, паріння у повітрі на висоті.

«Річмонд-парк» – перлиною даного заповідника є кліматичні умови, які мають великий вплив на представників парку. Пейзажний парк, розташований на південному заході Лондона в борі Річмонд-на-Темзі. Заснований Карлом I в XVII столітті як оленячий заповідник. Є найбільшим королівським парком Лондона

і має як національне, так і міжнародне значення для охорони дикої природи.

- Парк є національним природним заповідником, ділянкою особливого наукового значення і спеціально охороняється. Включений до реєстру англійських історичних парків і садів особливого історичного значення. Пейзажі Річмонд-парку надихнули багатьох знаменитих художників, а також тут було знято кілька фільмів і серіалів.

- Різні кліматичні явища демонструємо на дослідах: утворення туману, релеївського свічення, припливів і відпливів, радіаційного фону, світлового тиску.

Висновком даного майстер-класу повинно бути лише кілька слів: «Знання людини – що крила пташині».

3.3.STEM-майданчик «Звуки в житті людини»

При підготовці та реалізації проєкту «Звуки в житті людини» учням пропонують розглянути звук як фізичне явище, потім проаналізувати літературні та інтернет-джерела з теми проєкту і дійти висновку, що шум – це безладне поєднання по силі і частоті звуку, здатне впливати на організм.

Одним з видів шуму є так званий *«шкільний шум»*.

За загальноприйнятим стандартом: інтенсивність мовного шуму вимірюється в дБ: тихий шепіт – 10 дБ, помірний шепіт – 20 дБ, гучний шепіт – 30 дБ, нормальна гучна мова – 50-60 дБ. Ці рівні не заважають розумовій праці, якщо цей шум короткочасний. Такий шум не перевищує допустимих норм для розумової праці, не робить шкідливого впливу на центральну нервову систему, не знижує уваги, розумової працездатності, не викликає негативних емоцій. Гучний шум (59-65 дБ) перевищує санітарні допустимі норми для розумової праці, знижує увагу, працездатність, надає навантаження на центральну нервову систему, викликає неприємні емоції. Інтенсивний шум (65-75 дБ) заглушає підвищений голос вчителя, голоси дітей.

Від надмірного рівня шуму посилюється стан дискомфорту: на перервах шкільна будівля гуде, на уроці, в зв'язку з великою наповнюваністю класів, дітям доводиться напружувати слух. Вчителю також доводиться працювати з підвищенням голосу. До кінця навчального дня втомлюються і ті, і інші.

Учні досліджували наслідки такого шуму, його вплив на нервову систему. Важливо, щоб вони самі усвідомили необхідність дотримання тиші під час уроку і на перервах. Звичайно, вимагати абсолютної тиші під час перерв нерозумно, але відносного спокою все ж треба добитися. А ось відсутність шуму під час уроків - явище вкрай необхідне.

Актуальність теми проєктної роботи вчитель визначає разом з учнями. Школа – це місце, де одночасно перебуває велика кількість дорослих і дітей. Кожен видає звуки: хтось – кричить, хтось тихо розмовляє, хтось співає. Є уроки, на яких не можна обійтися без гучних звуків – музика, фізкультура. На перервах велика кількість дітей направляє в їдальню, до різних кабінетів. Часто це супроводжуються шумом. Тривала дія шуму несприятливо позначається на самопочутті як дорослих, так і дітей. І ми починаємо помічати, що наш організм втомлюється. З чим це пов'язано, невже оточуючі звуки так сильно впливають на нашу працездатність?

Учні формулюють мету проєкту: визначити рівень шуму в різних шкільних приміщеннях і розробити засоби захисту від впливу шуму на організм учасників освітнього процесу.

Завдання проєкту визначає вчитель:

- вивчити різні джерела інформації по темі, що таке шум і його вплив на працездатність учнів;
- виміряти рівень шуму в тих приміщеннях школи, які учні вважають найбільш шумними;
- провести опитування серед учнів з метою виявлення їх знань з теми шум і його вплив на працездатність;
- розробити заходи, щодо зниження шуму в школі.

Об'єкт дослідження: рівень шуму в різних приміщеннях Миколаївської ЗОШ І-ІІІ ступенів Вітовського району Миколаївської області.

Предмет дослідження: вплив шуму на організм людини, зокрема на працездатність учасників освітнього процесу.

Гіпотеза: ми припускаємо, що зайвий шум ускладнює засвоєння навчального матеріалу учнями, стає причиною дратівливості, втоми, зниження працездатності.

Методи дослідження: збір, вивчення і аналіз інформації, опитування, дослідження.

Заміри рівня шумового забруднення проводилися протягом місяця. При виконанні експериментальної частини роботи учні використовували модульну систему експериментів PROLogi вбудовану програму шумоміра в смартфоні Samsung GALAXY.

Заміри проводилися в різних приміщеннях школи під час уроків і перерв. Під час уроків виміри намагалася проводити непомітно для учнів. Для вимірювань були обрані різні етапи уроку: пояснення нового матеріалу, проведення письмової роботи, лабораторної роботи, а також вибрали уроки, на які хлопці прийшли після уроку фізичної культури. Заміри проводили в середині шкільних кабінетів на рівному віддаленні від вчительського столу і дверей в кабінет.

Рівень звуку шкільного дзвоника вимірювався на різних поверхах шкільної будівлі, але в однаковій відстані від динаміка.

Найбільше перевищення допустимого рівня шуму в шкільній їдальні (76-83 дБ), на перервах в коридорах (до 89 дБ), і звичайно, в спортивному залі (98 дБ).

Чи не перевищують допустимі норми: приймальня директора (43 дБ) і вчительська (54 дБ).

Таблиця 2.1

Заходи щодо зниження шуму в школі

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Терміни</i>	<i>Відповідальні</i>
1	Бесіди з учнями школи про	Кожної	Департамент освіти

	правила поведінки на перервах та у їдальні.	чверті	Класні керівники
2	Провести роз'яснювальну роботу про безпечне прослуховування музики з мобільного телефону	Жовтень	Департамент освіти Вчителі основ здоров'я, біології
3	Лекції про вплив шуму на організм людини.	Протягом року	Департамент освіти Вчителі основ здоров'я, біології
4	Влаштувати хвилинки відпочинку, прослуховуючи записи з тихим шелестінням листя, дзюрчання струмка, пташиними голосами, плескотом води і шумом прибою.	Протягом року	Департамент освіти
5	Проводити фізкультурні паузи, використовувати фізичні вправи, спрямовані на зняття стресу, напруги.	Щоденно	Класні керівники, вчителі- предметники
6	Створення інформаційного стенду «Куточок здоров'я».	Листопад	Класний керівник
7	Поширення інформації про звуки які позитивно впливають на організм людини (музикотерапія, звукотерапія). Випуск буклетів та пам'яток.	Грудень	Класний керівник

На уроках у 9 класі і при поясненні нового матеріалу, і під час проведення письмової роботи, і після уроку фізичної культури рівень шуму практично однаковий (43, 42, 44 дБ).

В результаті можна сказати, що рівень звуку (шумового забруднення) у навчальному закладі допустимий лише під час

деяких уроків, найкритичніші норми – під час перерв та уроку фізичної культури.

Шум чинить згубну дію на весь організм. Його руйнівній роботі сприяє і те, що проти шуму ми практично беззахисні. Сліпуче яскраве світло змушує нас інстинктивно замружуватися. А ось на вплив шумів захисної реакції у людини немає.

У зв'язку із зростанням шуму можна уявити стан людей через 10 років. Тому ця проблема повинна бути обов'язково розглянута, інакше наслідки можуть виявитися катастрофічними.

В результаті дослідницької роботи в проєкті було встановлено, що у школі рівень шумового забруднення відповідає санітарним нормам під час проведення уроків чи при відсутності дітей. Головне джерело шуму - учні. Треба пам'ятати, що наш звуковий комфорт залежить від нас самих. Наші вуха – тонкий і чутливий орган, з яким треба поводитися бережно.

Уміння дотримуватися тиші – показник культури людини і її доброго ставлення до оточуючих.

Учасники проєкту колективно аналізували та розробили заходи, щодо зниження шумового забруднення у школі.

Повністю захистити себе від сторонніх звуків неможливо, але ми можемо самі зменшити їх вплив на себе і оточуючих. Кожен з нас може і повинен брати участь в боротьбі за «чистоту» звуку. Таким чином, урізноманітнення технологій навчального простору з використанням проєктної, командної, групової діяльності та створення STEM-майданчиків з фізики сприяє формуванню ключових компетентностей у учасників освітнього процесу.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про освіту». Стаття 55. Права та обов'язки батьків здобувачів освіти.
2. Про затвердження концепції розвитку педагогічної освіти (№776 від 16.07.2018). URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-konceptsiyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti> (дата звернення 22.02.2020р)
3. Авторське свідоцтво № 96723 «STEM-майданчик «Пригоди детектива» від 19.03.2020.
4. Авторське свідоцтво № 96742 «STEAM-студія «STYLE-офіс» від 19.03.2020.
5. Авторське свідоцтво №95901 «Bank of science» від 10.02.2020.
6. Авторське свідоцтво №95902 «STEM-майданчики як технологія трансдисциплінарного підходу в освітній діяльності в НУШ» від 10.02.2020.
7. Авторське свідоцтво №96341 «Університетські студії як педагогічна форма педагогічної освіти» від 25.02.2020.
8. Авторське свідоцтво №96341 «Університетські студії як педагогічна форма педагогічної освіти» від 25.02.2020.
9. Авторське свідоцтво №96725 «STEM-майданчик «Академія Успіх»» від 19.03.2020.
10. Амонашвили Ш.А. Размышления о гуманной педагогике / Ш.А. Амонашвили. – М.: Издательский Дом Шалвы Амонашвили, 1996. – 496 с.
11. Андреев И.Д. Теория как форма организации научного знания. – М.: Наука, 1979. – 303 с.
12. Безденежных Е. Л., Биркман Н. С. Физика в живой природе и медицине. – Киев: Радянська школа, 1976.

13. Білик Ж. Методика та організація навчально- дослідницької діяльності учнів з біології в контексті STEM-підходу в освіті / Ж. Білик, К. Постова // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. - №6. – С.27-31.
14. Богданов К. Ю. Физик в гостях у биолога. – М.: Наука, 1986.
15. Богданова І.М. Професійна педагогічна підготовка вчителя // Рідна школа. -1998. -№1. –С.23-25.
16. Бородич С.А. Эконометрика: Уч.пособие / С.А.Бородич. - К.: Новое знание, 2001. -408с.
17. Брунер Дж. Психология познания. – М.: Прогресс, 1977. – 412 с.
18. Брушлинский А.В. Мышление и прогнозирование. – М.: Мысль, 1979. – 229 с.
19. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теоретические основы. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
20. Бугаев А.И., Сорокина Н.Г., Сущенко С.С. Опорный конспект как одно из средств обучения физике. // Физика в школе. – № 6. – 1979. – С. 27-31.
21. Бугайов О.І., Мартинюк М.Т., Смолянець В.В. Фізика. Астрономія. Пробний підручник для 7 класу середньої школи. // За ред. проф. Бугайова О.І. – К.: Освіта, 1994. – 304 с.
22. Буковська О. Роль та місце математики у STEM-навчанні (інтерактивний урок математики та біології, 9 клас) / О. Буковська // Математика в рідній школі. – 2018. - №11. – С. 19-25.
23. Вагіна Н. Елементи навчання математики у STEM-орієнтованому освітньому просторі / Н. Вагіна // Математика в рідній школі. – 2018. - №4. – С. 43-48.
24. Варикаш В. М., Кимбар Б. А., Варикаш И. М. Физика в живой природе. – Минск: Народная асвета, 1984.
25. Вахтомин Н.К. Генезис научного знания. – М.: Наука, 1973. – 286 с.

26. Вилькеев Д.В. Активизация усвоения знаний школьниками на основе применения методов науки в обучении. – Казань, 1981. – 182 с.
27. Вилькеев Д.В. Применение гипотезы в познавательной деятельности школьников при проблемном обучении: Дидактическое пособие. – Казань, 1974. – 67 с.
28. Войтюк Т. STEM-освіта – шлях в майбутнє / Т.Войтюк // Сучасна школа України. – 2017. – № 7. – С. 4-9.
29. Волькенштейн М. В. Физика и биология. – М.: Наука, 1980.
30. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы. – М.: Просвещение, 1987. – 127 с.
31. Гончаренко С. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики. - К.: Рад. школа, 1990. – 208 с.
32. Гончаренко С.У. Методика як наука. - Хмельницький: ХГПК, 2000. 30с.
33. Гончаренко С.І. Фізика: Навчальний посібник для 11 класу школи III ступеня. – К.: Освіта, 1995.
34. Гуменюк Н. Розвиток творчої співпраці вчителів та учнів/Н.Гуменюк//Завуч. Шкільний світ. –2011. –№21. –С.8-9
35. Давидюк Н. STEM-освіта : сучасні підходи та перспективи впровадження / Н. Давидюк // Завуч. – 2016. – № 11. – С. 4-7.
36. Давыдов В.В. Виды обобщения в обучении. – М.: Педагогика, 1972. – 423 с.
37. Дармосюк В.М., Манькусь І.В., Васильєва Л.Я Інноваційне освітнє середовище як фактор підвищення якості вищої освіти/ Інженерні та освітні технології // 2019.- Т 7. - №3. - С. 40-49.
38. Дармосюк В.М., Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С., Пархоменко О.Ю. Інноваційне освітнє середовище: технології створення / Інженерні та освітні технології // 2020. - Т 8(1). - С. 85-94.
39. Демин А.И. Парадигма дуализма: Пространство – время, энергия – информация / А.И. Демин. – М.: ЛКИ, 2007. – 320 с.

40. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе, ч. 2: Колебания и волны. Оптика. Физика атома. – М.: Просвещение, 1989. – 159 с.
41. Дідковський В. С. Шум і вібрація / В. С.Дідковський. – К.: Наукова думка, 1989.
42. Дінжос В. Модель формування технологічної компетентності майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін // Питання удосконалення змісту і методики викладання природничо-математичних дисциплін у середній і вищій школі / Щорічний науково-методичний журнал. – Миколаїв, 2020. - Випуск 26.
43. Дінжос В., Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С., Дармосюк В.М. Технологічна компетентність майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін як складова його професійної підготовки / Фізико-математична освіта. - 2020. - Випуск 1(23). - С. 76-82.
44. Дінжос Р.В., Недбаєвська Л.С., Манькусь І.В. STEM-майданчики як компонент розвитку нової української школи // Питання удосконалення змісту і методики викладання природничо-математичних дисциплін у середній і вищій школі. Миколаїв, 2018. - №24. - С. 5-7.
45. Заїка В. STEM-освіта: інноваційна технологія для розвитку здібностей учнів / В. Заїка, І. Переяслова // Директор школи. – 2018. - № 19-20. – С. 65-76.
46. Закота Л.А., Ляшенко О.І. Проблемне навчання фізики. – К.: Радянська школа, 1985. – 96 с.
47. Засєкін Т.М. Фізика : Підр. Для 11 кл. загальноосвіт. навч. закл. : академ. рівень, профільний рівень / Т.М. Засєкіна. – Х.: Сичія, 2011. – 336 с.
48. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знания старшеклассников. – М.: Педагогика, 1978. – 128 с.
49. Иванова Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики. – М.: Просвещение, 1983. – 160 с.

50. Ильченко В. Р. Взаимосвязь при изучении общих законов природы в школе (Физика, химия, биология). – М.: Просвещение, 1989.
51. Ильченко В. Р. Перекрестки физики, химии и биологии. – М.: Просвещение, 1986.
52. Іваницький О.І. Теоретичні і методичні основи підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання. Автореф. дис... доктора пед. наук: 13.00.02. -К., Нац. пед. ун-т., 2005. 43с.
53. Кац. Ц. Б. Биофизика на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988.
54. Коваленко О. STEM-освіта : досвід упровадження в країнах ЄС та США / О.Коваленко, О.Сапрунова // Рідна школа. – 2016. – № 4. – С. 46-48.
55. Компетентнісний підхід до підготовки педагогів у зарубіжних країнах: теорія та практика: монографія / Н.М.Авшенюк, Т.М. Десятов, Л.М. Дяченко, Н.О. Постригач, Л.П. Пуховська, О.В. Сулима. – Кіровоград: Імекс – ЛТД, 2014. – 280 с.
56. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Під заг. ред. О. В. Овчарук. – К.: «К.І.С.», 2004. – 112 с.
57. Концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа». – Міністерство освіти і науки України. К., – 2016.
58. Коротяев В.И. Учение – процесс творческий. – М.: Просвещение, 1989. – 159 с.
59. Кремень В. Г. Модернізація освіти в контексті інноваційних тенденцій розвитку суспільства / В.Г.Кремень // Проблеми освіти у Польщі та в Україні в контексті процесів глобалізації та євроінтеграції: зб.матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції, 22-24 квітня 2009р., м.Житомир / за ред. В.Кременя, Т. Левовицького, С. Сисоєвої. – К.; Житомир, 2009.
60. Кузьменко О. Інтеграція фізики і дисциплін професійної підготовки у контексті розвитку STEM-освіти / О. Кузьменко // Рідна школа. – 2018. - №5-8. – С. 69-72.

61. Кузьменко О. Програмно-педагогічне забезпечення у навчанні фізики як елемент STEM-освіти в технічних закладах вищої освіти / О. Кузьменко, Н. Гончарова // Вища школа. – 2018. - № 5-6. – С. 66-78.
62. Кулюткин Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений. – М.: Педагогика, 1970. – 111 с.
63. Ландау Л., Китайгородский А.И. Физика для всех .- М.: Наука, 1974. – 291 с.
64. Ломов В.Ф., Сурков Е.Н. Антиципация в структуре деятельности. – М.: Наука, 1980. – 277 с.
65. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логічно-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
66. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе. – М.: Просвещение, 1980. – 127 с.
67. Манькусь І.В., Дармосюк В.М., Васильєва Л.Я Інноваційне освітнє середовище як фактор підвищення якості вищої освіти // Інженерні та освітні технології. - 2019. - Т 7. - №3. - С. 40-49. DOI 10.30929/2307-9770.2019.07.03.04
68. Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С. Технологія майстер-класу джерело формування професійних компетентностей викладача // Витоки педагогічної майстерності. Полтава, 2017. - №1. - С. 229-233.
69. Манькусь І.В., Недбаєвська Л.С., Дармосюк В.М. Впровадження STEM-майданчиків як сучасних освітніх середовищ у професійній діяльності вчителя // Фізико-математична освіта- 2019. №1 (19). С. 130-134. DOI 10.31110/2413-1571-2019-019-1-020.
70. Методика преподавания физики в средней. школе. Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика. / Под ред. А.А. Пинского. – М.: Просвещение, 1989. – 271 с.
71. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе физики. – М.: Просвещение, 1977. – 168 с.
72. Мусский И.А. 100 великих мыслителей. – М.: Вече, 2002. – 688 с.

73. Навчальна програма з фізики для 7-9-х класів для загальноосвітніх навчальних закладів затверджена наказом МОН від 07.06.2017 року № 804.
74. Научные основы школьного курса физики. // Под ред. С.Я. Шамаша и Э.Е. Эвенчик. – М.: Педагогика, 1985. – 240 с.
75. Не пропустити четверту промислову революцію. STEAM-освіта – світовий тренд, що прийшов до України // Соціальний педагог. – 2018. – № 8. – С. 4-6.
76. Недбаевская Л.С. Методическая разработка уроков по теме "Электромагнитная индукция" для 11 класса средней школы. – Николаев, 1990. – 32 с.
77. Недбаєвська Л.С., Сущенко С.С. Організація прогностичної діяльності учнів на уроках фізики/Л.С.Недбаєвська, С.С.Сущенко. – Миколаїв: МДУ, 2005. – 99 с.
78. Недбаєвська Л.С. Прогнозування в процесі навчання фізики. Навчальний посібник до спецкурсу для студентів педагогічних інститутів спеціальності "Фізика". – Миколаїв, 1996. – 107 с.
79. Недрогайлова Е.А. Сотруднические взаимоотношения с детьми в процессе обучения/Е.А.Недрогайлова.//Начальная школа. – 2007. –№10 – С.13-16.
80. Нечет В. Дидактика фізики: теорія особистісно-орієнтованого навчання. // Фізика та астрономія в школі, № 1, 1996. – С. 14-17.
81. Никитин Е.П. Объяснение – функция науки. – М.: Наука, 1970. – 280 с.
82. Ничкало Н.Г. Підготовка педагогічних кадрів – на рівень сучасних вимог // Рад.школа. -1987. -№6. –С.3-9.
83. Одинцова Н.И. Обучение теоретическим методам познания. //Физика в школе, 2002. - № 4. – С. 27-32.
84. Одинцова Н.И. Урок изучения фотоэффекта. // Физика в школе, 1994.- № 2.

85. Павленко А. І., Попова Г. М. Культурологічний вимір сучасної фізики // Фізика та астрономія в школі. 2006. – № 2, 3.
86. Пехота Е.Н. Индивидуальность учителя: теория и практика / Учебное пособие для студентов и преподавателей пед. института. -Николаев, 1996. -144с..
87. Поліхун Н.І. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України / Н.І. Поліхун, І.А. Сліпучіна, І.С. Чернецький // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 3. – С. 5-9.
88. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.
89. Регуш Л.А. Особенности предвидения в структуре решения задач. // Психология познания в процессе обучения. – Л.: Изд-во Ленингр. гос. пед. ин-та, 1981. – С. 67-86.
90. Регуш Л.А. Прогностическая способность учителя и ее диагностика. – Л., 1989. – 90 с.
91. Рузавин Г.И. Научная теория. – М.: Мысль, 1978. – 244 с.
92. Рэндсдэн Э. Н. Начала современной химии. – Л.: Химия, 1989.
93. Свитков Л.П. Принципы единства системы и метода в обучении физике. // Физика в школе, 2001. - № 8. – С. 28-32.
94. Сергеев А.В., Самойленко П.И. Прогностическая функция физической теории в обучении. // Среднее специальное образование, 1989. - № 12. – С. 11-16.
95. Сиротенко Г.О. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання. – Х.: Видав. гр. "Основа", 2003. – 80 с.
96. Сухомлинський В. А. Разговор с молодым директором школы / Избр. Пед. Соч. – М. : Педагогика, 1981. – Т.3
97. Сухомлинський В.О. Вибрані твори: У 5 т. – Т. 4. – К.: Рад. шк., 1976. – 638 с.

98. Сущенко С.С. Ідеї сучасного детермінізму в шкільному курсі фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2004. - №1. – С. 47-50.
99. Сущенко С.С., Недбаевская Л.С. Использование прогностической функции физической теории в обучении. // Физика в школе, 1991. - № 1. – С. 43-45.
100. Сущенко С.С., Недбаевская Л.С. Учебные предсказания на уроках физики. – Николаев, 1992. – 54 с.
101. Сущенко С.С., Недбаєвська Л.С. Прогнозуюча функція фізичної теорії у навчанні. // Методика викладання математики і фізики. – Респ. Збірник, 1988. - Вип. 5. – С. 93-98.
102. Тарасов Л. В. Современная физика в средней школе. – М. : Просвещение, 1990. – 288 с.
103. Тарасов Л. В. Физика в природе. – М.: Просвещение, 1988.
104. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование у учащихся учебных умений. – М.: Знание, 1987. – 78 с.
105. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. – М.: Мир, 1987. – Вып. 6. – 343 с.
106. Физика. Учебник для 11 класса школ и классов с углубленным изучением физики / А.Т.Глазунов, О.Ф.Кабардин, А.Н.Малинин и др.; Под ред. А.А.Пинского. – М.: Просвещение, 1999. – 432 с.
107. Формування здорового способу життя молоді: навч.-метод. посіб. для працівників соц. служб для сім'ї, дітей та молоді / Т. В. Бондар, О. Г. Карпенко, Д. М. Дикова-Фаворська та ін. — К. : Укр. ін-т соц. дослідж., 2005. — 115 с. — (Серія «Формування здорового способу життя молоді» : у 14 кн., кн. 13).
108. Шарко В. Д. Екологічне виховання учнів під час вивчення фізики. – К. : Рад. шк., 1990. – 207 с.