

**Відділ освіти Ярмолинецької районної
державної адміністрації
Методичний кабінет**

Метод проектів на уроках фізики

Методичні рекомендації

**Ярмолинці
2007**

Упорядники:

П.А. Добрянський - вчитель фізики Соколівської ЗОШ I-III ступенів.

В.С. Мазур - вчитель фізики Ярмолинецького технологічного ліцею.

Рецензенти

С.В. Мазур – вчитель фізики вищої категорії Новосільської ЗОШ I-III ступенів, вчитель-методист.

А.Р. Козак – вчитель-методист Ярмолинецького технологічного ліцею.

В.В. Гудзь – завідуючий сектором природознавства Хмельницького обласного інституту післядипломної педагогічної освіти.

Посібник містить методичні рекомендації використання методу проектів при вивченні фізики. Сам процес реалізації проекту – це могутній засіб розвитку особистості дитини. Це також ефективна форма роботи з обдарованими дітьми.

В посібнику поміщено цікаві приклади проектів, які сприяють формуванню творчої особистості, що проектує і організовує своє життя і доцільно перетворює навколишній світ.

Матеріал посібника містить інтегровані знання з фізики, астрономії, біології, географії, інформатики, екології та енергозберігаючих технологій.

Рекомендується для використання в загальноосвітніх навчальних закладах.

Для керівників шкіл, вчителів фізики та астрономії, працівників рай(міських) відділів освіти, а також для учнів та студентів педагогічних спеціальностей.

**Схвалено методичною радою відділу освіти
Ярмолинецької райдержадміністрації
(протокол № 3 від 7.11.2006 р.)**

© П.А. Добрянський, В.С. Мазур, 2007

Передмова

Пропонований посібник присвячений практично не розробленій проблемі – розвитку в учня якості дослідника в системі впровадження нових шкільних технологій, орієнтованих на метод проектів в контексті сучасної освіти. Актуальність дослідження методу проектів не викликає сумніву. Автори посібника поставили перед собою завдання дослідити та узагальнити набутий передовий педагогічний досвід з даної проблеми.

Спрямування сучасної освіти на профільне навчання робить знання і застосування методу проектів надзвичайно актуальним.

Знайомство з методом проектів у сучасному виробництві, науці, техніці, повсякденній практиці допомагає учням у виборі майбутньої професії, формуванню здорового способу життя, екологічної культури та дбайливого використання енергії.

У посібнику вдало узагальнено досвід формування творчої особистості завдяки застосуванню проектних технологій. Відомо, що МАН – ефективна форма роботи з обдарованими дітьми. Застосування методу проектів приводить в кінцевому результаті до створення цілісної педагогічної системи «Школа – проектні технології – МАН», коли непотрібно буде вчителю шукати теми для МАН, вони будуть впливати з ідей дослідницьких проектів. Учні, які вдало захистили свої проекти, успішно виступали на районних та обласних конкурсах МАН.

Основний акцент в посібнику ставиться на творчі проекти. **Мета творчих проектів – сприяти самостійному формуванню інтелектуальних, спеціальних і загальнокультурних знань і вмінь учнів, сприяти розвитку таких умінь як ініціатива, співробітництво, навички роботи в колективі, логічне мислення, бачення проблем і прийняття рішень, одержання і використання інформації, самостійне навчання, планування, розвиток комунікативних навичок.**

Даний посібник призначений допомогти працівникам рай методкабінетів, керівникам шкіл, освітнім працівникам, учням та студентам навчальних закладів впроваджувати новітні проектні технології в життя.

А.Р. Козак,
вчитель-методист Ярмолинецького
технологічного ліцею

Вступ

Метод проектів був відомий ще у 20-і роки XX століття. На основі концепції прагматизму американського педагога Дж. Дьюї його послідовник Вільям Кілпатрік розробив „проектну систему навчання” або метод проектів. Учні включались безпосередньо в практичну діяльність, через яку вони мали опановувати теоретичні знання, необхідні для вирішення конкретних завдань.

Найбільш поширене визначення методу проектів таке:

„...Це система навчання, за якою учні здобувають знання й уміння в процесі планування і виконання поступово ускладнених практичних завдань-проектів”.

Метод проектів – це спеціально організований учителем і самостійно виконаний учнями комплекс дій, що завершуються створенням творчого проекту. Сам проект – це своєрідна триада: задум – реалізація – продукт. Звичайно, проектною діяльністю треба доповнити навчальний процес, щоб вона була не замість уроків, а разом з уроком. Це дасть змогу учням найповніше виявити свої здібності.

Вибираючи тематику проектів, вчителі повинні орієнтуватися на вимоги навчальної програми та професійні інтереси і здібності учнів.

У цілому під час роботи над проектом учитель виконує наступні функції:

- ✓ допомагає учням у пошуку джерел, необхідних їм для роботи над проектом;
- ✓ сам є джерелом інформації;
- ✓ підтримує і заохочує учнів;
- ✓ підтримує безупинний зв'язок, щоб допомогти учням просуватися в роботі над проектом.

Проектне навчання заохочує і підсилює щире прагнення до навчання з боку учнів, тому що воно:

- ✓ особистісно орієнтоване;
- ✓ використовує безліч дидактичних підходів навчання у справі, незалежні заняття, спільне навчання, мозковий штурм, рольову гру, евристичне і проблемне навчання, дискусію;
- ✓ має високу мотивацію, що означає зростання інтересу і включення у роботу в міру її виконання;
- ✓ дозволяє вчитися на власному досвіді і досвіді інших у конкретній справі.

Проектне навчання – корисна альтернатива класно-урочній системі, але воно аж ніяк не повинно витіснити її і ставити певною панацеєю.

Тематика використання проектів при вивченні фізики

Вибір тематики проектів у різних ситуаціях може бути різним. В одних випадках проект висувається вчителем з урахуванням навчальної ситуації з предмета, в інших в залежності від рівня знань учнів класу. Тематика проектів може пропонуватися самими учнями, орієнтуючись на їхні пізнавальні, творчі, прикладні здібності.

Теми проектів 7 клас

Теми уроків	Теми проектів	Предмети
Що вивчає фізика	Види руху матерії в живих організмах.	Фізика, природознавство, біологія
	Фізичні явища в живій природі та їх використання.	
Вимірювання фізичних величин	Метод вимірювання малих та великих величин в природі та техніці.	Фізика, біологія, астрономія, математика
Вимірювання часу	Біологічні ритми та врахування їх в медицині.	Фізика, медицина
Прості механізми	Чи зміг би Архімед підняти Землю?	Фізика, математика
Тиск Маса	Визначення тиску води на різних глибинах річки Ушиці.	Фізика, географія, математика
	Визначення маси води, що проходить через поперечний переріз течії за одиницю часу.	
Робота і потужність	Робота і потужність живих організмів.	Фізика, математика, біологія
Атмосферний тиск	Графіки зміни атмосферного тиску і температури і погода.	Фізика, географія, математика

8 клас

Теми уроків	Теми проектів	Предмети
Теплові явища	Теплопровідність біологічних тканин.	Фізика, біологія медицина
	Фізична терморегуляція організму.	
Теплові явища	Температура живих організмів.	Фізика, анатомія і фізіологія людини
Електричні явища	Електричне поле в житті людини.	Фізика, біологія, хімія
	Захист від електричних полів.	
	Атмосферна електрика і здоров'я людини.	
	Відкриття Гальвані.	
	Біоструми.	
Електромагнітні явища	Магнітне поле лікує.	Фізика, біологія, хімія
	Людина і її магнітне поле.	

Теми уроків	Теми проектів	Предмети
Світлові явища	Транспортні засоби на „магнітній подушці”.	Фізика, біологія, хімія, фізіологія людини
	Захист від електромагнітного випромінювання.	
	Фізична оптика ока.	
	Окуляри – найпростіший медичний прилад.	
	Визначення оптичної сили окулярів для далекозорого та короткозорого ока.	
	Теорія кольорового зору.	
	Сферичні дзеркала в арсеналі фізиків та медиків.	

9 клас

Теми уроків	Теми проектів	Предмети
Кінематика	Дослідження залежності прискорення руху кульки по похилому жолобі від кута нахилу жолоба α . Побудова графіків.	Фізика, математика
	Визначення кутового прискорення обертального руху тіла.	
Основи динаміки	Визначення густини невідомих рідин, їх хімічного складу.	Фізика, хімія, математика
	Визначення коефіцієнта тертя між частинами сипкої речовини.	Фізика, математика
	Врахування добових деформацій тіла людини.	Фізика, медицина
	Політ на Місяць.	Фізика, математика, біологія, географія
	Транспортер.	Фізика, хімія, математика
	Траєкторія польоту на Марс.	Фізика, математика, астрономія
	Проект „Вега” – політ до комети Галлея.	Фізика, астрономія, математика, креслення

10 клас

Тут пропонуємо екологічний проект, здійснення якого допускає інтеграцію фізики та екології, хімії, географії, біології.

Екологічний проект

Теми програми	Теми проектів	Предмети
Молекулярна фізика	Кругообіг речовини в природі та на виробництві. Взаємозв'язок природи і людства.	Екологія, фізика, географія, біологія, хімія
Основи термодинаміки	Захист атмосфери, води та ґрунту від забруднення.	
	Використання безвідходних технологій та відновлювальних джерел енергії.	
	Атмосфера – частина життєвого середовища. Зміна складу атмосфери та її прозорість під дією антропогенного фактору. Охорона атмосфери від забруднення.	
	Температура як головний екологічний фактор. Діапазон температур в природі, вплив температури на біосферу.	
Магнітне поле	Магнітне поле Землі, пристосування до нього живих організмів.	
	Магнітна генерація.	
	Магнітобіологія.	
Електродинаміка. Електричний струм.	Перспективи розвитку електротранспорту, його переваги.	
	Екологічні перетворювачі енергії.	
	Біологічна дія електромагнітних хвиль.	

11 клас

Теми програми	Теми проектів	Предмети
Коливання і хвилі	Вібрації і здоров'я людини Біологічна дія ультразвуку	Фізика, біологія, математика
Електромагнітні хвилі	Мобільний телефонний зв'язок. Проблема негативного впливу випромінювання передавача мобільного телефону на стан здоров'я користувачів.	
	Роль радіоастрономії в дослідженні космічного простору.	Фізика, астрономія, математика
Квантова фізика	Фізика і сучасна мікроелектроніка.	Фізика, хімія, інформатика, медицина
	Енергозберігальні технології і досягнення сучасної квантової фізики.	
Атомна фізика	Проблема отримання надчистих речовин.	Фізика, хімія
	Проблеми створення нових матеріалів із заданими властивостями.	
	Фізичні методи в сучасній археології.	Фізика, мистецтво, хімія

Теми програми	Теми проектів	Предмети
Елементарні частинки	Спектри елементарних частинок.	Фізика, астрономія, медицина.
	Речовина і поле – дві форми матерії	
Фізика і НТП	Фізична реальність та віртуальний світ комп'ютера.	Фізика, інформатика
	Комп'ютерне моделювання у фізиці.	

В наш час найактуальнішим проектом для України є „Енергозберезувальні технології”. На практиці можна застосувати „Міні – проекти”.

Наведемо конкретні приклади для розробки даної проблеми. Під час експлуатації трубопроводів, по яких транспортують воду, нафту, газ, які перебувають в рідкому або газоподібному стані, іноді пошкоджуються стінки труб. Запропонуйте проект пристрою для дистанційного контролю за стиком трубопроводу.

На сталеплавильному заводі виникла потреба у переміщенні гарячих металевих злитків з одного цеху до іншого. Потрібно транспортувати злитки без затрат енергії.

Для розв'язання цього „мініпроекту” на платформі візка, де розміщуються гарячі злитки металу можна встановити термоелектричний генератор. Виробленої енергії буде достатньо для живлення електродвигуна, який приводить в рух даний візок.

Або „проект”, який би давав змогу запропонувати пристрій для відбирання енергії хвиль, які поширюються на поверхні води.

Для реалізації проекту потрібно скласти матрицю.

Матриця проекту

1. Назва проекту.
2. Тематичне поле.
3. Проблема.
4. Мета.
5. Задачі.
6. Сценарій діяльності учнів під час реалізації проекту.
7. Опис продукту, отриманого в результаті проекту.
8. Навчальні предмети: базові і додаткові, зміст яких включено в проект.
9. Інформація для здійснення проекту.
10. Матеріально-технічні ресурси, потрібні для виконання проекту.
11. Запланований час на реалізацію проекту.
12. Форма проведення презентації та захисту проекту.
13. Критерії оцінки якості виконання проекту.

Проект „Енергозберігаючі технології” (11 клас)

Матриця проекту „Енергозберігаючі технології”

1. Ефективність джерел світла.
2. Лампи розжарювання. Інші джерела світла. Використання напівпровідникового модуля. Автоматичне вимикання освітлення.
3. Проблема ефективності джерел світла та економії електроенергії.
4. Мета: одержати економічний ефект при освітленні населених пунктів.
5. Задачі:
 - 1) Розробка нових джерел світла більш ефективних, ніж лампи розжарення.
 - 2) Техніко-економічне обґрунтування використання напівпровідникових модулів.

6. Основні кроки в реалізації проекту:

- 1) Опрацювання літератури на тему „Екологічна криза і енергозбереження”, „Проблеми АЕС”.
- 2) Визначити ККД лампи розжарювання. Нові, більш економічні світильники.
- 3) Використання напівпровідникового модуля світильника з двома лампами розжарення.

Економія електроенергії

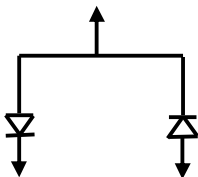
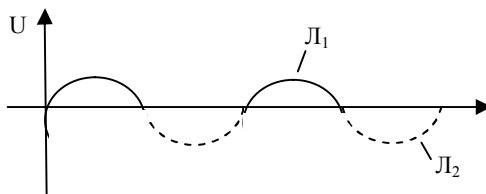
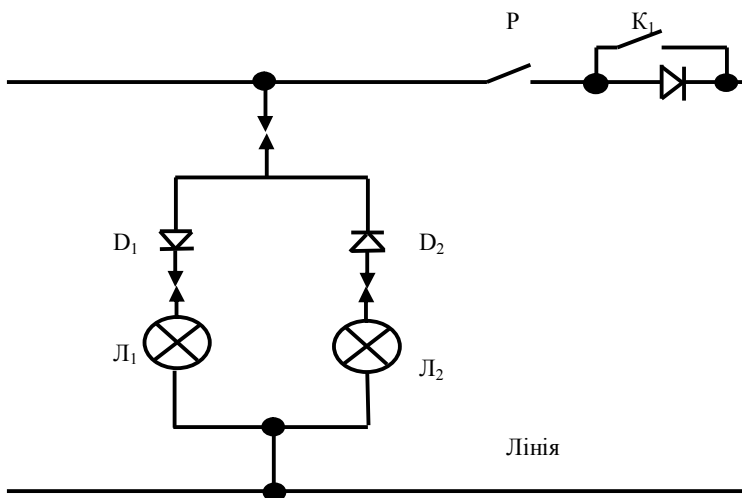


Схема модуля



Струм у модулі

4) Схема світильника



5) Принципи роботи схеми.

Завдяки модулю лампи L_1 і L_2 увімкнені так, що в перший півперіод струм іде лише через лампу L_1 , у другий півперіод струм іде лише через лампу L_2 . Це сприяє зменшенню пульсацій освітлення до нуля.

6) Автоматичне вмикання освітлення за допомогою фотореле. Розробка схеми фотореле.

7. Продукт проекту:

Ефективні джерела світла.

Світильники.

8. Базові навчальні предмети:

Фізика.

Додаткові:

Електротехніка.

Мікроелектроніка.

9. Інформація фіксується в схемах, таблицях.

10. Матеріально-технічні ресурси для здійснення проекту:

- 1) Лампи розжарення;
- 2) Люмінесцентні лампи, галогенні лампи;
- 3) Вимірювальні прилади;
- 4) Напівпровідникові діоди;
- 5) Фотореле;
- 6) Резистори, конденсатори;

11. Загальний час на реалізацію проекту – одне півріччя.

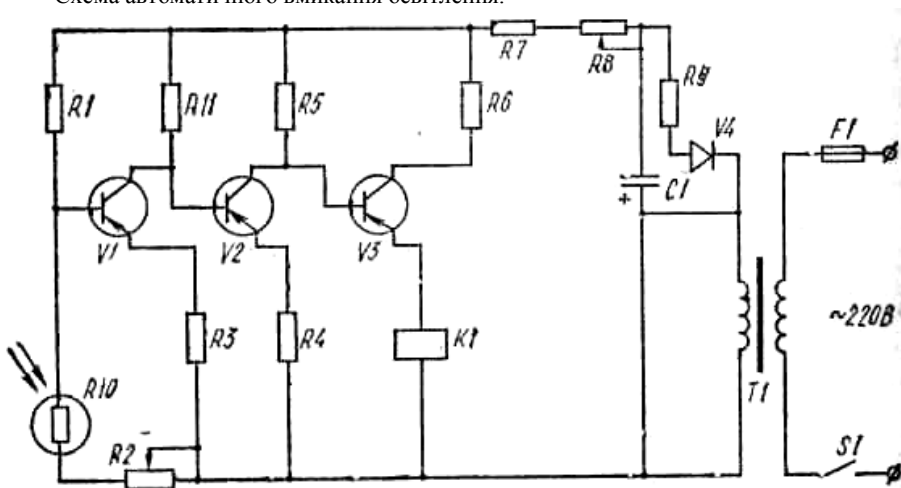
12. Захист і форма презентації.

Виступ з лекцією із використанням наочних матеріалів (презентація на комп'ютері, прилади, демонстрації, плакати, схеми, графіки тощо).

13. Оцінювання – за 12-и бальною шкалою.

Звичайно під час реалізації проекту учитель в класі – це консультант, який допомагає учням співвідносити свої бажання і можливості. А взагалі, це сприяє розвитку творчого мислення в учнів.

Схема автоматичного вмикання освітлення:



K1 – реле зі струмом вмикання 0,25-25 А.

Потужність одного світильника 200 Вт. Економічний ефект при освітленні міста 5000 світильниками за 10 год. роботи щодня складає 284700 грн. за рік.

При освітленні всіх населених пунктів України економічний ефект складе понад 100 мільйонів грн. за рік.

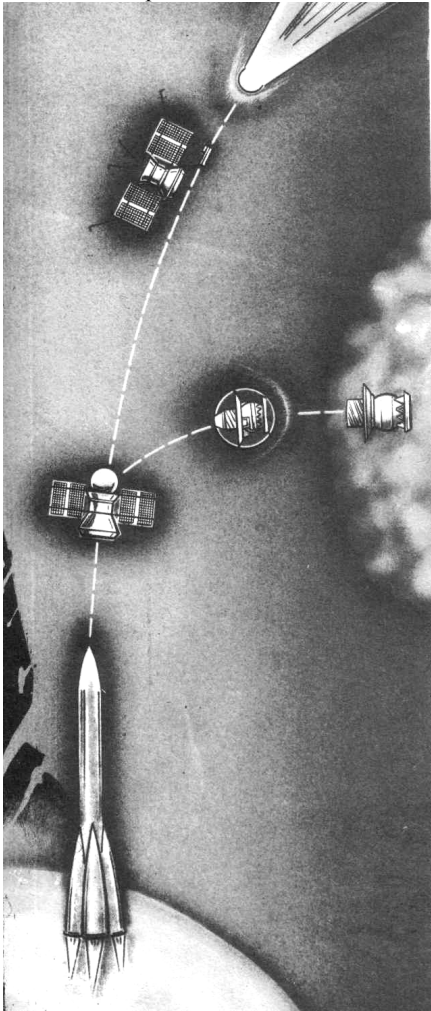
Проект „Політ до планети Венера та зустріч з кометою Галлея в 2061 році” (9 клас)

Коротко про історію вивчення сонячної системи. Уперше І. Ньютон обчислив орбіту комети спостерігаючи її переміщення на фоні зір, і переконався, що вона, подібно до планети, рухається в Сонячній системі під дією тяжіння Сонця. Його сучасник Е. Галлей, обчисливши орбіти кількох комет, висловив припущення, що в 1531, 1607 і 1682 рр. спостерігалась одна й та сама комета. Її появу у близьких до Сонця і Землі околицях в XX столітті вже зареєстровано двічі (1910 і 1986 рр.). Період обертання комети Галлея навколо Сонця 75,5 років.

Отже, комета Галлея появиться знову аж в 2061 році. Проект „Вега” – це реалізація міжнародної експедиції до планети Венера і комети Галлея, який здійснено в 1984-1986 рр. радянськими станціями „Вега-1” і „Вега-2”.

В нашому проекті запуск автоматичних апаратів потрібно планувати на грудень 2059 року. Старт з Землі 15 і 21 грудня 2059 р. Корекція траєкторії на трасі Земля-Венера. Зустріч з Венерою: середина червня 2060 року. Відстань Земля – Венера в цей час близько 103 млн. км.

Потрібно звернути увагу на досить вдале розміщення Венери під час проходження кометою Галлея свого перигелію. Невеликого маневру в полі тяжіння Венери вистачає для того, щоб направити станцію до комети Галлея.



Справа в тому, що Земля летить по своїй

космічній орбіті з швидкістю близько $30 \frac{\text{км}}{\text{с}}$.

Стартові швидкості, які при сучасному рівні техніки можуть бути надані космічному апарату з орбіти штучних супутників Землі, невеликі –

близько $3-5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Такі малі порівняно з

швидкістю Землі стартові швидкості не дозволяють організувати зустріч з небесним тілом далеко від площини екліптики. Ця обставина визначає час запуску апаратів до Венери і момент гравітаційного маневру, який спрямує апарат від Венери до комети.

Венера обертається кругом Сонця швидше Землі в 1,6 разів. Тому наздогнати Венеру космічний апарат, запущений з Землі, не зможе.

Отже, його треба запускати в той період, коли Венера починає наздоганяти Землю в своїм геліоцентричному обертанні. Звідси виникають двотижневі „вікна” запуску на Венеру. Протягом цих двох тижнів потрібно оптимально вибрати дату запуску, щоб космічний апарат підійшов до Венери якраз в потрібний момент і зміг знову „стартувати” – тепер вже до комети.

Площина орбіти комети Галлея нахилена до площини екліптики під кутом 18° . Зрозуміло, що зустрічі можливі лише поблизу вузлів орбіти комети (вузли – точки перетину площини екліптики на траєкторії польоту комети).

Для реалізації проекту потрібно використати потужний ракетно-космічний комплекс, який може підняти 3000 тонн вантажу. Це багатоступінчаста ракета, конструкції академіка Янгеля, яка виведе космічну станцію разом з розгінним ступенем на орбіту штучного супутника Землі. На першому витку орбіти вмикається розгінна ступінь, і станція переходить на траєкторію польоту до Венери. За дві доби наближення станції до планети відбувається розділення станції на зонд, який спускається у дрейфус в атмосфері Венери, передаючи наукову інформацію на Землю про температуру, тиск, атмосферні течії та інші параметри, і літальний апарат. Літальний апарат здійснює гравітаційний маневр в полі тяжіння Венери і рухається на зустріч з кометою Галлея.

Зустріч з кометою: перша половина березня 2061 року. Відстань до Землі від точки зустрічі літального апарату з кометою – близько 173 млн. км. Відносна швидкість зближення апарата при зустрічі - $78 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Загальна тривалість польоту до комети – близько 450 діб.

Аеростатний зонд і апарат, що спускається повинні входити в атмосферу Венери так, щоб і на вході, і протягом всього часу дрейфу (1-2 доби) залишатись на видимій із Землі частині диску Венери, для прийому інформації на Землі буде використана міжнародна сітка радіотелескопів, інформація на Землю буде передаватись лише через ретранслятор.

Через 2-4 тижні польоту треба перевести літальний апарат на траєкторію польоту до комети Галлея. Це буде перша корекція польоту. Друга корекція буде здійснена в середині польоту, а третя – за дві неділі підльоту до комети Галлея. Відстань до комети в цей час буде близько 7 млн. км. Звичайно тут якраз починаються наукові дослідження комети.

При зустрічі з кометою виникає важливе питання: чи пролетить апарат через атмосферу комети без пошкоджень?

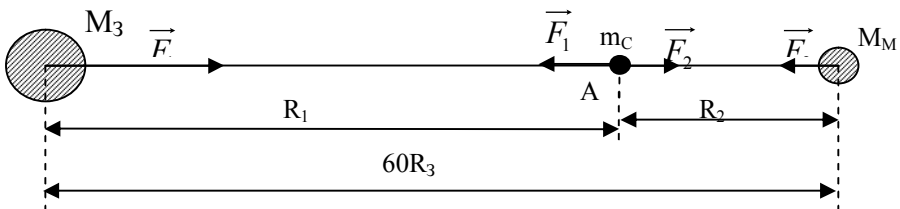
Відомо, що при наближенні до ядра комети густина кометної пилі збільшується, хоч маса пилинок невелика, але швидкості, з якими вони будуть рухатися на апараті великі, близько $80 \frac{\text{км}}{\text{с}}$, тобто кінетична енергія їх буде велика. Тому в проекті треба передбачити надійні засоби захисту апарата.

При передачі інформації на Землю радіоантени апарата повинні бути весь час направлені на Землю.

Для реалізації проекту потрібно виконати розрахунки траєкторії польоту космічних апаратів, використати закон всесвітнього тяжіння, закони Ньютона, рух тіл із змінною масою, рівняння Мещерського та формулу Ціолковського, врахувати гравітаційні поля планети і Сонця, закони Кеплера, закони збереження імпульсу, пружний і не пружний удар.

Деякі питання виходять за межі шкільної програми, але їх з успіхом можна реалізувати на факультативних та індивідуальних заняттях.

Цікавим для учнів може виявитися розробка проекту польоту до планети Марс з використанням космічної станції на Місяці для запуску корабля та орбітальної станції навколо Марса. Для цього учням треба мати знання з фізики, астрономії, біології, космонавтики, хімії, математики, небесної механіки, уміти здійснювати розрахунки дії гравітаційних сил Сонця, Марса, Місяця для економії енергетичних параметрів. Наведемо конкретний приклад. Треба розрахувати в якій точці прямої, що з'єднує центри Місяця і Землі, запущена із Землі автоматична станція притягується Місяцем і Землею з однаковою силою. Можна вважати, що маса Місяця у 81 раз менша маси Землі, а відстань від Землі до Місяця дорівнює 60 земним радіусам.



В точці А сили $\vec{F}_1$ і $\vec{F}_2$ рівні за модулем.

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$$

За законом всесвітнього тяжіння:

$$|\vec{F}_1| = G \frac{M_3 m_{CT}}{R_1^2}; \quad |\vec{F}_2| = G \frac{M_M m_{CT}}{R_2^2}.$$

Тобто
$$G \frac{M_3 m_{CT}}{R_1^2} = G \frac{M_M m_{CT}}{R_2^2};$$

Тоді
$$\frac{M_3}{R_1^2} = \frac{M_M}{R_2^2} \Rightarrow \frac{81 M_M}{R_1^2} = \frac{M_M}{R_2^2} \Rightarrow \frac{81}{R_1^2} = \frac{1}{R_2^2} \Rightarrow 81 \cdot R_2^2 = R_1^2 \Rightarrow R_1 = 9 \cdot R_2.$$

За умовою, $60 \cdot R_3 = R_1 + R_2 = 10 \cdot R_2 \Rightarrow R_2 = 6 \cdot R_3.$

Отже, це станеться на відстані $6 \cdot R_3 \cdot 9 = 54 \cdot R_3.$

Після проходження точки А, на відстані $54 \cdot R_3 \approx 54 \cdot 6400 \text{ км} \approx 345600 \text{ км}$ від Землі автоматична станція може рухатись під впливом гравітаційних сил притягання Місяця. Тому в такому проєкті треба передбачити економію енергії за рахунок дії гравітаційних сил. Подібні розрахунки можна здійснити під час польоту на Венеру або Марс.

Груповий проєкт “Фізика космічних польотів”

Корольов Сергій Павлович - Головний Конструктор ракетної техніки. Дорога до долі: 4 жовтня 1957 року стало світової сенсацією: Корольовська Р-7 подолавши силу земного притягання, вивела на орбіту перший штучний супутник Землі. Зоряний напрямок. 12 квітня 1961 року – день торжества науки і техніки, політ Юрія Гагаріна в космос на кораблі “Восток”. Штурм Всесвіту. Основні віхи життя головного конструктора. Дитинство. Юність. ”Ворог” народу. Космічна епопея. Головний конструктор і вчений. Зірки Героя, ордени, Ленінська премія. Корольов і сучасність України, як космічної держави. 100 річчя з дня народження Корольова (12 січня 2007 р)

Рух тіла, кинутого горизонтально до поверхні землі.

Рух такого тіла складається із руху в горизонтальному напрямі з початковою швидкістю і руху вертикально вниз за законами вільного падіння. Шляхи, що проходить тіло, наближуючись до Землі, відносяться, як 1:4:9:16... і т.д. за 1,2,3,4, і т.д. секунду (тобто

квадрати чисел 1,2,3,4...). В результаті додавання цих двох рухів маємо траєкторією, що називається параболою.

Камінь, кинутий вдвічі з більшою швидкістю пролетить вдвічі більшу відстань; час польоту в обох випадках буде однаковим. Якщо початкова швидкість руху тіла мала, поверхню Землі можна вважати горизонтальною. Для кулеподібної Землі тривалість польоту, звичайно, залежить від початкової швидкості.

Перша космічна швидкість.

Якщо швидкість тіла, кинутого горизонтально, буде дуже велика, то воно може зовсім не впасти на Землю, а стане описувати кругові траєкторії, залишаючись на одній і тій же висоті над поверхнею Землі. Це станеться, коли прискорення надане тілу силою тяжіння, буде рівне

доцентровому прискоренню: $g = \frac{v^2}{R}$, де R – радіус орбіти.

$$\text{Модуль швидкості: } v^2 = g \cdot R; \quad v = \sqrt{g \cdot R}.$$

$$\text{Одержимо } v = \sqrt{9,8 \frac{M}{c^2} \cdot 6400000M}; \quad v = 7,9 \frac{KM}{c}.$$

Отже, тіло, кинуте горизонтально з такою швидкістю не впаде на Землю, а буде рухатись навколо Землі по коловій траєкторії. Ця швидкість називається першою космічною швидкістю.

Якщо тіло буде знаходитись на відстані від Землі h , то воно буде рухатись по колу радіусом $R+h$. Тоді супутник, масою m , матиме доцентрове прискорення $a = \frac{v^2}{R+h}$. На

супутник діє лише сила всесвітнього тяжіння $F = G \cdot \frac{M \cdot m}{(R+h)^2}$. На основі другого закону

$$\text{Ньютона ця сила надає супутникові прискорення } a: F = m \cdot a = \frac{m \cdot v^2}{R+h}.$$

$$\text{Отже, } \frac{m \cdot v^2}{R+h} = G \cdot \frac{m \cdot M}{(R+h)^2}.$$

$$\text{Звідси } v = \sqrt{G \cdot \frac{M}{R+h}}.$$

За цією формулою можна розрахувати, яку горизонтальну швидкість слід надати супутнику, щоб він рухався по коловій орбіті на висоті h .

Друга космічна швидкість.

Якщо горизонтальна швидкість більша за $7,9 \frac{KM}{c}$, але менша $11,2 \frac{KM}{c}$, космічний апарат

рухається по криволінійній траєкторії – еліпсу. Чим більша початкова горизонтальна швидкість, тим більш витягнутим буде еліпс. Якщо досягти певного значення швидкості, яке називається другою космічною швидкістю, еліпс перетворюється в параболу і космічний корабель покидає Землю назавжди. Він виходить за межі земного притягання і перетворюється в штучну планету Сонячної системи. Біля поверхні Землі друга космічна швидкість дорівнює

$11,2 \frac{KM}{c}$. Якщо швидкість тіла перевищує другу космічну швидкість, то воно рухається по гіперболічній траєкторії. Виведемо другу космічну швидкість:

$$\frac{m \cdot v^2}{2} = G \cdot \frac{m \cdot M}{R}; \quad v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}} = \sqrt{2 \cdot g \cdot R}.$$

$$\text{Отже, друга космічна швидкість } v_2 = \sqrt{2 \cdot 9,8 \frac{M}{c^2} \cdot 6400000 \cdot m} \approx 11,2 \frac{KM}{c}.$$

Говорячи про швидкість руху корабля (супутника), обов'язково треба з'ясувати відносно якої системи відліку її вказують. Ця система відліку пов'язана з центром Землі і „нерухомих” зорями. В цій системі спостерігач ніби перебуває в центрі Землі і не бере участь в її обертанні.

Запуск ракети.

Робота необхідна для переміщення тіла масою m.

Ракета звичайно запускається вертикально, потім на відповідній висоті за заданою програмою повертається на деякий кут до вертикалі і після припинення роботи двигуна космічний апарат рухається по еліптичній траєкторії, в фокусі еліпса знаходиться центр Землі.

При досить великій початковій швидкості (більшій $7,9 \frac{KM}{c}$) космічний апарат не повертається

на Землю, а стає супутником нашої планети. Рухаючись по еліптичній траєкторії, супутник перебуває в полі земного тяжіння.

Тіло, підняте над Землею, має потенціальну енергію, яка визначається роботою, здійсненою при його підніманні. На відстані в кілька тисяч кілометрів від Землі сила притягання тіл до Землі помітно зменшиться.

Визначимо роботу, необхідну для переміщення тіла масою m з точки a в точку c. Маса іншого тіла (наприклад, Землі) M.

За законом всесвітнього тяжіння

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2},$$

де G – гравітаційна стала. Сила F залежить від відстані r між розглянутими тілами. Сила F змінна: під час переміщення тіла масою m з точки a в точку c сила зменшується. Це потрібно враховувати при обчисленні роботи.

Поділимо відстань ac на декілька ділянок (для простоти поділимо на дві ділянки ab і bc) і обчислимо роботу на кожній ділянці окремо. В точці a сила притягання дорівнює:

$$F_a = G \cdot \frac{M \cdot m}{r_a^2},$$

а в точці b вона дорівнює

$$F_b = G \cdot \frac{M \cdot m}{r_b^2}$$

Для обчислення роботи визначимо середнє значення сили. Але яке середнє значення визначити: середнє арифметичне, яке дорівнює півсумі крайніх значень, або середнє геометричне, яке дорівнює кореню квадратному з добутку цих значень? Точно підрахувати роботу змінної сили можна лише засобами вищої математики, яка стверджує, що правильним є вибір середнього геометричного, а не середнього арифметичного.

Отже, середня сила на ділянці ab:

$$F_{ab} = \sqrt{\frac{G \cdot M \cdot m}{r_a^2} \cdot \frac{G \cdot M \cdot m}{r_b^2}} = G \frac{M \cdot m}{r_a \cdot r_b}.$$

Тоді робота на цій ділянці:

$$A_{ab} = G \frac{M \cdot m}{r_a \cdot r_b} \cdot (r_b - r_a) = G \cdot M \cdot m \cdot \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right).$$

Аналогічно на ділянці вс:

$$A_{bc} = G \cdot M \cdot m \cdot \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_c} \right).$$

Додамо одержані значення роботи на окремих ділянках одержимо повну роботу на ділянці ас:

$$A_{ac} = A_{ab} + A_{bc} = GMm \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right) + GMm \left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_c} \right);$$

$$A_{ac} = GMm \left(\frac{1}{r_a} - \frac{1}{r_b} \right).$$

Як визначити роботу для переміщення тіла масою m з точки a , не в точку b , а в нескінченність? Відповідь, що ця робота – нескінченно велика, невірна.

Оскільки, $r_c \rightarrow \infty$, то $\frac{1}{r_c} \rightarrow 0$.

Така робота, виконана для віддалення тіла з даної точки в нескінченність, має цілком скінченне значення:

$$A_{\infty} = G \cdot M \cdot m \cdot \frac{1}{r_a}.$$

Оскільки ця робота виконана за рахунок кінетичної енергії, яка надана тілу під час запуску тіла масою m , то:

$$G \cdot \frac{M \cdot m}{r_a} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2.$$

$$\text{Звідси } v^2 = \frac{2 \cdot G \cdot M \cdot m}{r_a \cdot m} = \frac{2 \cdot G \cdot M}{r_a}, \quad \frac{G \cdot M}{r_a} = g \cdot r_a,$$

де $r_a = r$ – є радіус Землі.

Дійсно, на поверхні Землі сила притягання тіла до центра Землі дорівнює mg .

$$\text{Отже, } \frac{G \cdot M \cdot m}{r_a^2} = m \cdot g. \quad \text{Звідси } \frac{G \cdot M}{r_a} = g \cdot r_a.$$

$$v^2 = 2 \cdot g \cdot r_a, \text{ або } v = \sqrt{2 \cdot g \cdot r}, \quad v = 7,9 \frac{\text{км}}{\text{с}} \cdot 1,42 \approx 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

З такою швидкістю або дещо більшою були запуснені космічні ракети, які вирвалися з полону тяження Землі і перетворилися в супутники Сонця.

Рух тіл зі змінною масою

Всі попередні міркування стосувались космічних тіл, маса яких залишається незмінною. В дійсності маса ракети в процесі згорання палива, зменшується, а маса супутника під час стикування до нього корабля або іншого супутника збільшується. Тому в даному проєкті неможливо обійти рух тіл зі змінною масою. Це питання розглядали вчені, дослідили Ціолковський, Кондратюк, Кибальчич.

Наведемо формулу Ціолковського для визначення максимальної швидкості, яку одержить ракета після згорання палива:

$$v_{\max} = 2,3 \cdot v_1 \lg \frac{M_0}{M_1},$$

де v_1 – швидкість витікання газів, M_0 – маса ракети в момент старту з повним запасом палива, M_1 – маса ракети після вигорання палива. Відношення $\frac{M_0}{M_1}$ називають числом

Ціолковського.

Обчислимо $\frac{M_0}{M_1}$, Якщо швидкість витікання газів $2,5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$:

$$11,2 = 2,3 \cdot 2,5 \cdot \lg \frac{M_0}{M_1}$$

$$\lg \frac{M_0}{M_1} = \frac{11,2}{2,3 \cdot 2,5} = \frac{11,2}{5,75} \approx 2.$$

Одержимо, що $\frac{M_0}{M_1} \approx 100$, тобто маса ракети з паливом повинна в 100 раз переважати масу

самої ракети.

Ясно, що згідно конструкторських міркувань побудувати таку ракету практично неможливо. Якщо збільшити швидкість викидання газів вдвоє, або втриє, то тоді це відношення буде менше 10. Таку ракету вже можна проєктувати і можна будувати.

Інший спосіб збільшення швидкості ракети, запропонований і практично втілений в життя радянським вченим, академіком Янгелем та групою конструкторів Південного машинобудівного заводу – це створення багатоступінчатих ракет. Сучасна космонавтика України успішно використовує ракетні комплекси “Земля” і “Циклон”, створені на базі Дніпропетровського машинобудівного заводу.

Міні-проєкт (Задачі з космічної динаміки).

Задача 1. Навколо Землі на висоті h над по верхнюю рухається по коловій орбіті супутник. Знайти швидкість і період обертання супутника, якщо радіус Землі R .

Розв’язання.

За законами всесвітнього тяжіння притягання до Землі дорівнює

$$F = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$$

Оскільки супутник рухався по колу, то сила тяжінні дорівнює доцентровій силі $\frac{m \cdot v^2}{R + h}$

На поверхні Землі $F = mg$; $h = 0$, отже, $GM = gR^2$ ($m \cdot g = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2}$).

$$\text{Тому } F = \frac{mgR^2}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h}.$$

$$\text{Звідси випливає, що } v = R \sqrt{\frac{g}{R+h}}; \quad T = \frac{2 \cdot \pi \cdot (R+h)}{v} = \frac{2 \cdot \pi \cdot (R+h) \cdot \sqrt{R+h}}{R \cdot \sqrt{g}}.$$

За цією формулою можна наближено обчислити швидкість руху Місяця навколо Землі, Землі навколо Сонця, якщо відомі радіуси цих тіл, відстані між ними і прискорення вільного падіння для тіл навколо яких здійснюється рух.

Задача 2. З допомогою космічного апарата при дослідженні планети Марс було виявлено, що радіус планети Марс складає 0,53 радіуса Землі, а маса – 0,11 маси Землі. Знайти прискорення вільного падіння на Марсі.

Розв'язання.

$$F_{\text{тяж}} = mg \quad i \quad F = G \frac{M_3 m}{R_3^2} \Rightarrow mg = G \frac{M_3 m}{R_3^2}; \quad g_3 = G \frac{M_3}{R_3^2}; \quad g_M = \frac{GM_M}{R_M^2};$$

$$\frac{g_3}{g_M} = \frac{G \frac{M_3}{R_3^2}}{G \frac{M_M}{R_M^2}} = \frac{M_3 R_M^2}{M_M R_3^2} = \frac{M_3 \cdot 0,52^2 \cdot R_3^2}{0,11 \cdot M_3 \cdot R_3^2} = \frac{0,53^2}{0,11};$$

$$g_M = \frac{0,11 g_3}{0,53^2} = \frac{0,11 \cdot 9,8}{0,2809} \approx 3,8 \left(\frac{m}{c^2} \right).$$

Задача 3. Системи космічного зв'язку через штучні супутники зв'язку успішно працюють уже багато років. Штучний супутник, який використовується у системі зв'язку запущено у площині земного екватора так, що він весь час перебуває в зеніті однієї і тієї самої точки земної кулі. На якій висоті перебуває супутник відносно Землі?

Розв'язання.

Супутник обертається по коловій орбіті, оскільки перебуває весь час у зеніті однієї і тієї самої точки, то період обертання супутника і Землі однаковий.

Умова руху по коловій орбіті:

$$\omega^2 R = \frac{4\pi^2}{T^2} R = \frac{GM}{R^2} = \frac{GM}{R_3^2} \left(\frac{R_3}{R} \right)^2 = g \left(\frac{R_3}{R} \right)^2;$$

$$\text{Звідси випливає } \left(\frac{R}{R_3} \right)^3 = \frac{gT^2}{2\pi^2 R_3}.$$

Оскільки $T = 86400\text{с}$ – період обертання Землі а $g \approx 9,8 \text{ м/с}^2$.

Підставивши числові значення величин, дістанемо:

$$\left(\frac{R}{R_3} \right)^3 = 290. \quad \frac{R}{R_3} = \sqrt[3]{290} \approx 6,6; \quad R \approx 6,6 \cdot 6400 \text{ км} \approx 42240 \text{ км}.$$

Проект „Транспортер” (робота учня 9 класу Соколівської ЗОШ І-ІІІ ст. Лигуна Сергія)

Основні кроки з реалізації проекту:

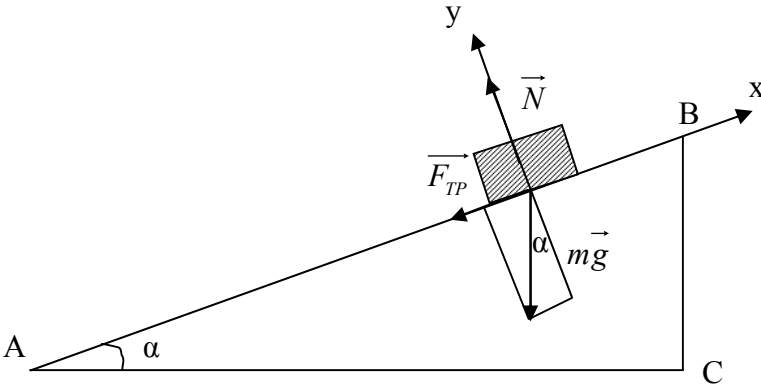
1. Технічні характеристики:
 - 1) Піднімання $m = 200$ кг піску за $t = 1$ с на автомобіль.
 - 2) Кут нахилу $\alpha = 30^\circ$.
 - 3) Довжина стручки $l = 3$ м.
 - 4) К.К.Д. $\eta = 85\%$.

2. Визначення мінімальної потужності електродвигуна $P_{\min}$.

Оскільки К.К.Д. $\eta = \frac{P_{\text{кор}}}{P_{\text{затр}}} \cdot 100\%$, то $P_{\text{затр}} = \frac{P_{\text{кор}}}{\eta} \cdot 100\%$.

3. Знаходження корисної потужності $P_{\text{кор}}$.

Креслимо схему дії сил.



Робота $A_K = mgl \sin \alpha$; $P_{\text{кор}} = \frac{A_K}{t}$;

Корисна потужність $P_{\text{кор}} = \frac{mgl \sin \alpha}{t}$.

4. Знаходження мінімальної потужності електродвигуна

$$P_{\min} = P_{\text{затр}} = \frac{mgl \sin \alpha}{\eta t}$$

5. Розрахунок мінімальної потужності згідно технічної характеристики транспортера:

$$P_{\min} = \frac{200 \cdot 9,8 \cdot 3 \cdot \sin 30^\circ}{0,85 \cdot 1} = \frac{200 \cdot 9,8 \cdot 3 \cdot 0,5}{0,85 \cdot 1} \approx 3,46 \text{ кВт}.$$

6. Місце розміщення двигуна в нижній точці транспортера, щоб центр мас був внизу, тоді забезпечується стійка рівновага транспортера.
7. Щоб забезпечити необхідну силу піднімання піску, потрібно до електродвигуна під'єднати редуктор (можна з черв'ячною передачею).

8. Переміщення стрічки з піском буде здійснюватись редуктором та пасовою передачею на катках.
9. Конструкційні матеріали: сталь, чавун, пластмаса.
10. Піднімання транспортера буде шляхом гвинтової подачі.
11. Переміщення транспортера здійснювати цим самим електродвигуном шляхом перемикаючої подачі струму.
12. Розрахунок характеристик редуктора.
13. Розрахунок маси транспортера.
14. Для переміщення транспортера вистачить одновісного візка з двома колесами і пасовою передачею.
15. Для живлення електродвигуна потрібно кабель довжиною 20 м та магнітний пускач.

Проект „SPARE” – „Енергозбереження” 7 клас

План проекту

1. Енергія. Температура Сонця – джерело тепла і світла.
2. Тепло і світло у нашому домі. Економія тепла.
3. Кругообіг речовини у природі.
4. Електрична енергія та її використання.
5. Паливо для людини.

Практичні роботи.

1. Вивчення термометра та вимірювання температури.
2. Вивчення колекції сортів палива.
3. Визначення шляхів тепло збереження та економії тепла у класі.
4. Визначення витрат кисню для дихання та можливі шляхи їх компенсації.
5. Ведення журналу добових витрат електроенергії у вашому домі, зменшення витрат за рахунок енергозберігаючих заходів.
6. Визначення енергетичної цінності обіду в шкільній їдальні.

Цей проект використано з посібника «Основи енергозбереження. Енергія навколо нас» для учнів 7 класу. Видання цього посібника підготовлено в межах міжнародного проекту «SPARE» для школярів. Його авторами є досвідчені фахівці в галузі природничих наук Гудзь В.В., Долгий В.Г., Заклевський О.Я., Міль М.С.

Посібник знайомить з основними джерелами енергії та деякими їхніми характеристиками, причинами втрат енергії та шляхи її збереження, сприяє формуванню екологічної культури, виховує потребу у дбайливому використанні енергії, а також громадянську позицію щодо збереження енергетичних ресурсів України. Посібник приваблює між предметним характером – його матеріали можуть бути використанні як допоміжні в процесі викладання фізики, географії, біології, природознавства, економіки та в роботі гуртків.

Невипадково, що Норвегія ініціювала і здійснює проект «SPARE» (норвезькою мовою це означає «економічний»). 50% зростання національного доходу в цій країні забезпечується енергозберігаючими технологіями. Тому зради майбутнього школярі повинні бути обізнані з цією проблемою, яка дуже актуальна для України, бо, незважаючи на наявні ресурси енергоносіїв, близько 50% із них в Україну постачається з інших країн. Про енергозбереження

та енергоефективність в Україні розмови йдуть давно, проте результати залишають бажати кращого. Ця проблема актуальна для всього людства в зв'язку з глобальним потеплінням та таненням арктичного льоду. Ця проблема немає кордонів.

В плані проектної діяльності на уроках фізики, використання теми енергозбереження відкриває широкі можливості для втілення учнями проектів по енергозбереженню.

Проект «Жива та мертва вода».

Завдання проекту: дослідження різних видів води (тала вода, магнітна вода, срібна вода, кремнієва вода, тяжка вода та ін.), встановлення фізичних та хімічних властивостей різних видів води, визначення практичних галузей використання різних видів води в промисловості та побуті, визначення наслідків дії різних видів води на живі організми.

Проект реалізовується в три етапи:

1. Аналіз літературних джерел інформації стосовно питання різних видів води;
2. Дослідження фізичних властивостей та впливу «незвичайної» води на живі організми (наприклад вплив талої води на рослини);
3. Визначення методів добування «живої» води.

Проект розрахований на 2 місяці, та при потребі може виконуватися і більше часу.

При реалізації проекту учні поглиблюють вміння аналізувати літературні джерела, здійснювати пошук інформації у мережі Internet, здійснюють міжпредметні зв'язки фізики з хімією, медициною, географією.

Учитель може для зацікавлення проектом повідомити учням про деякі властивості води, наприклад, цілющі властивості талої води, позитивний вплив магнітної води на ріст рослин, зменшення шкідливого впливу на труби та опалювальні системи, практичне використання важкої води.

Проект має більш практичне значення, ніж теоретичне, але незважаючи на це може бути здійснений учнями старших класів в кінці вивчення курсу фізики, що дозволить здійснити завдання викладання фізики – вивчення природи.

Тематика міні-проектів.

Міні-проект – це виконання певного творчого завдання під уроку. Використання міні-проектів на уроках фізики, дозволяє активізувати творчу активність учнів, побачити взаємозв'язки фізики з іншими науками та переконатися у практичній цінності вивчення фізики.

Нижче приведено кілька простих тем міні-проектів, виконуючи які учні здійснюють розв'язання певної практичної задачі з фізичним змістом.

1. «Динамік». Для перетворення електричного сигналу у звуковий використовуються різноманітні типи електродинаміків: електромагнітні, п'єзоелектричні, магнітострикційні (між іншим, динамік такого типу винайшов Альберт Ейнштейн) та інші. Запропонуйте пристрій аналогічного призначення, який був би ефективнішим (хоча б в окремих ситуаціях), ніж ті, що вже існують.

2. «Мобільник-1». Мобільний телефонний зв'язок надійно зайняв своє місце у житті людей. Проте електромагнітне випромінювання передавача мобільного телефону досить негативно впливає на стан здоров'я як безпосереднього користувача, так і людей, які його оточують. Для часткового розв'язання даної проблеми використовують навушники та мікрофони, які дають змогу здійснювати сеанс зв'язку при певному віддаленні апарату від голови людини. Спробуйте запропонувати свій спосіб вирішення цієї проблеми.

3. «Мобільник-2». Однією із проблем, які з'явилися з упровадженням мобільного телефонного зв'язку, є можливість здійснення учасниками різноманітних заходів конкурсного характеру (олімпіад, турнірів) сеансів зв'язку безпосередньо під час виконання завдань. З метою запобігання цьому можна, звичайно, заглушити сигнал зв'язку більш сильним сигналом. Проте досить інтенсивне випромінювання генератора «глушилки» розповсюджується й на ті ділянки простору, де є потреба у мобільному телефонному зв'язку. Запропонуйте розв'язок даної проблеми іншим способом або з використанням іншого пристрою (не «глушилки»).

4. «Звукознімач». Для перетворення звуку звичайної акустичної гітари у електричний сигнал під кожною з її струн достатньо встановити звичайні котушки дроту з феромагнітним осердям. Можна навіть скористатись і однією котушкою з широким осердям. Придбана до входу підсилювача така котушка стає датчиком, який перетворює механічні коливання струни у електричні. Вже існують пристрої аналогічного призначення, принцип дії яких ґрунтується на п'єзоелектричному ефекті. Періодичні зміни сили натягу струни є причиною виникнення в п'єзоелектричному датчику, який контактує з ними, електричного сигналу, який подається на вхід підсилювача звукової частоти. Запропонуйте пристрій аналогічного призначення, принцип дії якого ґрунтувався б на інших фізичних явищах або ефектах і який би функціонував за умови використання струн, виготовлених із різних матеріалів (не лише з металу).

5. «Міліна». Морський та річковий види транспорту є досить зручним і дешевим у порівнянні з іншими його видами. Проте іноді судна «сідають» на міліну і для продовження свого плавання потребують сторонньої допомоги, яка полягає у звичайному стягуванні їх із мілини іншим катером. Запропонуйте пристрій, за допомогою якого судно може самостійно знятися з мілини.

6. «Труба». Під час експлуатації трубопроводів, якими транспортують воду, нафту, газ або інші речовини, які перебувають у рідкому або газоподібному стані, іноді пошкоджуються його стінки. Зрозуміло, що при цьому втрачається цінна речовина. Іноді трубопровід пошкоджують навмисно — для несанкціонованого відбору транспортованої речовини, наприклад, нафтопродуктів або газу. Контроль за станом трубопроводу здійснюється візуально, що є досить трудомістким, неефективним та неоперативним процесом. Потрібний дистанційний контроль за станом трубопроводу. Запропонуйте придатний для цього пристрій або спосіб.

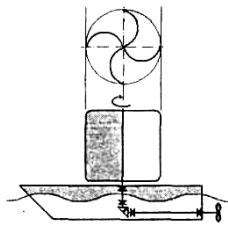
7. «Кімнатні рослини». У журналах для радіоаматорів міститься немало описів пристроїв для автоматичного поливання кімнатних рослин. Датчиками таких пристроїв є два вставлені в ґрунт електроди. На ці електроди подається напруга, унаслідок чого через ґрунт протікає електричний струм. При зменшенні вологості ґрунту його електричний опір збільшується, що приводить до зменшення сили струму. На це й реагує робочий орган пристрою, який відкриває відповідний кран або ж вмикає насос для подачі води в ґрунт. Проте електричний струм, який протікає між уставленими в ґрунт електродами, є причиною електролізу і, як наслідок, змінюється хімічний склад ґрунту, рослина хворіє. У зв'язку з цим є необхідність у вдосконаленні описаних або ж у створенні принципово нових пристроїв, які забезпечували б рослинам необхідну вологість ґрунту тривалий час.

8. «Гальма, що не зношуються». У гальмівних системах більшості наземних транспортних засобів використовується тертя між гальмівними дисками або барабанами колеса з одного боку і гальмівними колодками, накладками та ін. — з другого. При сухому терті між контактними поверхнями неминуче відбувається їх стирання, тому необхідно періодично міняти гальмівні елементи. Запропонуйте гальмівну систему без сухого тертя між її елементами.

9. «В'язка рідина». Наповнити пляшку в'язкою рідиною та рідиною, що змочує стінки посудини, досить важко. Створюваний у пляшці додатковий тиск повітря (рідина під дією сили тяжіння наливається крізь нею ж перекриту горловину).

Перешкоджає подальшому надходженню до неї рідини. Наливати ж вузьким потоком (щоб рідина не торкалася внутрішньої поверхні горловини лійки) досить важко та довго. У промисловості це вирішується просто: рідина до пляшки нагнітається під тиском через уставлений у неї патрубок, який має менший діаметр, ніж горловина пляшки. Таким же чином, між іншим, наповнюють ампули кулькових ручок та тюбики зубної пасти. Отож, є потреба у створенні простого пристрою, який би дозволяв легко наповнювати пляшки вказаною рідиною у домашніх умовах. Така річ була б корисною, наприклад, пасічникам, виробникам олії тощо.

10. «Вітрокорабель». У водному транспорті давно використовують вітрила, які кінетичну енергію вітру перетворюють у механічну роботу по переміщенню судна. Була спроба використання на водному транспорті й традиційних вітряних двигунів. Обертальний рух вітряних коліс передавався на водяне колесо або гребний гвинт. На рисунку зображено один із можливих варіантів судна з роторним вітроподвигом, який під дією вітру обертається навколо вертикальної осі. Його обертальний рух через конічні шестерні передається валу гребного гвинта. Очевидно, що такий вітроподвигун не потребує додаткових пристроїв для його орієнтації відносно напрямку вітру. Проте і така конструкція судна не є настільки досконалою, щоб її можна було реально використовувати у водному транспорті.



Спробуйте удосконалити цю конструкцію або ж запропонуйте власний варіант використання встановленого на судні вітроподвигуна для його руху.

11. «Датчик пального». Рівень палива в баках автомобілів контролюється за допомогою поплавкових датчиків. В описі одного з таких винаходів (патент США № 3244138) пропонується розмістити в баці поплавка (кульку) з м'яким пояском по екватору. Цей поясок буде пом'якшувати удари поплавка по боковим стінкам ємності і водій їх не буде чути. Коли ж пального залишиться мало, поплавок буде гучно стукати по дну бака, нагадуючи водію про необхідність заправки. Простота такого розв'язання задачі очевидна, але вона не дасть очікуваного ефекту в таких транспортних засобах, як мотоцикл або мопед, дно баків яких не завжди горизонтальне. У зв'язку з цим виникає необхідність у новому розв'язанні проблеми. Запропонуйте його.

12. «Осцилограф». Результиуюча картина додавання двох коливань досить гарно демонструється за допомогою електронного осцилографа. Для цього на два його входи (х тау) достатньо подати електричні сигнали коливань, що здійснюються двома окремо взятими коливальними системами. Недоліком такої демонстрації є те, що учні або студенти мають змогу спостерігати результат додавання коливань, але не бачать, як відбувається сам процес їх додавання. Запропонуйте пристрій, який би демонстрував одночасно як процес, так і результат додавання коливань.

13. Запобіжник «потопу». Всім відомо, якої шкоди може завдати і власнику квартири, і сусідам протікання крана або водопровідної труби. Придумайте пристрій для захисту приміщень від затоплення водою, яка надходить з водопровідної системи.

14. «Ефективність джерела світла». Основним джерелом штучного світла є лампи розжарення. Не так давно з'явилися й інші джерела світла, які працюють за рахунок електроенергії. Вони рекламуються як економні. Проте для оцінки джерела світла доцільно було б використовувати інший параметр — *ефективність* (відношення створюваної ним освітленості до споживаної для цього електроенергії). Запропонуйте пристрій або спосіб для оцінювання *ефективності* електричних джерел світла.

15. «Гайковий ключ». Під час загвинчування чи відгвинчування гайок звичайним ключем треба за один раз повернути гайку щонайменше на 60°, щоб мати можливість знову надіти ключ на гайку. Але у важкодоступних і тісних місцях це не завжди вдається. Вже існують накидні ключі, які дозволяють повертати гайку на менший кут, але вони поступаються у міцності у порівнянні з традиційними ріжковими ключами. Запропонуйте конструкцію ключа з мінімальним кутом повороту за один хід при збереженні його міцності.

16. «Монітор». Запропонуйте конструкцію пристрою виведення інформації, який міг би замінити монітор комп'ютера для незрячої людини.

17. «Безперебійник». Для забезпечення надійної роботи комп'ютерів використовують різноманітні джерела безперебійного живлення, які при пошкодженнях мережі або при зниженні напруги переводять комп'ютер на живлення від акумулятора. Даний спосіб має ряд недоліків: доволі важкий акумулятор, необхідність перетворення напруги акумулятора (як правило, 12 В) у напругу мережі 220 В, що супроводжується значними втратами. Від акумулятора споживається дуже великий струм (кілька десятків ампер), що істотно зменшує час його експлуатації. Запропонуйте спосіб підвищення ефективності безперебійного електроживлення приладів.

18. «Шум вентиляторів». Шум вентиляторів (кулерів — від англ. cooler), що охолоджують блок живлення, процесор та накопичувач інформації на жорсткому диску, які є складовими елементами системного блоку комп'ютера, негативно впливає на стан здоров'я людини. Вже використовуються системи охолодження, у яких робочим тілом є не повітря, а циркулююча рідина, рух якої забезпечують насоси. Проте поки що основним пристроєм, що відводить від складових системного блоку комп'ютера тепло, залишається кулер, який і створює шум. Спробуйте запропонувати пристрій або спосіб, які б зменшували інтенсивність шуму, що створює кулер.

19. «Розрив у колі». Тим, хто займається електротехнікою, знайомі проблеми з пошуками місця розриву у електричному колі. З такими ситуаціями стикаються учні та студенти й під час виконання лабораторних робіт, а також ті, хто обслуговує гірлянди з багатьох послідовно з'єднаних лампочок, якими прикрашають ялинки. Внаслідок перегорання однієї з ламп не світиться вся гірлянда. Запропонуйте пристрій, який би дозволяв швидко знаходити розрив у колах послідовного сполучення елементів.

20. «Стабілізація частоти обертання вітрогенератора». Однією з головних проблем вітроенергетичних установок є необхідність у стабілізації частоти обертання вітрогенератора, адже швидкість вітру постійно змінюється. Вже відомі механізми стабілізації, принцип дії яких

базується на автоматичній зміні міделя (активної площі) лопаті при зміні швидкості вітру. Проте недоліками таких механізмів є відносно велика інерційність регулювання; зниження коефіцієнту використання енергії вітрового потоку при швидкостях вітру, більших за номінальне значення ($= 8$ м/с). Запропонуйте спосіб або механізм регулювання частоти обертання вітровадигуна, що був би позбавлений хоча б кількох із цих недоліків.

21. «Гайковерт». Для швидкого та зручного загвинчування шурупів та гвинтів уже давно створені відповідні пневматичні та електричні пристрої. А чи не змогли б ви запропонувати пристрій, який би дозволяв швидше, ніж це робиться вручну, «проганяти» по різьбі та загвинчувати гайки, на які не можна накинути ключ вздовж осі гайки (наприклад, гайка знаходиться посередині довгої труби з різьбою)?

22. «Тренажер-генератор». Виконуючи фізичні вправи на будь-якому тренажері, людина, витрачаючи власну енергію, виконує роботу по подоланню сил тяжіння або пружності.

А чи не можна створити такий тренажер, виконуючи на якому відповідні вправи, людина б не просто витрачала свою енергію, а перетворювала її на електричну енергію? Спробуйте це зробити.

24. «Індикатор електромагнітного випромінювання». У наявності електромагнітного смогу можна легко впевнитися за допомогою портативного радіоприймача, а в окремих випадках навіть за допомогою неонові лампи (вона починає світитися). На випромінювання, яке створюють мобільні телефони, реагують наші телевізори. Безперечним є факт негативного впливу такого випромінювання на здоров'я людини. У зв'язку з цим є потреба у створенні простого в експлуатації побутового пристрою, який би дозволяв здійснювати індикацію і, якщо не вимірювання, то хоча б оцінку інтенсивності електромагнітного випромінювання по всьому діапазону високих та надвисоких частот. Запропонуйте конструкцію такого пристрою.

25. «Мишка». Ручні маніпулятори, які використовуються для керування курсором на екрані дисплея та роботи з програмами (комп'ютерна «мишка»), пройшли декілька етапів розвитку. Сучасному користувачу ПК найбільш відомими є механічна та оптична «мишки». Основним недоліком першої з них є те, що її кулька та спряжені з нею осі пристроїв формування світлових імпульсів під час руху по килимку збирають на собі значну кількість пилу, ворсинки тканини, паперу та ін. Через це неякісно функціонують пристрої і потрібно систематично обслуговувати «мишку» (очищувати осі від згаданого бруду). Формування сигналу в оптичній «мишці» здійснюється не механічними пристроями і тому вона практично не забруднюється відносно великими за розміром частинками. Для неї слабким місцем є забруднення оптичних каналів, крізь які створюваний напівпровідниковим лазером світловий потік падає на поверхню килимка, та відбите від нього світло надходить на сенсор. Запропонуйте принципово новий тип комп'ютерної «мишки», який би був позбавлений недоліків попередниць.

26. «Акустична енергетика». Відомо, що будь-які коливання, які поширюються в просторі, переносять енергію. Люди вже навчилися перетворювати в інші види енергії, зокрема в теплову та електричну, енергію механічних хвиль, що поширюються на поверхні води, енергію світлових хвиль та ін. Однією з нерозв'язаних до рівня практичного використання залишається ще проблема перетворення в доступні для використання людиною види енергії - енергію акустичних коливань. Можна, звичайно, перетворювати енергію цих коливань в електроенергію за допомогою електродинамічного мікрофона, але ККД такого пристрою буде досить незначним. Запропонуйте більш ефективний пристрій, який би дозволяв перетворювати акустичні коливання в механічну, теплову або в електричну енергію.

27. «Енергія зростання». Мабуть, усім нам випадала нагода бачити, як рослина, наприклад, трава або дерево, яке розмножується пагоном від кореня, під час свого росту пробивали або ж піднімали досить товстий шар асфальту. Виходить, що під час зростання рослина має значний запас енергії і здатна прикладати значні зусилля. А чому б не спробувати

перетворити цю енергію на інші види, які можна було б використати на користь людини? Спробуйте створити відповідний пристрій.

28. «Сигналізація». Квартири, дачі, автомобілі тощо люди часто здають під охорону відповідним організаціям або ж просто встановлюють сигналізацію, яка особисто їх повідомляє про посягання на приватну власність. Запропонуйте пристрій сигналізації, який би надійно спрацював при проникненні сторонніх людей у приміщення або автомобіль і відразу повідомляв про це вас (незалежно від місця вашого перебування). Даний пристрій повинен бути надійнішим та дешевшим від існуючих.

29. «Штанга». У спортивних залах зазвичай масу штанги змінюють установленням або ж зніманням додаткових вантажів (дисків). На відкритих же для вільного доступу майданчиках такі диски не завжди є. У зв'язку з цим необхідно створити такі штанги (для використання на відкритих майданчиках), масу яких можна було б змінювати іншими способами.

30. «Клапан». Для регулювання потоку рідини або газу використовуються різноманітні клапани. Конструкція та матеріал, з якого виготовляють такі пристрої, залежать від його призначення та умов використання. Широкого розповсюдження набули клапани, потік рідини у яких перекривається кулькою, яка притискається до відповідного отвору сталеву пружиною. Проте цей метал з часом піддається корозії і пружина руйнується. Замінити металеву пружину неметалевою зі збереженням необхідних пружних властивостей практично неможливо. Не підходить для виготовлення пружини й нержавіюча сталь, оскільки її пружні властивості досить обмежені. Запропонуйте просту та надійну конструкцію клапана, який би працював у трубопроводах з їдкими та агресивними рідинами.

Практичні етапи розробки та реалізації педагогічних проектів

Найважливішою передумовою реалізації педагогічних проектів є теоретична підготовка педагога до навчального проектування та здатність майстерно застосувати ці знання на практиці, що передбачає використання сукупності дослідницьких, пошукових, творчих за своєю суттю методів, прийомів, засобів.

Робота над колективним проектом здійснюється за загальним алгоритмом і включає такі основні етапи:

1. Підготовчий (діагностико-прогностичний)

- 1.1. Визначення мети і завдань проекту.
- 1.2. Опис проекту, його основних етапів, створення моделі.
- 1.3. Експертиза проекту.
- 1.4. Пошук методик і засобів виконання завдання.

2. Організаційний

- 2.1. Розподіл учасників на групи.
- 2.2. Конкретизація завдань кожної групи.
- 2.3. Складання плану діяльності кожної групи, координація роботи груп.
- 2.4. Розподіл обов'язків між членами групи.
- 2.5. Підготовка необхідних матеріалів, засобів тощо.

3. Діяльнісний

- 3.1. Виконання завдань членами груп за складеними планами та обраними методиками.

4. Узагальнюючо-підсумковий

- 4.1. Обробка, аналіз та узагальнення результатів.
- 4.2. Звітвання груп (захист проектів).
- 4.3. Оцінювання результатів діяльності.

Інший варіант послідовності дій пропонує В.В. Гузєєв. Розробка проекту, його основних етапів, створення моделі є важливим чинником подальшої успішної діяльності, тому ми пропонуємо алгоритм **його короткого опису**.

Тематика **проекту** обирається вчителем з урахуванням нових освітніх завдань, педагогічних концепцій та парадигм, реалій сучасного життя, навчальної ситуації зі свого предмета, інтересів і здібностей учнів (на основі діагностики) тощо. Тому обґрунтування вибору **проблеми висвітлює** концептуальність, актуальність, необхідність, новизну обраної тематики.

Назва проекту відтворює основний зміст діяльності й визначається її кінцевим результатом, вона повинна бути чітко сформульована. **Мета та завдання проекту** повинні бути сконкретизовані й спрямовані на реальний результат.

Відповідно до мети та завдань обирається тип проекту, подається його характеристика за певними параметрами.

За кінцевим результатом: теоретичний, теоретико-практичний, практичний.

За змістом: монопредметний, міжпредметний, надпредметний. **За кількістю учасників:** індивідуальний, колективний (парний, груповий).

За тривалістю: міні-проект, короткочасний, середньої тривалості, довготривалий, лонгтеджний.

За ступенем самостійності: репродуктивно-дослідний, частково-пошуковий, дослідницький чи експериментально-дослідницький, евристичний.

За характером контактів: внутрішній, зовнішній, міжнародний.

Далі визначаються учасники (та співучасники) проекту. **Визначення бази** реалізації проекту потребує вказання місця розробки та за необхідності місця реалізації.

Термін реалізації проекту включає дати початку та закінчення роботи над проектом.

Прогнозований результат передбачає створення чогось нового за структурою, підходами, концепцією навчально-виховного процесу: нові технології, методики та планування "продукту" в результаті виконання програми (посібника, сценарію, опису технології, плану, нової програми, бази даних, центри тощо) та його форму.

Визначення ресурсів (людські, матеріально-технологічні, фінансові, інформаційні), тобто наявних умов, дозволяє чітко визначити потреби й заздалегідь спланувати можливість та шляхи їх забезпечення (або відмовитись від проекту в разі неможливості їх забезпечення).

Визначення етапів та завдань реалізації проекту зручно здійснювати за таблицею.

Етап	Завдання	Діяльність	Термін	Ресурси (потреби)	Результат	Хто виконує

Очікувані результати проекту (тільки такі, що будуть очевидні по завершенні проекту) можуть бути як матеріальними (моделі, програми, плани, колекції, створення об'єднань, центрів, громадських організацій тощо), так й ідеальними (нові способи дій, оригінальні доведення теорем, методи дослідження). Оформлення результатів проекту може бути найрізноманітнішим: рукописні та друковані матеріали, відеофільми, фотографії, альбоми, боржурнали, комп'ютерні програми, настінні газети, альманахи, моделі, таблиці тощо. їх також доцільно представити у формі таблиці.

Зміст результату проекту	Форма представлення	Оцінка якості

Моніторинг, або оцінювання проекту, здійснюється за наперед визначеними критеріями. Нагадаємо, що педагогічний моніторинг - системне спостереження, аналіз, оцінка та прогнозування педагогічного процесу або окремих його складових з метою кореляції або підвищення ефективності функціонування. Моніторинг передбачає більш тривалу і періодичну діагностику, тому в багатьох проектах достатньо визначити критерії оцінювання очікуваних результатів.

Насамкінець, після реалізації та захисту проекту робляться (самими учасниками, експертом аби консультантом) **висновки**, де в узагальненому вигляді визначається ступінь досягнення мети, якість, перспективність, надаються рекомендації щодо подальшого використання кінцевого продукту. Електронний варіант пропонованого бланку надасть можливість його творчо переробити, переслати електронною поштою для експертизи та узгодження дій, зекономить час із його заповнення.

Експертиза та оцінювання проєктів

Розробка проєкту передбачає діагностико-прогностичну діяльність зі створення системи моніторингу щодо оцінювання проєкту: коли і з якою періодичністю буде оцінюватися виконання проєкту; хто візьме участь в оцінюванні: самі учасники, експерти, управлінські структури; форми контролю (самоконтролю) й оцінки (самооцінки); в якій формі буде подано інформацію про хід проєкту (звіт, конкретні матеріали тощо). Кожен раз така система буде різною, залежно від мети та завдань проєкту. Ми пропонуємо чотири основні аспекти оцінки проєктної діяльності: змісту розробки проєкту, власне діяльності з реалізації, захисту проєкту, кінцевого результату продукту.

Оцінка змісту проєкту (експертиза) включає такі параметри: актуальність, концептуальність, обґрунтованість проблеми, відповідність завданням сучасної педагогіки; відповідність мети, завдань, плану, результатів обраній темі; практична чи теоретична цінність; новизна, оригінальність; обсяг та повнота розробки. (Зауважимо, що експертиза - це розгляд, дослідження, яке потребує спеціальних знань, тобто здійснюється фахівцями.)

Діяльність з реалізації проєкту передбачає оцінювання самостійності, ініціативності; творчості, обговорення альтернативних рішень, вміння здійснити ситуативну корекцію; дотримання плану чи програми діяльності; розподіл обов'язків та їх виконання; колективізм, взаємостосунки в групі, взаємодопомогу та підтримку (як важливий аспект розвитку емоційно-вольової сфери, набуття різноманітних соціальних компетенцій) учасниками проєкту.

Під час **захисту проєкту** враховується якість доповіді (композиція, логіка, послідовність, аргументованість, чіткість, оригінальність, (за ситуацією - імпровізованість); педагогічна техніка та комунікативна культура (культура мовлення, почуття часу, утримання уваги аудиторії, артистизм тощо); ерудованість (обсяг та глибина знань з теми, відповіді на питання, загальна культура захисту); методика використання наочних та технічних засобів; вміння об'єктивно оцінити власну діяльність та її результати тощо. Останнє виявляється в наявності засобів оцінки проєкту власне учасниками в ході реалізації проєкту (спостереження, опитування, перевірка правильності дій, запиту на продукт та ін.).

Оцінка результатів проєкту здійснюється з позицій реальності та можливості застосування (видатність, прибутковість за вимогами сучасного менеджменту); універсальності (придатності до реалізації в різних умовах, різними категоріями); завершеності, готовності для подальшого застосування; обсягу, повноти розробки; якості оформлення результатів.

Що стосується суб'єктів оцінювання проєктної діяльності, то такими можуть бути самі учасники проєкту, експерти, консультанти, широкий загал (під час обговорення, захисту, представлення проєкту). Шкала оцінювання теж може бути досить варіативною. Ми запропонували чотирибальну систему, виходячи із сучасної системи шкільного оцінювання, яке передбачає чотири рівня досягнень: початковий, середній, достатній, високий. Отже, широкий освітянський загал вже має потрібний рівень володіння цією методикою й відповідними критеріями.

На заключному етапі можна визначити загальний **рейтинг проєкту**. Наприклад, якщо середня сума балів (максимум 80 балів) становить 60-80 - це високий рейтинг - проєкт можна рекомендувати до подальшого застосування, подання на конкурс, поширення через пресу тощо. Середня рейтингова оцінка (40-59) передбачає за потреби доробку, рекомендації; низький рейтинг (до 39 балів) передбачає відмову відданого проєкту як неперспективного.

На закінчення вважаємо за потрібне ще раз підкреслити, що "метод проєктів" є надійним засобом вдосконалення майстерності та реалізації завдань навчального закладу лише за умови володіння та доцільного застосування даної технології. Тож бажаємо успіху, шановні колеги, й сподіваємось, що представлений доробок стане Вам помічником.

Література

1. Альтшуллер Г. Дерзкие формулы творчества. Петрозаводск, Карелия. 1987.
2. Гольдріна І. Робота над тематичним проектом в процесі вивчення предметів гуманітарного та природничого циклів. -Херсон: РІПО, 1999.
3. Гудзь В.В., Долгий В.Г., Заклевський О.Я., Міль М.С. Основи енергозбереження. Енергія навколо нас. Посібник для 7 класу загальноосвітньої школи. – Тернопіль: Мандрівець, 2006. – 88 с.
4. Зазуліна Л. В. Педагогічні проекти. Хмельницький - Кам'янець -Подільський, „Абетка-Нова”, 2004.
5. Кисла І. Проект краще, ніж звичайні уроки // Фізика. -№33, листопад 2003.
6. Коровін В.А., Г. Степанова. Захист рефератів. –М.: Фізика. -2001.
7. Логвін В. Метод проектів у контексті сучасної освіти // Завуч. -№26, вересень 2002.
8. Матохнюк Е., Гудзь В.В. Фізика в запитаннях і відповідях. Інтегрований курс. Видавництво „Мандрівець”. 2003.
9. Програми для навчальних закладів: фізика, астрономія. Київ, Шкільний світ. 2001.
10. Сидоренко В., Дмитренко П. Основи наукових досліджень. – К.: РННЦ „Дініт”, 2000.
11. Тесленко Т. Практичні результати використання методу проектів // Початкова освіта, -№16, квітень 2006.
12. Шарко В. Літня навчальна практика з фізики. –Херсон: ХДПУ, 2002.
13. Энштейн М. Метод, разрушающий школьную рутину // На стороне подростка. -№2. -2003.

Зміст

Вступ	4
Тематика використання проектів при вивченні фізики	5
Проект „Енергозберігаючі технології” (11 клас).....	8
Проект „Політ до планети Венера та зустріч з кометою Галлея в 2061 році” (9 клас)	11
Груповий проект “Фізика космічних польотів”	13
Міні-проект (Задачі з космічної динаміки).....	17
Проект „Транспортер” (робота учня 9 класу Соколівської ЗОШ І-ІІІ ст. Лигуна Сергія)	19
Проект „SPARE” – „Енергозбереження” 7 клас	20
Проект «Жива та мертва вода».	21
Тематика міні-проектів.....	22
Практичні етапи розробки та реалізації педагогічних проектів	27
Експертиза та оцінювання проектів	29
Література	30

Добрянський П.А., Мазур В.С.

МЕТОД ПРОЕКТІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ
Методичні рекомендації

Ярмолинецький технологічний ліцей
сmt. Ярмолинці, вул. Пушкіна 4.