



**Луцький район
Луцька міська територіальна громада**

**Департамент освіти Луцької міської ради
Центр професійного розвитку педагогічних
працівників Луцької міської ради**

**Комунальний заклад загальної середньої освіти
«Луцька гімназія №20 Луцької міської ради»**

Фізика і екологія

Методичні рекомендації



**Вчитель фізики
Табачук С. Є.**

Луцьк - 2025

Фізика і екологія. Методичні рекомендації/ укладач
С. Є. Табачук – Луцьк. 2025 – 84 с.

Укладач: Табачук Світлана Євгенівна, вчитель фізики КЗЗСО
«Луцька гімназія №20».

Укладач висвітлює реалізацію наскрізної змістової лінії «Екологічна безпека та сталий розвиток» при вивченні фізики на різних етапах засвоєння програмного матеріалу. Наводяться приклади негативного впливу науково-технічного прогресу на екологічну ситуацію в світі, а також в Україні.

Зміст методичних рекомендацій висвітлюють проблеми екології, які можна використовувати при розв'язуванні задач і завдань з фізики. Це дає можливість значно доповнити та поглибити знання учнів, допомогти учням пізнати цілісну картину світу з її екологічними проблемами, різноманітністю властивостей живої і неживої природи.

Рекомендовано вчителям фізики закладів загальної середньої освіти, студентам та учням.

Рецензенти:

Н. В. Прусік – заступник директора з навчально-виховної роботи КЗЗСО «Луцька гімназія №20», «учитель-методист».

Л. П. Філюк – «викладач-методист» технічного фахового коледжу Луцького ЛНТУ

Розглянуто і схвалено методичного радою комунального закладу «Луцька гімназія №20 Луцької міської ради» (протокол №3 від 30. 12. 2024р.

Зміст

Вступ.....	4
Розділ I. Проблеми екології.....	5
1.1. Важливість екологічної освіти	10
1.2. Питання екології на уроках фізики.....	12
Розділ II. Розв’язування задач – практичний спосіб формування екологічної компетентності	39
2.1 Запитання і задачі екологічного змісту.	43
2.2. Екологічне виховання в позакласній роботі.....	67
8. Висновки	80
9. Список використаних джерел	82

*Людина – перш за все мешканець Космосу
і лише потім – житель планети Земля.*
М. Реріх

Вступ

Щоб розв'язувати проблеми взаємовідносин природи та суспільства, замало лише їх екологічного усвідомлення. Людина повинна екологічно мислити, розуміти та аналізувати факти, знаходити причину та наслідки, приймати відповідні рішення.

Освіченою людиною в сучасних умовах не може вважатися та, що не має відповідної суми знань про життя у всіх його проявах. Людина, яка не любить, і не розуміє природу своєї Землі, не може називатися патріотом своєї Батьківщини, бо без екологічного виховання неможливо уявити жодну концепцію формування всебічно розвиненої особистості.

Метою екологічної освіти є розвиток індивідуально екологічної свідомості і мислення. Передумовою цього є екологічні знання, а результатом – екологічний світогляд. Людина – частинка природи, потяг до всього живого закладений у ній від самого народження.

Екологічне виховання має міжпредметний характер та є безперервним процесом, який здійснюється протягом усього життя людини.

Можна відокремити три рівні екологічного виховання.

Перший, початковий рівень – емоційний. Це виховання та розвиток любові до природи, він починається з раннього дитинства.

Другий – настанова на активну життєву позицію у питаннях охорони природи й раціональної взаємодії з нею. Це морально-етичний рівень.

Третій – науковий. Продовження екологічної освіти, яка тісно пов'язана з вивченням суспільних, природничих та технічних наук.

Основною метою освіти в галузі навколишнього середовища є формування екологічної культури особистості як форми регуляції взаємодії людини з природою. Найголовніше, хоча й, безперечно найважче – це сформувати людину не просто екологічно грамотну, але й екологічно мислячу, таку, що живе за екологічними законами. Але для цього необхідна система екологічної освіти та виховання.

Питання екології розглядають у кожному класі, а я як учитель, плануючи уроки, постійно наголошую на екологічних проблемах.

У своїй роботі з екологічного виховання впроваджую методичні підходи, які активізують самостійну пізнавальну активність учнів. Основну увагу в ній приділяю активним методам навчання: дискусіям, рольовим та імітаційним іграм, дослідницькій роботі, яку пов'язую з розв'язуванням конкретних практичних задач, екскурсіям, тощо. Усі ці методи пробуджують активність, дають учням міцні знання, які вони отримують у результаті особистого досвіду.

Дискусії, ділові ігри та інші методи колективного активного навчання збагачують досвідом соціального спілкування. Різноманітність точок зору на одну й ту саму проблему вчить відстоювати свою думку та поважати погляди інших. У результаті обговорення та всебічного аналізу виробляється загальна точка зору. Правильно сформована екологічна задача має багатовимірну систему рішень, тому конкретне рішення, яке приймає група, - це рівнодіюча творчих особистостей учнів. Такий підхід допомагає учням не лише здобути знання, робити узагальнення, а ще й приймати рішення.

Розділ І. Проблеми екології.

Серед глобальних, життєво важливих проблем, що стоять перед людством, першочергове значення мають проблеми екології. Вчені, які вивчають природу Землі, давно

попереджали, що під впливом виробничої діяльності людини на нашій планеті відбуваються процеси, які негативно впливають на середовище життєдіяльності живих організмів, здоров'я людей, і що під загрозою життя майбутніх поколінь.

Науково-технічна революція поставила людство перед такими глобальними екологічними проблемами, як забруднення навколишнього середовища, повітряного басейну та океанів, виснаження природних ресурсів, зміна клімату і руйнування природних комплексів. У багатьох районах світу вплив людини на природу став настільки інтенсивним, що порушилась її динамічна рівновага.

Розв'язати екологічні проблеми, зберегти природу для нащадків здатні тільки люди з високим рівнем екологічної культури і високим почуттям відповідальності за результати своєї діяльності у природі. За сучасним визначенням, «екологічне виховання» - це система виховних заходів, спрямованих на формування у членів суспільства екологічної культури, гуманності, науково обґрунтованого ставлення до природи як до вищої національної і загальнолюдської цінності. Кінцевою метою цього процесу повинно стати попередження незворотних змін у природі і збереження всієї різноманітності рослинного і тваринного світу. Показником високого рівня екологічної культури людини є її активна діяльність з охорони природи. Як і в кожному виді діяльності, у природоохоронній можна виділити основні структурні компоненти: інтелектуальний, операційний і мотиваційний. Характерні особливості кожного з цих компонентів визначаються специфікою даного виду діяльності. До складу інтелектуального компоненту природоохоронної діяльності входять екологічні знання, операційного – вміння і навички з охорони природи, мотиваційного – сукупність збуджуючих причин діяльності людини у природі.

Під екологічними уміннями, як і єміннями взагалі, у педагогіці розуміють готовність людини до певних дій або

операцій відповідно до поставленої мети на основі знань та навичок.

До основних умінь і навичок природоохоронної діяльності відносять уміння:

- оцінювати стан навколишнього середовища, найближчого природного оточення;
- правильно поводитися в конкретній ситуації;
- захистити навколишнє середовище від забруднень і руйнувань;
- пропагувати сучасні проблеми екології і охорони природи.

Отже, процес екологічного навчання і виховання, кінцевою метою якого є природоохоронна діяльність людини, включає:

- розвиток системи знань про взаємодію суспільства з природою;
- формування вмінь і навичок з вивчення і охорони природи;
- розвиток мотивів природоохоронної діяльності учнів.

Зміст екологічних знань, що складають основу природоохоронної діяльності в процесі вивчення фізики визначається точками зіткнення предметних областей фізики і екології. Враховуючи те, що екологія вивчає закономірності взаємовідносин між живою і неживою природою, а фізика – це наука про форми існування матерії на неживих рівнях її організації, до змісту екологічної освіти у процесі вивчення фізики повинні увійти всі елементи неживої природи, які визначають умови існування живих істот, та фізична суть процесів обміну між живою і неживою природою. Згідно з екологічною термінологією, умови існування характеризуються середовищем перебування і екологічними факторами. У земних умовах існує чотири типи середовищ перебування живих організмів: водне, повітряне, ґрунтове та тіло іншої живої істоти. У процесі вивчення фізики можуть бути висвітлені фізичні властивості перших трьох середовищ як агрегатних станів речовини. До фізичних величин, які характеризують властивості твердих, рідких і газоподібних тіл, відносять густину, модуль пружності, тиск, границю

міцності, в'язкість, поверхневий натяг, температуру, питому теплоємність, температури фазових переходів, питому теплоту плавлення і кристалізації, питому теплоту пароутворення і конденсації, діелектричну проникність, питомий опір, магнітну проникність, коефіцієнт поглинання і відбивання світла, показник заломлення та інші.

Певні значення цих величин для середовищ перебування визначають умови розвитку і життя тих видів живих істот, які в них проживають. Будь-які зміни числових значень характеристик середовища викликають відповідні зміни у самих організмах і можуть викликати у них різні реакції:

- появу пристосованих змін фізіологічних і біохімічних функцій;
- неспроможність подальшого існування в даних умовах;
- анатомічні та морфологічні зміни в організмах.

Аналогічну роль у визначенні умов існування представників живої природи відіграють екологічні фактори, тобто ті елементи неживої природи, до яких небайдужі живі організми і які викликають у них реакції пристосування. До цих екологічних факторів, з якими можна ознайомити учнів на уроках фізики, відносять абіотичні і антропогенні фактори. Під абіотичними факторами розуміють екологічно значимі умови неорганічної, або неживої природи. До їх складу входять: температура, вологість повітря і ґрунту, освітленість, атмосферний тиск, гравітація, рівень радіації, рівень електричних і магнітних полів, електромагнітний фон, рівень звукової енергії.

До найактуальніших проблем, що торкаються кожного жителя планети і від яких залежить майбутнє людства, слід віднести екологічні проблеми. Викликані ці проблеми недалекоглядним, нерозумним і необґрунтованим ставленням до природи. Термін «екологія» був введений в науку німецьким біологом Ернстом Геккелем. Слово «екологія» утворилося від грецького слова «ойкос», що

означає «дім», «житло», а «логос» - вчення. У буквальному визначенні екологія – наука про організм «у себе вдома».

Екологічна криза грізно тяжіє над всім світом. Спричинений економічними, політичними помилками та серйозними екологічними прорахунками теперішній стан природного середовища України оцінюється фахівцями як критичний, коли вже неможливе його самовідновлення і самоочищення: відбувається активна деградація і небезпечне знищення останніх природних ресурсів.

В Україні загинули сотні малих річок, деградують Чорне і Азовське моря, спотворений забрудненими водосховищами Дніпро, винищена значна частина лісів Карпат, зазнала ерозії більш як половина хлібної ниви, задихаються від промислових і автомобільних викидів усі великі міста і обласні центри.

Але найстрашнішим злом для навколишнього середовища є забруднення людської свідомості хибними, злочинними ідеями. Суспільства, яким було притаманне хижацьке ставлення до природи, які пропагували зверхність одних націй, класів чи інших груп людей над іншими, як свідчить історія, неодмінно гинули. Трагедія нашого часу полягає в тому, що нині такі хибні ідеї та пов'язана з ними діяльність тією чи іншою мірою торкається всієї Землі, всієї природи, долі всіх країн і націй.

Наше покоління практично у всіх куточках планети безсоромно грабує в коморах природи те, що належить дітям і онукам.

Ліквідація глобальної екологічної кризи є на сьогодні найважливішим завданням людства. Для його вирішення перш за все необхідні зміна екологічної стратегії й тактики, всієї екологічної моделі, організація всебічної екологічної освіти, виховання екологічної свідомості всього населення Землі.

1.1. Важливість екологічної освіти

Захист природи Землі - справа всього людства і разом з тим - кожної людини окремо. Наразі навчання і виховання молоді в дусі бережливого ставлення до природи має стати невід'ємним компонентом навчального процесу: час екологічно неосвічених людей минув. Сама школа має дати учням первісну екологічну освіту. Вони повинні добре знати закони природи, розуміти взаємозв'язок між природними явищами, вміти передбачити і оцінювати наслідки втручання в перебіг природних процесів, тобто в учнів має бути сформований екологічний світогляд.

Велика роль в екологічному навчанні і вихованні учнів належить природничим наукам, зокрема фізиці, яка створює наукову основу сучасної техніки і пояснює причини погіршення умов існування живої природи, передбачає можливості та шляхи розв'язування багатьох природоохоронних проблем.

Процес екологічного навчання і виховання починається з вивчення фізики в 7 – 9 класах і особливого значення набуває в 10 – 11 класах, коли в учнів має сформуватися уявлення про природу як цілісну систему. Тому, здійснюючи екологічну освіту, слід дотримуватись таких основних принципів відбору екологічної інформації:

1. Матеріал екологічної спрямованості має бути органічно пов'язаний з програмою вивчення фізики.

2. Зміст екологічної інформації має відповідати віковим особливостям розвитку учнів і рівню спрямованості їхніх фізичних знань, забезпеченню міжпредметних зв'язків.

3. Екологічні повідомлення мають бути значущими для кожного учня.

4. Зміст екологічної інформації має забезпечувати повноцінний розвиток мотиваційної сфери природоохоронної діяльності учнів і висвітлювати

патріотичні, пізнавальні, санітарно-гігієнічні, гуманістичні, економічні та естетичні аспекти екологічних проблем.

5. Екологічний матеріал передбачає взаємозв'язок з краєзнавчим, національним і глобальним підходами до розкриття екологічних проблем.

6. Обсяг екологічної інформації має бути достатнім для висвітлення основних екологічних проблем:

- забруднення атмосфери, гідросфери і літосфери;
- пошук засобів захисту навколишнього середовища від забруднення;
- раціональне використання природних ресурсів (корисні копалини, прісна вода, не відновлювальні джерела енергії, харчові ресурси);
- використання нетрадиційних джерел енергії (сонячного випромінювання, внутрішньої енергії Землі та вітру).

Перед вчителем фізики стоять важливі дидактичні завдання:

- озброїти учнів знаннями, практичними вміннями та навичками природокористування, розвивати здатність оцінювати стан навколишнього середовища ;
- дати фізичне пояснення діяльності людини при розв'язуванні екологічних проблем;
- розкрити політехнічну спрямованість екологічної освіти; дати знання про характеристику середовища за нормою і при забрудненні (шумовий фон, радіація, гравітація, тощо);
- розкрити наукові основи народногосподарських проблем захисту навколишнього середовища від забруднення;
- формувати духовну потребу учнів у спілкуванні з природою, виховувати нетерпиме ставлення до вчинків людей, які завдають їй шкоди.

Вчитель повинен зосередити увагу учнів на тому, як вміти правильно поводитись в конкретній ситуації, щоб дотримуватись правил витрачання води, газу, енергії, того, що є основою для життя людей і тварин. Значну роль в охороні живої природи має культура поведінки кожного.

1.2. Питання екології на уроках фізики.

Молекулярна фізика і термодинаміка

Розповідаючи учням про дифузію, необхідно звернути їх увагу на те, що за рахунок дифузії різні газові відходи металургійних, хімічних і енергетичних виробництв не залишаються на місці їх викиду, а поширюються поступово по всій атмосфері, забруднюючи її. Відходи, наприклад, мартенівської печі, що викидаються за годину в повітря, містять 1,5 т заліза. На нікелевих заводах труби електроплавильних цехів викидають гази, що складаються на $\frac{3}{4}$ з металів. Крім того, мільйони автомобілів викидають за день сотні тон чадного газу, який дуже небезпечний (тому, що 0,1 мг його достатньо для того, щоб людина втратила свідомість), все це призводить до того, що великі міста окутані імлою. Бідую багатьох промислових міст у світі став смог – їдка суміш диму і туману. Жертвами Лондонського смогу у 1952 році стали 4000 людей. Сто днів у році Лос-Анджелес окутаний смогом. За повідомленнями американських органів охорони здоров'я, дихати нью-йоркським повітрям – це те саме, що викурити щоденно пачку цигарок.

Забруднюють атмосферу і діючі вулкани. При сильному виверженні одного вулкану викидається до 75 млн. метрів кубічних дрібних частинок, які потім випадають на землю протягом декількох літ.

Інше явище у природі, при якому атмосфера отруюється великою кількістю диму – лісові пожежі. Щорічно реєструється сотні тисяч лісових пожеж, при яких вигоряє десятки мільйонів гектарів лісу. Необхідно вказати, що основна маса пожеж відбувається не від блискавок, а основною причиною їх є необережне поводження з вогнем під час перебування людей на природі.

В Україні велика увага приділяється будівництву у великих містах цілих комплексів мокрої газової очистки, до складу яких входять: установка очистки газів від шкідливих домішок,

відділення очищення стічних вод, насосна станція, зливно накопичувач, склад відходів, водонапірні і каналізаційні мережі, енергогосподарства.

Розповідаючи учням про різні види палива, необхідно вказати на те, що їх запаси не нескінченні, що необхідно їх раціонально видобувати і використовувати. За підрахунками запасів так званих традиційних енергомістких джерел енергії людству вистачить на 200-250 років. Тут же звертається увага учнів на небезпеку, що пов'язана з викидом такої цінної енергетичної сировини, як нафта, в моря і океани. Вже зараз викиди досягають 15 млн. тон – це нафта вилита при її добуванні з дна морів і океанів, при аваріях танкерів, викиди дизельного палива з суден і т. д.

Бурхливий ріст промисловості спричинив зміну температурних умов на землі. В повітря разом з відпрацьованою парою і газом окремі підприємства і установки «скидають» частину теплоти. Приблизно за рік це складає 29×10^{18} Дж, що взагалі небагато – 0,01% від всієї теплоти, яку одержує Земля від Сонця. Але оскільки темпи споживання енергії ростуть, то це може спричинити істотні зміни теплового балансу, а значить і зміну клімату. Крім того діють і інші фактори. Так перегрівання викликає парниковий ефект, що полягає в тому, що молекули водяної пари і вуглекислого газу, що містяться у повітрі, пропускають короткохвильове випромінювання Сонця (ультрафіолетові промені) але поглинають приблизно 78% довгохвильового випромінювання (інфрачервоні промені) Землі. Вчені встановили, якщо температура повітря підвищиться на 3 – 4 градуси, то відбудеться танення льоду біля полюсів Землі.

Діяльність людини викликає різні зміни в природі: деякі з них приводять до потепління, інші – до похолодання. Крім того, кожен рік рослини поглинають з повітря 160 млрд. тон вуглекислого газу, а ще 100 млрд. тон вуглекислого газу розчиняється у водах океану.

Агрегатні стани речовини.

При вивченні питання «Вологість повітря» доцільно розповісти про роль зелених насаджень в житті людини. Міські жителі відірвані від природи. Міські парки, сквери, бульвари наближають нас до природи, а також виконують важливу роль охорони здоров'я. Зелені насадження благотворно впливають на мікроклімат населених пунктів: температуру повітря, його вологість, силу вітру, інтенсивність сонячної радіації, температуру ґрунту. Влітку під деревами прохолодно, а зимою тепліше, ніж на відкритому місці. Вдень на 12–14% вологість вища, ніж на відкритій території, а вночі, навпаки, відносна вологість нижча. Підвищена вологість вдень пояснюється підсиленням випаровуванням вологи з поверхні листків. Різниця температур в зеленому масиві і на відкритій місцевості сприяє виникненню повітряних потоків, що сприяють мікроклімату сусідніх територій. Зелені насадження благотворно впливають на стан душі людини, її настроїв і емоцій. Особливу увагу учнів слід звернути на найбільш поширене дерево у місті – тополю. Це найкращий міський санітар, чемпіон серед дерев щодо очищення повітря від вуглекислого газу, пилу і сажі. На цій оздоровчій роботі одна тополя може замінити три липи, чотири сосни, сім ялинок. Кожне дерево, як фонтан-невидимка, в спеку випаровує воду. Крім того листя тополі виділяє фітонциди та ефірні масла. В бесіді з учнями необхідно нагадати їм про правила поведінки під час прогулянок на природі: не ламати на своєму шляху гілок дерев і самих дерев, кущів, не залишати сміття, не руйнувати мурашники і пташині гнізда, не розпалювати багаття в недозволених місцях. При вивченні цієї теми можна декілька хвилин виділити на питання захисту атмосфери Землі, зауважити, що в державі введено спеціальний закон «Про охорону навколишнього повітря».

При вивченні питання «Властивості рідин» необхідно нагадати учням про найбільш поширену рідину на земній кулі, еліксир життя на Землі – воду. У вік науково-технічної

революції, вода, як і повітря, дуже сильно страждає від різного роду забруднень. Це викиди різного роду підприємств: металургійних, хімічних, теплоенергетичних, харчових та ін.. В кожній державі встановлені певні вимоги до спуску стічних вод у водойми, що регламентуються певними правилами і діють нормативи якості води для пиття і побутового використання.

Розповідаючи учням про капілярні явища можна познайомити їх з методом підвищення продуктивності пасовищ на напівпустинному півдні США: коли пасовище засівають кормовими травами, спеціальна машина зрізує і корчує кущі, яких там багато, здрібнює їх і розкидає їх по всьому пасовищі. Ковдра із кущів поглинає, як губка, дощову воду, яка потім поступово просочується в ґрунт. Так вдається створити запас вологи у 8 разів більший, ніж звичайний. Продуктивність таких пасовищ зростає у 5 разів.

Теплові явища.

Однією з важливих фізичних властивостей усіх речовин на землі є їх питома теплоємність. Вона характеризує також основні середовища існування живих істот і організмів. При цьому особливий інтерес викликає вода. Маючи найбільшу серед рідин і твердих тіл питому теплоємність, вона є ідеальною рідиною для утримання теплової рівноваги організмів. Кліматичне значення питомої теплоємності води важко переоцінити. Великим значенням питомої теплоємності води пояснюється те, що вода є головним акумулятором сонячної енергії і розподільником її на планеті. Вплив гідросфери на клімат планети надзвичайно великий.

Екологічна цінність даної теми обумовлена ще й тим, що в процесі її вивчення можна ознайомити учнів з одним із невичерпних енергетичних ресурсів, яким на сьогодні вважається геотермальне тепло. Його запаси в земній корі до глибини 10 км приблизно становлять $12,6 \times 10^{26}$ Дж, що еквівалентно запасам тепла у вугіллі масою $4,6 \times 10^{16}$ т. Це в

70 000 разів перевищує кількість тепла, яке виділяється при згорянні всього добутого в світі вугілля. Найкращим носієм тепла з глибин земної кулі на поверхню є вода.

Засвоєння учнями механізму випаровування і конденсації дає змогу їм зрозуміти причини забруднення повітряного океану вуглеводневими сполуками, які потрапляють до нього з поверхні рідин (бензин, гас та інші нафтопродукти). Властивості цих речовин такі, що втрати на випаровування під час їх зберігання неминучі. За затвердженими нормами втрати від випаровування бензину можуть становити до 2,8 % від його загальної кількості. Практичні ж витрати його значно більші. При нещільно закритій горловині з резервуара ємність 5м³ тільки за один місяць випаровується близько 3000 кг бензину при нормі 450 кг на рік. Боротьба з витратами – це не тільки боротьба за економію нафтопродуктів, а й боротьба за чистоту повітря, яким ми дихаємо.

Цікавою для учнів буде і інформація про те, що у відпрацьованих газах двигуна внутрішнього згорання міститься понад 170 різних шкідливих компонентів: 160 з них зумовлено неповним згоранням пального в двигуні. Всього на рух автомобіля витрачається 20% енергії палива, а 80% «вилітає в трубу». До незгорілих газів, які утворюються під час роботи двигуна, відноситься оксид вуглецю. Під час зниження швидкості ця частка зростає до 3,9%, а на малому ході – до 6,9%. У ТЕС, де використовуються парові турбіни, склад викидів у атмосферу істотно залежить від виду палива. При спалюванні твердого палива в повітряний океан потрапляє зола, сполуки сірки, оксиди азоту, деякі фтористі сполуки тощо.

При спалюванні рідких видів палива до атмосфери потрапляють, крім вищезазначених викидів, також сполуки ванадію, солі натрію. При спалюванні природного газу найбільшим забруднювачем атмосфери є оксиди азоту, однак їх кількість на 20 % менша, ніж при спалюванні вугілля.

Механічні коливання і хвилі.

В цій темі учням доцільно нагадати і ще один фактор зовнішнього середовища, що викликає серйозну тривогу – шум.

У комплексі проблем сучасного міста велике значення має проблема шуму. Його інтенсивність у розвинених країнах щорічно збільшується на 0,5–1дБ, і це є однією з причин, яка веде до захворювань. Рівні шуму на міських вулицях досягають 85-87дБ і зумовлюють значну зашумленість території, що прилягають до магістралей.

Сектор дії шуму на організм дуже багатогранний . Крім вибіркової негативної дії шуму на органи слуху, він викликає загальні зміни в цілому організмі. Негативна тривала дія шуму викликає шумову хворобу з явищами зрушень у функціональному стані центральної нервової системи. При цьому порушується динаміка процесів збудження в корі головного мозку, спостерігаються фазові зміни умовно-рефлекторної діяльності, сповільнення психічних реакцій при вирішенні тестових завдань, зниження працездатності, слуху, позбавлення уваги, врешті виникнення неврозу. Суб'єктивні відчуття зводяться до роздратованості, швидкої втомленості, порушення концентрації уваги, болю в ділянці серця та підвищенню тиску крові.

Відомий негативний вплив шуму на серцево-судинну систему. Частота захворювань цієї системи у людей, що живуть у районах з підвищеним рівнем шуму, у кілька разів вища, а ішемічна хвороба серця у них зустрічається у три рази частіше. Крім того, високий рівень шуму сприяє підвищенню захворюваності населення на гіпертонічну і гіпотонічну хворобу, гастрит, виразкову хворобу шлунку, хвороби залоз внутрішньої секреції і обміну.

До негативних фізичних факторів належить також вібрація. При дії локальної вібрації значної інтенсивності порушується регуляція тонуусу периферичних кровоносних судин, що спричиняє порушення вазомоторної координації і

вегетативний поліневрит. Дія загальної вібрації порушує нормальну функцію кори великого мозку. Шум – одна з форм фізичного (хвильового) забруднення навколишнього середовища. Під шумом розуміють усі неприємні та небажані звуки чи їхню сукупність, які заважають нормально працювати, сприймати інформаційні звукові сигнали, відпочивати. Він виникає внаслідок стиснення і розрідження повітряних мас, тобто коливних змін тиску повітря. Розрізняють шум постійний, непостійний, коливний, переривчастий, імпульсний. Загалом шум – це хаотичне нагромадження звуків різної частоти, висоти, тривалості, які виходять за межі звукового комфорту. Нині добре відомо, що шуми шкідливо впливають на здоров'я людей, знижують їхню працездатність, викликають захворювання органів слуху (глухоту), ендокринної, нервової, серцево-судинної систем (гіпертонія). Фізіолого-біологічна адаптація людини до шуму практично неможлива, тому регулювання і обмеження шумового забруднення довкілля – важливий і обов'язків захід.

Відповідний звуковий ландшафт існував на Землі завжди і людина використовувала властивості середовища як провідника, носія звуків. Життя людини в абсолютній тиші не можливе.

Одиницею вимірювання шуму є Бел – відношення діючого значення звукового тиску до мінімального значення, котре сприймається вухом людини. На практиці використовується десята частина цієї фізичної одиниці – децибел (дБ).

Джерелами шумів є всі види транспорту, промислові об'єкти, гучномовні пристрої, ліфти, телевізори, радіоприймачі, музичні інструменти, юрби людей і окремі особи.

Інтенсивність шуму різних джерел (дБ):

<i>Джерело шуму</i>	<i>Рівень шуму (дБ)</i>
Зимовий ліс за тихої погоди	0
Шепіт	20
Сільська місцевість	30
Читальня	40

Машбюро	65
Салон автомобіля	70
Відбійний молоток	90
Важкий самоскид	100
Оркестр поп-музики	110
Блискавка	130
Реактивний літак на віддалі 25м	140
Старт космічної ракети	150

Здавна відомий благодійний вплив на організм людини шумів природного середовища (шум річки, дощу, листя та ін.). Статистика свідчить, що люди, які працюють у лісі, поблизу річки, на морі, рідше, ніж мешканці міст, хворіють нервовими та серцево-судинними хворобами. Доведено, що шелест листя, спів птахів, дзюрчання струмка, звуки дощу оздоровче впливають на нервову систему. Під впливом звукових хвиль водоспаду посилюється робота м'язів.

Позитивний вплив гармонійної спокійної музики був відомий з давніх-давен. Це й поширені у всьому світі колисанки – тихі, ніжні монотонні наспіви, і зцілення нервових хвороб заспокійливим дзюркотіння струмкової води, лагідним шумом морських хвиль або пташиним співом.

Давно відома також негативна дія звуку. Одним з середньовічних покарань було жорстоке вбивство звуками від ударів могутнього дзвона, коли приречений помирає у страшних муках від нестерпного болю в вухах.

Сто років тому рівень шуму на центральних магістралях великих міст не перевищував 60 дБ. Нині у великих містах є райони де він перевищує 70 дБ (санітарна норма для нічного часу – 40 дБ). 60 – 80 % міського шуму генерує автотранспорт.

На пристосування до міського шуму організм людини витрачає велику кількість енергії, перенапружується нервова система, виникають втома, нервовий і психічний розлади.

Особливо важко переносяться раптові різкі високочастотні звуки. При рівні шуму понад 80 дБ послаблюється слух, виникають нервово-психічні захворювання, виразка шлунку,

гіпертонія, підвищується агресивність. Дуже сильний шум (понад 110 дБ) призводить до так званого шумового сп'яніння, а – потім до руйнування тканин тіла, перш за все – слухового апарату. Жінки більш чутливі до дії сильного шуму, і у них за умов звукового дискомфорту виникають ознаки неврастенії.

Шум шкідливий не лише для людини. Встановлено, що рослини під впливом шуму повільніше ростуть, у них спостерігається надмірне (навіть повне, що призводить до загибелі) виділення вологи через листя, можливі порушення клітин. Гинуть листя і квіти рослин, що розміщені біля гучномовця.

Аналогічно діє шум і на тварин. Від шуму реактивного літака гинуть личинки бджіл, самі вони втрачають здатність орієнтуватися, в пташиних гніздах дає тріщини шкарлупа яєць. Від шуму знижуються надої, приріст у вазі свиней, несучість курей. Хворобливо переносять шум риби, особливо в період нересту.

За сучасних умов боротьба з шумом є технічно складною, комплексною, дорогою. Важливо знижувати шум у джерелі його виникнення, створюючи безшумні або мал шумні машини і технологічні процеси, транспортне і промислове устаткування, починаючи ще з стадії проектування.

При цьому розраховується очікувана величина шуму, розробляються заходи щодо зниження шуму до допустимого рівня.

Гігієністи вважають верхньою межею шуму для лікарень і санаторіїв 35дБ, для квартир і навчальних приміщень-40 дБ, стадіонів і вокзалів-60 дБ.

Розрізняють два види нормування робочого шуму: санітарно-гігієнічне і технічне. Перше регулює рівень шуму з огляду його дії на організм людини. Норматив житлово-побутового шуму – 40 дБ вдень, 30дБ – вночі. Технічне нормування стандартизує існуючі або очікувані шумові характеристики устаткування об'єкта. Друге повинно

забезпечити вимоги першого. Вухо людини звукові хвилі частотою нижче 16 Гц сприймає не як звук, а як вібрацію. Вібрації – це тремтіння або струси всього тіла чи окремих його частин під час різних робіт (бетоноукладання, пневматичного електроподрібнення порід чи шляхового покриття, роботи в шахтах з відбійним молотком, розпилювання матеріалів, тощо). Тривалі вібрації завдають велику шкоду здоров'ю – від сильної втоми й не дуже значних змін багатьох функцій організму до струсу мозку, розриву тканин, порушення серцевої діяльності, нервової системи, деформації м'язів і клітин, порушення чутливості шкіри, кровообігу, тощо.

Встановлено гранично допустимі величини вібрації. Вони визначені із розрахунку, що, систематично діючи протягом 8-годинного робочого дня, вібрація не викликає у робітника захворювань або відхилень у стані здоров'я протягом усього періоду його виробничої діяльності.

Соціальний характер проблеми забруднення навколишнього середовища шумом і визначає те, що боротьба з ним – завдання не тільки технічне, а й суспільне. У проблемі взаємодії людського суспільства і природи важливе місце посідає свідомо й активна боротьба з шумовим забрудненням довкілля.

Коливання більшої частоти за звук називають ультразвуком, меншої – інфразвуком. Як показали дослідження, нечутні звуки також можуть зробити шкідливий вплив на здоров'я людини. Так, інфразвук робить особливий вплив на психічну сферу людини: погіршуються усі види інтелектуальної діяльності, погіршується настрій, іноді з'являється відчуття розгубленості, тривоги, переляку, страху, а при високій інтенсивності – почуття слабкості, як після сильного нервового потрясіння. Навіть слабкі інфразвуки можуть робити на людину істотний вплив, особливо, якщо вони носять тривалий характер. На думку вчених, саме інфразвуками, що нечутно проникають крізь самі

товсті стіни, викликаються багато нервових хвороб жителів великих міст.

Жителі півночі нерідко спостерігають надзвичайний феномен. Зимою, під час довгої полярної ночі, коли виникає північне сяйво, деякі люди впадають у дивний стан. Вони ніби зовсім відмежовані від навколишнього світу, збуджено розмовляють з невидимими співрозмовниками, хитаються в такт з музикою, яку чують лише вони. Трапляється, що такі люди йдуть із дому. Коли приходять до тями, то згадують, що чули казкові звуки і підкорялися Полярній зорі, яка кликала їх у давню землю предків. Науковці пояснюють цей феномен так: полярні сяйва супроводжуються інфразвуком. Його людина не сприймає на слух, але мозок і серцево-судинна система людини сприймають звучання в інфразвуковому діапазоні. Наслідки для організму можуть бути непередбаченими.

Географам відомі випадки, коли моряки без будь-якої причини, охоплені страхом, кидалися за борт корабля, а іноді гинули у страшних муках – усім відомий міф про «летючого голландця» - корабель без команди. Тільки в наш час стало можливим пояснити можливу причину загибелі команд кораблів. Під час шторму від завихрення вітру на гребенях морських хвиль виникають інфразвукові хвилі, які отримали назву «голосу моря». Якщо люди потрапляють у простір, де є інфразвукові хвилі з частотою близько 6 Гц, то виникає явище резонансу, різко зростає амплітуда коливань серцево-судинної системи, оскільки її власна частота 6-7 Гц, відбувається розрив артерій. Якщо інфразвукові коливання протилежні за фазою, то кровообіг гальмується і серце може зупинитися. Інфразвукові хвилі, що виникають у районі шторму і названі «голосом моря», вперше були виявлені у 1936 році. «Голос моря» дуже добре сприймають медузи, деякі риби. Тому вони ще до приходу шторму йдуть у безпечне місце.

Потужні інфразвуки можуть руйнувати будинки, заводи, мости та інші споруди завдяки явищу резонансу. Так, інфразвук з частотою 0,6 Гц, що створюється сильним вітром, примушує резонувати споруди, що знаходяться одна від одної на відстані декількох десятків метрів. Деякі вчені вважають, що інфразвук можна вважати як нову зброю знищення не тільки людей, але й військових і цивільних об'єктів.

Ультразвуки, що займають помітне місце в гамі виробничих шумів, також небезпечні. Механізми їхньої дії на живі організми вкрай різноманітні.

Ультразвук впливає на всі живі організми. Під дією ультразвуку відбувається руйнування бактерій і вірусів, кров'яних тілець – еритроцитів і лейкоцитів. Рибки спливають на поверхню води і перевертаються. Тварини стають неспокійними і втрачають рухливість. У різі великої інтенсивності ультразвуку в риб у різних місцях виникають кровотечі. Великі дози ультразвуку негативно діють і на людину – викликають головний біль, розлад серцевого ритму, можуть навіть спричинити відшарування сітківки ока. Особливо сильно їхньому негативному впливу піддаються клітини нервової системи.

Електромагнітні коливання і хвилі.

При вивченні цієї теми повідомляємо учням, що є природні електромагнітні поля. Але науково-технічний прогрес неможливий без росту енергоозброєності, що веде, в свою чергу, до збільшення впливу електромагнітного поля на все навколишнє, тому людина заповнила навколишній простір штучними електромагнітними полями – радіохвилями від теле- і радіопередач, випромінюванням промислових установок. Середній рівень штучного радіофону в теперішній час в 10-100 разів вищий за природній.

Через різке збільшення останніми роками кількості різних джерел електромагнітних полів (ЕМП) техногенного характеру посилився негативний вплив ЕМП на людину.

Людина і довкілля перебувають під постійним впливом електромагнітних полів, які створюються природними і техногенними джерелами електромагнітного випромінювання. Якщо електромагнітні поля природних джерел, таких як Космос, Галактика, Сонце тощо, є постійними природними характеристиками середовищами проживання людини, то електромагнітні поля, створювані техногенними джерелами, які використовуються, як у побуті, так і з економічною, військовою метою, як правило, або побічно, або прямо негативно впливають на людину, а також можуть за певних умов порушувати нормальне функціонування деяких об'єктів і систем інфраструктури. Більшість населення в індустріально розвинених країнах фактично живе під впливом штучних електромагнітних полів. Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) офіційно введений термін «електромагнітне забруднення середовища», які склалися на Землі внаслідок впливу електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на людину і всі елементи біосфери.

Техногенні джерела електромагнітного поля можна розподілити на дві групи. До першої належать високовольні лінії електропередач (ЛЕП), побутова техніка (праски, холодильники, електричні пральні машини, дрилі, насоси, міксери), офісна електро- та електронна техніка (ксерокси, факси), електромережі житлових та адміністративних будівель, електротранспорт.

Негативний вплив електричних мереж у житлових та адміністративних будівлях зумовлено тим, що людина постійно перебуває у приміщенні поблизу електропроводки, у тому числі й прокладеної не екрановано. Крім цього, наявність заліза в містких конструкціях і комунікаціях у більшості житлових будівель створює ефект «екранованої кімнати», що підсилює електромагнітний ефект при розміщенні в них великої кількості різних джерел випромінювання, у тому числі і мереж електропроводки.

Електротранспорт також є потужним джерелом електромагнітного поля в діапазоні частот від 0 до 100 Гц.

До другої групи техногенних джерел ЕМП належать передавальні теле- і радіоцентри, системи стільникового зв'язку (мобільні засоби зв'язку), радіолокаційні станції (РЛС), СВЧ-печі, відео дисплейні термінали (ВДТ) та персональні ЕОМ. Породжувані рентгенівське, ультрафіолетове, видиме, інфрачервоне, низькочастотне, середніх частот, високочастотне випромінювання створюють ЕМВ достатньо високої інтенсивності, які мають негативні наслідки для користувача.

У цілому всі джерела ЕМВ як природного, так і техногенного характеру, комплексно створюють електромагнітний фон, який, як правило, у міських умовах досягає максимуму приблизно в період від 10 до 22 години, причому найбільший діапазон зміни електромагнітного фону протягом доби припадає на зимову пору, а найменший - на літо.

Організм людини сприймає як зміни природного геомагнітного поля («магнітні бурі», які особливо гостро відчувають «метеочутливі» люди), так і вплив ЕМВ від численних і різноманітних техногенних джерел. Організм реагує як на збільшення, так і на зменшення електромагнітних випромінювань, у деяких випадках призводячи до вираження змін у стані здоров'я і до генетичних наслідків. Комплексний вплив відбувається в основному на життєво важливих системах організму. Це перш за все нервова, імунна, ендокринна та репродуктивна системи.

Джерела ЕМП можуть бути також військового характеру (електромагнітна зброя без руйнування об'єктів інфраструктури). Вплив на людей радіочастотної зброї в умовах ведення бойових дій може виражатися у руйнуванні живих клітин, у порушенні біологічних та фізіологічних процесів в організмі.

Захист від електромагнітних випромінювань у побутових умовах:

1. Збільшуючи дистанцію від джерела випромінювання у два рази, зменшується інтенсивність випромінювання у чотири рази.

2. Електроприлади, телевізор, комп'ютер не повинні бути у спальні: вони заряджаються електростатикою і тримають заряд 24 години.

3. Не допускати, щоб електрошнури були дуже довгими – скручуючись у клубки, вони утворюють сильне магнітне поле.

4. Заземлення електроприладу різко зменшує електромагнітне навантаження у приміщенні, трьох жильна проводка під штукатуркою більш безпечна, ніж двох жильна.

5. Під час роботи приладів якомога менше перебувати поряд з ними, лише зрідка контролюючи їх.

6. При користуванні побутовими електроприладами необхідно уважно ознайомитися з інструкцією і суворо дотримуватися усі рекомендації.

Радіоактивність.

Терміни «радіоактивність», «радіоактивні речовини», «радіоізотопи», «радіація», «ядерна радіація», «ядерні випромінювання» останнім часом зайняли чільне місце як у специфічних виданнях, так і в масовій свідомості. Незважаючи на те, що саме явище радіоактивності відоме людству уже понад століття (радіоактивність була відкрита французьким фізиком А. Беккерелем у 1896 р.), широкого розповсюдження використання цих понять набуло у другій половині минулого століття, після успішних спроб практичного використання енергії ядра – спочатку у вигляді ядерної зброї, а пізніше – і як джерела енергії для задоволення енергетичних проблем людства.

Радіоактивні випромінювання, незважаючи на їхнє величезне значення, є одним з видів іонізуючих випромінювань, які негативно впливають на здоров'я людини і навколишнє середовище. Радіонукліди утворюють

випромінювання в момент перетворення одних атомних ядер в інші. Вони характеризуються періодом напіврозпаду (від секунди до мільйонів років), активністю (числом радіоактивних перетворень за одиницю часу), що характеризує їх іонізуючу спроможність. Міра дії іонізуючого випромінювання в будь якому середовищі залежить від енергії випромінювання й оцінюється дозою іонізуючого випромінювання. Поглинута доза характеризує енергію іонізуючого випромінювання, що поглинається одиницею маси опроміненої речовини. Вона вимірюється в Гр (греях) – $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$. Застосовується і позасистемна одиниця рад ($1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$).

Доза, яку одержує людина, залежить від виду випромінювання, енергії, щільності потоку і тривалості впливу. Проте, поглинута доза іонізуючого випромінювання не враховує того, що вплив на біологічний об'єкт однієї і тієї ж дози різних видів випромінювання неоднаковий.

Як правило, існує взаємозв'язок між рівнем розвитку організму й чутливістю до іонізуючого опромінення. Так, багатоклітинні організми більш чутливі, ніж одноклітинні: найбільшу сприйнятливість мають ссавці.

Поглинені дози, які призводять до загибелі половини популяції, для різних організмів мають такі значення:

<i>Види організмів</i>	<i>Доза опромінення, Гр</i>
Віруси	62 – 4600
Бактерії	17 – 3500
Найпростіші	100 – 3500
Водорості, лишайники	300 – 17000
Покритонасінні	10 – 1500
Голонасінні	4 – 150
Комахи	580 – 2000
Молюски	120 – 200
Рептилії	15 – 500
Риби	6 – 55
Птахи	6 – 14

Гризуни	8 – 15
Велика рогата худоба	1,5 – 2,7
Людина	2,5 – 3,0.

Причини різної чутливості організмів до іонізуючого опромінення досконало ще не вивчено. Низьку чутливість комах і ракоподібних намагаються пояснити підвищеним вмістом в них сполук, які мають радіопротекторні властивості: у комах це каталаза, що розщеплює перекиси, а у ракоподібних – амінокислоти, аміни і поліпептиди, що беруть участь у регуляції осмотичного тиску. Чутливість ссавців до опромінення залежить від індивідуальних особливостей організмів і умов їхньої життєдіяльності. Найбільш чутливими до дії радіації є ембріони і немовлята, клітини яких мають високу активність росту. Підвищеною є також радіочутливість у старих особин, оскільки у них погіршуються процеси відновлення.

Ефект дії радіації залежить також і від того, які саме тканини і органи зазнали опромінення. Всі органи і частини тіла теплокровних тварин і людини за своєю радіочутливістю поділяють на окремі групи.

Залежність ураження від поглинутої дози:

<i>Поглинена доза, Гр</i>	<i>Наслідки</i>	<i>Прояв</i>
менше 0,1	Спадкові порушення(генетичні ефекти), які різко виникають	У потомстві
0,1 – 1,0	Віддалені наслідки (соматичні ефекти)	Через кілька років
1,0 – 2,0	Легка форма променевої хвороби, ослаблений імунітет	Через кілька місяців
2,0 – 3,0	Гостра форма променевої хвороби	Через 1 – 2 місяці
3,0 – 10,0	Середня форма променевої хвороби, що переходить у важку. Ураження кісткового мозку	Через 12 – 30 діб
10,0 – 50,0	Кишкова форма променевої хвороби	Через 7 – 10 діб
50 – 100	Токсична форма променевої хвороби	Через 4 – 8 діб
понад 100	Церебральна форма променевої хвороби.	Кілька годин

Вплив радіоактивного випромінювання на організм людини можна уявити у дуже спрощеному вигляді таким чином. Припустімо, що в організмі людини відбувається нормальний процес травлення, їжа, що надходить розкладається на більш прості сполуки, які потім надходять через мембрану усередину кожної клітини і будуть використані як будівельний матеріал для відтворення собі подібних, для відшкодування енергетичних витрат на транспортування речовин і їхню переробку. Під час потрапляння випромінювання на мембрану відразу ж порушуються молекулярні зв'язки, атоми перетворюються в іони. Крізь зруйновану мембрану в клітину починають надходити сторонні (токсичні) речовини, робота її порушується. Якщо доза опромінення невелика, відбувається рекомбінація електронів, тобто повернення їх на свої місця. Молекулярні зв'язки відновлюються і клітина продовжує виконувати свої функції. Якщо ж доза опромінення висока або дуже багато разів повторюється, то електрони не встигають рекомбінувати, молекулярні зв'язки не відновлюються, виходить з ладу велика кількість клітин, робота органів розладнується, нормальна життєдіяльність організму стає неможливою.

Також необхідно відзначити деякі особливості дії іонізуючого випромінювання на організм людини:

- органи чуття не реагують на випромінювання;
- малі дози випромінювання можуть підсумовуватися і накопичуватися в організмі (кумулятивний ефект);
- випромінювання діє не тільки на даний живий організм, але і на його спадкоємців (генетичний ефект);
- різні організми мають різну чутливість до випромінювання.

Найсильнішого впливу зазнають клітини кісткового мозку, щитовидна залоза, легені, внутрішні органи, тобто органи, клітини яких мають високий рівень поділу. При одній і тій самій дозі опромінення у дітей вражається більше клітин, ніж

у дорослих, тому у дітей всі клітини перебувають у стадії поділу.

Небезпека різних радіоактивних елементів для людини визначається спроможністю організму їх поглинати і накопичувати.

Захисні заходи, що дозволяють забезпечити умови радіаційної безпеки ґрунтуються на знанні законів поширення іонізуючого випромінювання і характеру їхньої взаємодії з речовиною. Головні з них такі:

- доза опромінення пропорційна інтенсивності випромінювання і часу впливу;
- інтенсивність випромінювання від точкового джерела пропорційна кількості квантів або часток, що виникають у ньому за одиницю часу, і обернено пропорційна квадрату відстані;
- інтенсивність випромінювання може бути зменшена за допомогою екранів.

З цих закономірностей випливають основні принципи забезпечення радіаційної безпеки:

- 1) зменшення потужності джерел випромінювання до мінімальних («захист кількістю»);
- 2) скорочення часу роботи з джерелом («захист часом»);
- 3) збільшення відстані від джерела до людей («захист відстанню»);
- 4) екранування джерел випромінювання матеріалами, що поглинають іонізуюче випромінювання («захист екраном»).

Світло.

Світло – це електромагнітна хвиля. Люди далеко не байдужі які кольори їх оточують. Вивчення світлової гамми дало змогу встановити, що за біологічною активністю кольори розташовані у тому самому порядку, як і у спектрі. Червоний і блакитний наче очолюють дві групи кольорів з протилежним психофізіологічним впливом:

- червоний колір має збуджуючий вплив, викликає почуття тепла;
- *оранжевий* – зігріваючий і стимулюючий, викликає душевний підйом;
- *жовтий* – сонячний колір хорошого настрою і веселощів, заспокоює, використовується при лікуванні неврозів;
- *зелений* – заспокоює, створює відчуття свіжості;
- *блакитний* – асоціюється з небом і морем, заспокоює; під його впливом спадає напруження м'язів; застосовується при лікуванні нервових захворювань;
- *синій* – призводить до фізіологічних змін, заспокоює організм, зменшує дихання та знижує артеріальний тиск;
- *фіолетовий* – благотворно впливає на серцево-судинну систему і органи дихання;
- *чорний* – пригнічує, проте дає приємний ефект при контрастних сполученнях.

Вчені дійшли висновку, що кольори першої групи збільшують мускульну напругу, частоту серцевих скорочень, підвищують кров'яний тиск, а також частоту ритму дихання. Ці кольори покращують настрій, збуджують організм, і люди стають уважніші до зовнішнього світу. Друга група – блакитні і сині кольори – сприяє зниженню кров'яного тиску, уповільненню ритму серця і дихання, що веде до пасивності, інертності.

Враховуючи це, можна мобілізувати нервову систему організму, підвищити продуктивність праці до 10 і більше відсотків без шкідливого впливу на здоров'я. Цікавий експеримент провели спеціалісти з університету в Будапешті. Вони ввели групу досліджуваних із зав'язаними очима у кімнату, стіни якої були пофарбовані у яскраво-червоний колір. І пульс у всіх учасників експерименту став частішим. Коли ж ця група потрапила в кімнату з жовтими стінами, пульс нормалізувався; в синій кімнаті став меншим від норми. Висновок очевидний: на частоту пульсу людини впливає

колір, причому незалежно від того, бачить людина його чи ні. Залежність фізичного і психологічного стану людей від кольору стін приміщення, в якому вони знаходяться, може знайти застосування в медицині. Вже тепер зрозуміло, що світло-сині тони благотворно діють на пацієнтів з високою температурою, фіолетовий колір заспокоює вагітних жінок. Стіни кольору охри допомагають знизити кров'яний тиск у гіпертоніків, стіни червоного кольору підвищують апетит хворих, отже цей колір підходить для фарбування стін їдалень.

Як відомо, сонячне світло є основним джерелом енергії на Землі і фактором, що зумовлює на ній певний світловий режим. Екологічно значимими є такі показники світла, як тривалість дії, інтенсивність, якісний склад променистого потоку (спектральний склад). Тварини і рослини дуже чутливі до тривалості сонячного дня.

Характеристикою прямолінійного поширення світла пояснюється утворення тіней, що є основним фактором, який впливає на світловий режим місцевості. По відношенню до світлового режиму як рослини, так і тварини поділяються на групи. У випадку рослин – це світлолюбні і тіньовитривалі рослини. Тварини підрозділяються на денних, сутінкових і нічних.

Рух Землі навколо Сонця і прямолінійне поширення світла зумовлюють закономірні періодичні зміни її освітленості і відповідно – певну тривалість дня і ночі, залежно від пори року. Властивість живих організмів сприймати співвідношення тривалості дня і ночі називають фотоперіодизмом. Залежно від фотоперіодичної реакції рослини поділяються на рослини короткого дня і фотоперіодично-нейтральні рослини. Штучним регулюванням тривалості світлового дня можна прискорювати або сповільнювати розвиток рослин і тварин.

Вивчаючи закони відбивання світла, можна дослідними шляхами з'ясувати характер поведінки променя на межі

поділу двох середовищ. На межі поділу промінь, який проходить крізь прозоре скло, відбивається і заломлюється, а в речовині поглинається. Цю властивість світло зберігає і при падінні на листя. Так, зелене листя в нормальних умовах поглинає 85% сонячної енергії, 7,5% відбиває і 7,5% пропускає. Якщо збільшити кількість падаючого світла на рослини, можна досягти підвищення їх продуктивності. Японські вчені розв'язали це завдання, застосувавши закон відбивання світла. На городніх грядках або під деревами вони запропонували розкидати смужки блискучого поліетилену (обробленого порошком алюмінію), які відбивали сонячні промені, освітлюючи затемнені частини кущів та дерев. Додаткова порція сонячного світла помітно зменшувала захворюваність рослин, кількість шкідників, що ховаються в сутінках. Спеціалісти вважають, що подібне сонячне підживлення дає змогу збільшити вміст цукру в плодах на 30%. Отже, світловий режим – важливий фактор для розвитку рослин, і людина може ним розумно керувати.

Інфрачервоне, ультрафіолетове та рентгенівське проміння.

Властивості ультрафіолетових та інфрачервоних променів зумовлюють багато різних можливостей їх застосування у вирішенні екологічних та природоохоронних проблем.

За словами С. І. Вавилова на Землі все тепле, тому світиться видимими і невидимими променями, світиться і сама людина – кожний квадратний сантиметр людської шкіри безперервно випромінює близько 40 Вт променистої енергії (у вигляді інфрачервоного випромінювання).

Випромінює в космос електромагнітну енергію також і Земля. Надлишок тепла, яке дійшло до неї від Сонця і з глибини надр у вигляді 6 млрд. кВт год. кожної секунди передається в Світовий океан хвилями, довжина яких 8-30 мкм. Але наймогутнішим випромінювачем інфрачервоних променів є Сонце. Понад 70% випромінювання

припадає на його долю. Невидиме світло оточує нас скрізь. Інформація, яку воно приносить, допомагає пізнавати навколишній світ, розкривати незвичайне в явищах природи. Використання енергії інфрачервоних променів на практиці дає змогу поліпшити умови праці, зекономити час, надати матеріалам і виробам нових якостей. Проте, незважаючи на це, більшість агрегатів і технологічних процесів сьогодні ще працюють за застарілими схемами. Наприклад, недовершеність одного сушильного обладнання, серед якого, як і раніше переважають повітряно-конвективні шафи і камери, призводить до великих втрат теплової і електричної енергії.

Одна з головних причин такого стану – незнання основ раціонального використання енергії невидимого світла тими, хто працює з технікою. А ефективність переходу від конвективного до інфрачервоного способу сушіння безумовна. Тільки на одному з заводів запровадження газових інфрачервоних випромінювачів скоротило витрату газу у 2 рази, електроенергії у 8 разів. Проте використання теплової дії інфрачервоних променів не обмежується їх застосуванням. Так, для визначення концентрації речовин, що забруднюють атмосферу, використовуються інфрачервоні газоаналізatori. Для виявлення лісових пожеж застосовують фотографування в інфрачервоних променях. Завдяки їх властивості мало поглинатися димом, можна точно визначити місце початку пожежі.

Не обійтися без цих невидимих променів і в медицині, де широко застосовується інфрачервона термометрія. З дослідної ділянки тіла пацієнта скануванням знімається його теплова карта, на якій температура фіксується з точністю до 0,1°C. Відомо, що у здорових людей температура симетричних точок тіла однакова, тому асиметрія на тепловій карті допомагає виявити на ранній стадії тромбів, пухлин або вогнище запалювальних процесів.

Із загальної кількості сонячної енергії, яка досягає поверхні Землі, частка ультрафіолетового випромінювання становить близько 1%. Зміни сонячної ультрафіолетової радіації відразу ж відчуються живою природою. А кількість ультрафіолетової радіації в містах зменшується через задимленість атмосфери в середньому на 15-20 % (взимку – на 30%, влітку – на 5-15%), а в містах з металургійними підприємствами її витрати становлять до 35%. Це негативно впливає на фізіологічний стан людей: підвищує їх стомлюваність, зорову напругу, роздратованість. У зв'язку з цим виникає авітаміноз, зменшується опір організму простудним захворюванням, погіршується обмін речовин, самопочуття і настрої, знижується працездатність. Із зменшенням кількості ультрафіолетової радіації підвищується бактеріальне забруднення повітря.

Ультрафіолетове випромінювання умовно поділяють на дві області: еритемну і бактерицидну. Еритемні промені інтенсивно поглинаються в шарі тканини товщиною близько 1мм. Їх використовують насамперед для лікування поверхневих запалень шкіри і тканин. Бактерицидні промені знайшли широке застосування, крім медицини, у знищенні різноманітних мікроорганізмів.

Перелік різних застосувань ультрафіолетових променів можна продовжити, розповівши про їх використання для знезаражування води. Якщо опромінювати воду ультрафіолетовими променями, мікрофлора, яка знаходиться в ній, гине. Продуктивність такої установки 6 кубометрів води на годину. До того ж воду відразу після бактерицидної процедури можна подавати споживачам. Смак води при цьому не змінюється, на відміну від хлорування.

Однак, якщо в одних випадках ультрафіолетові промені застосовують для знищення мікрофлори, то в інших випадках вони можуть стимулювати ріст мікро водоростей, які здатні очищати стічні води. Прискорюючи процес фотосинтезу,

ультрафіолетові промені збільшують інтенсивність біологічних ставок у 20 разів.

Заслугує на увагу повідомлення про те, що співробітники Торонтського університету в Канаді створили пластмасу, вироби з якої після використання можуть бути знищені ультрафіолетовим опромінюванням. Це перший і дуже важливий крок у розв'язанні проблеми сміття.

Ультрафіолетові промені знайшли також застосування для захисту рослин від шкідливих комах. Робота машини, створеної вченими, ґрунтується на реакції комах на ультрафіолетове випромінювання. Наближаючись до джерела світла, яке випускає ультрафіолетові промені, комахи торкаються ґрат, по яких пропускається електричний струм, і гинуть. За ніч установка може знищити десятки тисяч шкідників.

Звертаючи увагу учнів на руйнівну дію ультрафіолетового випромінювання, слід спинитися на ракових захворюваннях, які можуть бути викликані дією цих променів. Учені вважають, що збільшення меланоми якоюсь мірою пов'язане з поширеною модою на загар. Меланома – швидкоростуча пухлина, внаслідок якої щороку вмирає 5000 американців. Занепокоєння з приводу підвищення захворювань на рак шкіри на всій земній кулі зростає ще в зв'язку з новими даними про загрозу вичерпання озонового шару стратосфери, який затримує ультрафіолетові промені. Зменшенню озону сприяють ядерні вибухи, використання фреонів тощо.

Встановлено, що руйнують озон окиси азоту, розкладаючи його на кисень. Проте, окисів азоту у повітрі дуже мало, вони нестійкі і серйозно не впливають на кількість озону в атмосфері.

Але виявились інші джерела озоноруйнуючих речовин – це діяльність людини. Сучасна промисловість все більшою мірою використовує так звані фреони (CF_4 , CS_2 , CF_2ClBr). Вони широко застосовуються як холодильні агрегати у рефрижераторах і домашніх холодильниках, як аерозольні

розприскувачі в балончиках з фарбою, лаком, парфумами, для очистки напівпровідникових схем.

Сьогодні в світі щорічно випускається кілька мільйонів тон фреонів. Для людини пари фреонів не шкідливі, проте вони надзвичайно стійкі і можуть зберігатися в атмосфері до 80 років. Пари фреонів із висхідними повітряними течіями потрапляють в атмосферу, де під впливом ультрафіолетового випромінювання Сонця їхні молекули розпадаються, витісняючи атоми хлору. Ця речовина діє як дуже сильний каталізатор, розкладаючи молекули озону до кисню. Один атом хлору здатен розкласти 100 тис. молекул озону.

Між урядами країн світу ведуться переговори щодо зменшення випуску фреонів. Сприяє руйнуванню озонового шару й військова діяльність, зокрема запуски балістичних ракет. Їх двигуни викидають в атмосферу багато окислів азоту. Кожен запуск ракети в космос також «пропалює» в озоновому шарі чималу «дірку», яка «затягується» лише через тривалий час.

Слід зазначити, що ультрафіолетові промені випускаються дуже розжареними тілами, наприклад, електродами електричної дуги при електрозварюванні. При попаданні цих променів на шкіру людини можуть викликатися опіки шкіри, при попаданні на очі – запалення слизових оболонок ока або ж і втрата зору.

Рентгенівські промені є електромагнітними хвилями з довжинами у 10-1000 разів меншими, ніж найбільш «жорсткі» ультрафіолетові промені, але вони впливають на живі організми більш згубно, ніж ультрафіолетові промені. Будь-яка доза цих променів шкідлива для тваринного і рослинного світу.

Велика проникна здатність рентгенівських променів вимагає особливої обережності у роботі з ними. Вчені і експерти відзначають необхідність зменшення медичних доз рентгенівського опромінення. Однак ними і тепер користуються досить широко. Навіть у найбільш розвинених

країнах люди дістають високі дози рентгенівського опромінення або через недосконалість апаратури, або через байдужість рентгенологів. А, відомо, що навіть опромінювання плода в череві матері, збільшує ризик розвитку ракової пухлини, 5-7% усіх випадків раку у дітей, зареєстрованих у 50-60 рр. минулого століття, вчені відносять за рахунок рентгенівського опромінення вагітних жінок, яке було запроваджене на той час у медицині.

Проте, рентгенодіагностичні процедури належать до найбільш ефективних методів діагностики захворювань людини. Це визначає подальше зростання застосування рентгенодіагностичних процедур або використання їх у ширших масштабах. Але інтереси безпеки пацієнтів зобов'язують прагнути до максимально можливого зниження рівнів опромінювання, оскільки вплив іонізуючого випромінювання в будь-якій дозі поєднаний з додатковим, відмінним від нуля ризиком виникнення віддалених, стохастичних ефектів. У даний час з метою зниження індивідуальних і колективних доз опромінення населення за рахунок діагностики широко застосовуються організаційні і технічні заходи:

- як виняток необґрунтовані (без доведень) дослідження;
- зміна структури досліджень на користь тих, що дають менше дозове навантаження;
- впровадження нової апаратури, оснащеною сучасною електронною технікою посиленого візуального зображення;
- застосування екранів для захисту ділянок тіла, що підлягають дослідженню тощо.

Ці заходи, проте, не вичерпують проблеми максимальної безпеки пацієнтів і оптимального використання цих діагностичних методів. Система забезпечення радіаційної безпеки пацієнтів може бути повною й ефективною, якщо вона буде доповнена гігієнічними регламентами припустимих доз опромінення.

Розділ II. Розв'язування задач – практичний спосіб формування екологічної компетентності

Серед видів екологічної діяльності, до яких можна залучати учнів у процесі вивчення фізики, важливими для подальшого життя є аналітична, прогностична, оцінювальна та дослідницька. Зважаючи на їх роль у навчанні фізики, залучення школярів до розв'язування задач і виконання завдань аналітичного, прогностичного, оцінювального і дослідницького типу є одним із завдань учителя.

Враховуючи характер фізики як шкільної дисципліни, що передбачає застосування теоретичного і експериментального методів пізнання природи, до дослідницьких завдань з фізики екологічного змісту необхідно включати завдання трьох типів: теоретичного, експериментального та комбінованого.

Зважаючи на багатоаспектність екології як науки, екологічний зміст цих завдань, визначається можливостями встановлення понятійних і процедурних міжпредметних зв'язків між фізикою та екологією і включає елементи знань з загальної і соціальної екології, охорони природи та раціонального природокористування, основ здоров'я та безпеки життєдіяльності людини.

Досвід впровадження задачного підходу до формування екологічної компетентності учнів засвідчує, що найбільший педагогічний ефект досягається при залученні їх до складання і розв'язування фізичних задач екологічного змісту різних типів, зокрема задач на встановлення причинно-наслідкових зв'язків, фото-задач, задач-оцінок.

Залучення учнів до складання і розв'язування різних типів задач-оцінок дозволяє з'ясувати їх можливий внесок: у формування екологічної компетентності школярів; у поглиблення фізичних знань учнів та набуття вмінь їх застосовувати для розв'язання практичних завдань; у розвиток аналітичного, практичного, логічного, критичного, наочно-образного і творчого мислення, а також мотивації та

вольової, емоційної й ціннісної сфер школярів; у виховання дослідника, готового до самонавчання й критичного аналізу результатів власної діяльності та дій оточуючих людей.

Задачі на встановлення причинно-наслідкових зв'язків передбачають навчання учнів встановлювати можливі варіанти зв'язків між явищами у природі, які можуть набувати різної форми: а) одна причина – один наслідок; б) одна причина – декілька наслідків; в) декілька причин – один наслідок; г) декілька причин – декілька різних наслідків.

Вимоги в задачах такого типу можуть бути представлені у вигляді: «Пояснити, чому сталося...»; «За яких причин можлива ядерна зима?»; Чому виникають в атмосфері озонові дірки?»; «Які наслідки можуть супроводжувати потрапляння до водоймищ нафтопродуктів?»

Задачі прогностичного типу пов'язані з навчанням учнів передбачати наслідки можливих подій, висловлювати гіпотези, критично оцінювати результати діяльності людини в природі. Їх умова може включати такі завдання для учнів: «Зробіть припущення», «Сформулюйте гіпотезу стосовно...», «Уявіть, що станеться, якщо...», «Припустіть, що ...», «Як це вплине на...?», «Запропонуйте заходи щодо зменшення впливу...», «Як можна пояснити прогнози вчених стосовно...?», «Дайте прогноз стосовно...».

Активність учнів при складанні задач залежить від їх готовності до виконання цього виду діяльності, наявності інформації екологічного змісту, котра дозволяє встановити тему з курсу фізики, засвоєння якої необхідне для її розв'язання, зацікавленість учнів цим видом роботи.

Підготовку учнів до складання задач учитель має починати з самого початку вивчення фізики. За допомогою навідних питань у ситуаціях, зображених на малюнку або повідомлених в описовій формі, він повинен навчити учнів: а) побачити екологічну проблему, пов'язану з фізикою; б) представити її у вигляді задачної ситуації; в) сформулювати питання задачі; г) запропонувати свій варіант розв'язку. При цьому можна

застосовувати різні прийоми складання фізичних задач екологічного змісту: а) по аналогії з задачею, запропонованою у підручнику, вчителем або іншими учнями; б) за наведеними числовими даними і вказівкою вчителем теми з курсу фізики, до якої складаються питання до задачі (вимога задачі); в) за фотографією з зображенням екологічної ситуації; г) за схемою умови і запитання (описується ситуація, наводяться цифрові дані, уточнюються питання).

Залучення учнів до розв'язування фізичних задач екологічного змісту сприяє:

- досягненню глибокого розуміння учнями фізичних законів, явищ та процесів, їх проявів у навколишньому світі, застосування в повсякденному житті;
- стимулюванню пізнавальної активності школярів;
- активізації самостійної роботи учнів;
- посиленню емоційності, реалізацію проблемного підходу до викладання матеріалу;
- перевірці знань учнів (у тому числі й екологічних).

Найбільший інтерес і практичну значущість мають задачі: *сюжетні задачі* – в яких описано певний життєвий (екологічний) сюжет (явище, подія, процес);

фото- та відео задачі – дають можливість відображення реальних процесів в умовах уроку. Окремий відеоролик або ж його поєднання зі статичним зображенням певних моментів перебігу явища значно розширюють можливості як для постановки так і для розв'язування задач;

дослідницькі задачі – допомагають розвитку творчих здібностей учнів, формуванню аналітичного та критичного мислення у процесі творчого пошуку і виконання досліджень;

задачі оцінки - у яких потрібно оцінити значення фізичної величини, наблизивши саму задачу якомога ближче до життя.

Підбираючи та розробляючи умови екологічних задач потрібно дотримуватись наступних вимог:

- екологічна задача повинна репрезентувати комплексні, непрозорі (приховані) та динамічні ситуації;

- тематика екологічних задач має бути різноманітною і пов'язаною з системою екологічних моделей, що характеризують як окремі об'єкти (атмосферу, гідросферу, літосферу як складові біосфери; людину та інших представників рослинного і тваринного світу; технічні об'єкти тощо) так і їх взаємовідношення: «людина - природа», «соціум - природа», «техніка - природа», «людство-природа».

Задачі, пов'язані зі збагаченням досвіду *аналітичної діяльності* учнів, можуть передбачати залучення їх до проведення:

екологічної оцінки характеристик певних космічних об'єктів в тому числі й Землі;

- екологічної оцінки параметрів певних професійних ситуацій з позицій впливу на довкілля і здоров'я людини;

- екологічної оцінки наслідків певних природних та побутових фізичних процесів;

- оцінки фізичних характеристик природних явищ (ураганів, морських і океанічних течій, опадів, припливів, землетрусів, атмосферної електрики та ін).

- оцінки факторів, що впливають на умови життя і праці людини;

- оцінки екологічного впливу технічних пристроїв і технологічних процесів на довкілля;

- оцінки фізичних можливостей людини в звичайних і екстремальних ситуаціях;

- оцінки характеристик живих об'єктів на Землі (представників фауни і флори);

- оцінки умов, за яких можливий заданий процес чи існування явища;

- оцінки ефективності засобу діяльності чи технічного пристрою;

- оцінки енергоспоживання технічного пристрою; - оцінки ризиків певної діяльності людини;

- оцінки економічної ефективності технічних об'єктів.

Особливої уваги заслуговують задачі *дослідницького типу*, пов'язані з навчанням учнів досліджувати вплив того чи іншого фактору на довкілля та робити відповідні висновки; розвитком творчих здібностей школярів; формуванням аналітичного та критичного мислення у процесі творчого пошуку і виконання досліджень.

Розв'язування дослідницьких завдань екологічного змісту вимагає від учнів як достатніх теоретичних знань майже з усіх дисциплін природничого циклу, так і певних практичних (у тому числі й життєвих) умінь, що створює умови для формування в них екологічної компетентності і робить їх більш значущими.

В якості основного засобу організації дослідницької роботи учнів у процесі формування екологічної компетентності на уроках фізики виступає система дослідницьких завдань. У навчанні фізики учні можуть залучатися до розв'язування трьох типів дослідницьких завдань: а) теоретичного; б) експериментального; в) комбінованого типу.

Розв'язування екологічних задач – це активний пізнавальний процес.

2.1. Запитання і задачі екологічного змісту.

1. Загальна площа Волинської області складає приблизно 20143 км², що становить 3,3 % території України та 19 місце серед областей України. З півночі на південь вона розкинулася на 185 км, а зі сходу на захід — на 155 км. У наші часи кожний рік на Землі в деяких її районах спустошується приблизно 60 тис. км² площі.

1. Скільки таких територій, як Волинська область вибувають щорічно з числа родючих земель?

Відповідь: 3,0

2. Через скільки років Земля може перетворитися на пустку? Площа всієї Землі 1778 Мга.

Відповідь: приблизно, - за 300 років, якщо людство не змінить свого відношення до довкілля.

3. За скільки років спустошується на Землі така територія, як територія України?

Відповідь: приблизно за 3 роки.

2. Населення США викинуло 5 млрд. жерстяних банок з-під консервів, 30 млрд. скляних банок і пляшок, 4 млн. тон пластмаси за рік. У містах нашої країни за рік накопичується до 30 млн. тон побутового сміття. Основними складовими побутового сміття є : папір, пакувальні матеріали, пластмасові пляшки, скло. Оцініть частку вашої особистої участі в забрудненні довкілля.

Відповідь: Для потрібної оцінки складіть точне обрахування того, що ви викинули після користування на протязі 24 годин, помножте отримані числа на 365 – і ви отримаєте приблизну оцінку частки вашої участі в забрудненні довкілля за рік.

3. Лісистість Волинської області становить 34%. Площа лісів- близько 700 тис. га (88 % території області). Загальний запас деревини – 100 млн куб. Один гектар лісу за рік очищує 1 млн. м³ повітря, насичуючи його киснем (рослини Землі щорічно створюють біля 400 млрд. тон кисню). Яку масу повітря щорічно очищують ліси Волині?

Відповідь: 903.0×10^9 кг.

4. Переробка на папір 20 кг макулатури зберігає одне велике дерево, а 1 т макулатури – збереже 0,5 га лісу середнього віку. Визначте кількість лісу, який можна зберегти, зібравши 20 тон макулатури, 50 тон, 100 тон.

Відповідь: 20 тон макулатури збережуть 10 га, 50 тон – 25 га, а 100 тон – 50 га.

5. В Україні майже 4 % території займають звалища відходів різного виду (це - більше, ніж 6000 звалищ побутових відходів і полігонів, які займають 9000 га землі). Серед усіх побутових відходів, що попадають на полігони, 40 % - це цінні компоненти, котрі можна переробити: папір, склобій, поліетилен, пляшки, полімерні матеріали. Основна задача – вилучити з побутових відходів цінні компоненти. Понад 90 % звалищ в Україні - несанкціоновані.

1. Яку схему процесу переробки побутових відходів на корисні матеріали можна запропонувати?

Відповідь: 1. Сортуння. 2. Переробка.

2. Яка площа згаданих звалищ є несанкціонованою?

Відповідь: ≈ 8100 га.

6. До забруднення атмосфери речовиною відносять накопичення у повітрі пилу (твердих частинок). Він утворюється в усіх містах України, в основному, при спалюванні твердого палива, переробці мінеральних речовин. За інших рівних умов, атмосфера над сушею (без міст) забруднена в 10 разів більше, ніж над морем; над невеликим містом – в 35 разів; над великим – в 50 разів. Забруднення атмосфери пилом несе шкідливі наслідки для здоров'я людини. Чому?

Відповідь: Забруднення атмосфери пилом веде до поглинання від 10 % до 50 % сонячних променів, майже повного поглинання ультрафіолетових променів. На дрібних частинках пилу осідає водяна пара, а також молекули двоокису сірки, канцерогенні вуглеводні.

7. При будівництві і благоустрою терену новобудівель часто утворюються застійні калюжі, погано ростуть зелені насадження, особливо в перші роки їх висадки. У чому причина даних явищ?

Відповідь: Сміття, залишене на будівельному майданчику, хоча й засипане шаром ґрунту, різко знижує його водопроникність. Із цієї причини і в зв'язку з механічними завадами для розвитку коріння, зелені насадження погано ростуть.

Молекулярна фізика

1. Іноді в нафтових цистернах і баках для зберігання бензину застосовують плаваючі екрани з вигнутими краями. Яке призначення цих екранів? Як вони впливають на втрати рідини внаслідок випаровування?

Відповідь: У зазорі утворюється насичена пара, яка сприяє припиненню подальшого випаровування рідини.

2. Одна тонна нафти утворює на морській поверхні плівку площею 12 км². Визначте силу поверхневого натягу такої плями, вважаючи, що вона має форму круга. Коефіцієнт поверхневого натягу для нафти дорівнює 30 мН/м.

Відповідь: 368,31 Н.

3. Для людини, що перебуває в стані спокою, комфортні умови такі: температура 18 ° С, відносна вологість 50 %.

1. Чому підвищена або знижена вологість повітря погіршують умови життя?

Відповідь: При зниженні вологості повітря висихають слизові оболонки, знижуються захисні функції дихальних шляхів, тріскаються губи. Підвищена вологість повітря також шкідлива. Організм при ній або перегрівається, або переохолоджується

2. Взимку відносна вологість в деяких приміщеннях не досягає 10 %. Як можна підвищити відносну вологість повітря?

Відповідь: Можна тримати в приміщенні відкритий посуд із теплою водою, яка постійно випаровується.

4. У виробничих приміщеннях автотранспортних підприємств спостерігається різна відносна вологість повітря. У сушильній камері 10% при температурі 30°C, в шинно-монтажному відділенні 80% при температурі 20°C, у гальванічному 96% при температурі 18°C. Скільки грамів водяної пари міститься в 1м³ повітря у цих приміщеннях? Наскільки її кількість відрізняється від нормальних умов? Дайте екологічну оцінку умовам праці в таких приміщеннях.

1. *Відповідь:* Фактична густина менша порівняно з нормальною в 5 разів.

2. *Відповідь.* Підвищена відносна вологість повітря (80% в шинно - монтажному відділенні) також шкідлива для людини як при високих, так і при низьких температурах. Фактична густина пари тут складає 62,5% від комфортної для людини.

3. *Відповідь:* Висока відносна вологість повітря (96% у гальванічному відділенні) знову ж таки, негативно впливає на організм людини як при високих, так і при низьких

температурах. Фактично в гальванічному відділенні густина водяної пари перевищує нормальну більше, ніж у 2 рази.

5. Відносна вологість повітря в майстерні об'ємом 100 м^3 при температурі 15°C становить 30%. Скільки води треба в майстерні випаровувати, щоб при цій же температурі відносна вологість була 50% ?

Відповідь: В майстерні треба випаровувати додатково 256 г води.

6. Для кращого згоряння вугілля в топках теплових електростанцій (ТЕЦ) і, отже, й для зменшення забруднення станціями довкілля, винахідник пропонує вугілля дуже дрібно (майже - до розміру частинок вугілля в сажі) подрібнювати на млині. А лише потім – підпалювати цей пил газовою горілкою. Який саме ефект дає таке подрібнення? Запропонуйте просту схему такої установки на ТЕЦ.

Відповідь: Розпорошуючи вугільний пил, ми (за інших рівних умов) забезпечимо більш повний контакт його з киснем та полум'ям, яке його підпалить. При цьому дуже економиться газ. А повне згоряння розпорошеного вугілля економить і витрати самого вугілля. Найпростіша схема установки така. Великий млин дуже подрібнює вугілля. Далі вугільний порошок поступає (вдувається через форсунку) в топку. При виході з форсунки вугілля підпалюється факелом газу. Далі горіння лише підтримується і при необхідності відновлюється невеликою кількістю газу. Продукти горіння виводяться з топки, очищуються й відводяться назовні.

7. Скільки повітря використовує на дихання клас із 30 учнів за 45 хв уроку, якщо один учень, у середньому, робить 15 вдихів за хвилину, вдихаючи щоразу 500 мл повітря?

Відповідь: 10125 л.

8. Які зміни відбулися б на Землі, якби питома теплоємність води була б в 10 разів меншою?

Відповідь: У місцях поблизу водойм із аномальною водою було би дуже спекотно влітку (аномальна вода нагріваючись, не відбирала б в тіла так багато тепла, як звичайна). У таких

же місцях взимку було б дуже холодно (аномальна вода, охолоджуючись, не віддавала б тілу так багато тепла, як звичайна). Взагалі, тепловий баланс на Землі настільки б порушився, що життя (у відомому нам сенсі) не могло б тут існувати.

9. Повітря в кімнаті площею 18 м^2 і висотою $2,7 \text{ м}$ нагрілося на 5°C за $0,5$ год. роботи електронагрівача, що має потужність 800 Вт . Питома теплоємність повітря $1,0 \text{ кДж/кг}^\circ\text{K}$. Густина повітря $1,29 \text{ кг/м}^3$.

1. Знайти ККД такого нагрівача.

Відповідь: $21,8 \%$.

2. Як можна підвищити ККД?

Відповідь: Кількість корисного тепла (а заодно й - ККД нагрівача) прямо пропорційна теплоємності повітря та густині повітря. Можна підвищити питому теплоємність повітря, насичуючи його вологою. Таким же чином, також можна підвищити й густину повітря. У підсумку, підвищиться й ККД нагрівача.

10. Для очищення повітря від пилу в приміщеннях (зокрема для пиловловлювання на підприємствах) пропонуються фільтри двох типів: 1) фільтри, дія яких базується на електризації пилу та його притягання до пиловловлювачів; 2) фільтри, дія яких базується на завихренні пилу в двох різноспрямованих потоках повітря, наступному зіткненні таких потоків і осіданні пилу з вихору. Запропонуйте прості схеми таких фільтрів.

Відповідь: 1-й приклад. Дія електрофільтрів заснована на здатності позитивних іонів притягуватися до негативно заряджених поверхонь. Електрофільтр може являти собою металеву трубу, по осі якої натягнуто металевий дріт. Між стінкою труби і дротом створюється електричне поле з дуже великою напруженістю. За такої напруженості в трубі з атомів газу утворюються позитивні іони. Ці іони притягуються до негативно заряджених стінок труби, утворюючи на них шар шкідливих відходів. Під дією періодичних ударів по стінках

фільтра відходи падають у спеціальний збірник, з якого їх витягують і відправляють на перероблення або знищують.

11. Унаслідок високої токсичності допустима концентрація карбон (IV) оксиду в атмосферному повітрі не повинна перевищувати 1 мг/м^3 . Скільки молекул CO_2 при цьому міститься в 1 м^3 повітря?

Відповідь: $1,5 \times 10^{19}$.

12. Один реактивний лайнер споживає в середньому за 1 год 15 т палива і 625 т повітря, а випускає в атмосферу 47 т карбон (IV) оксиду, 18 т водяної пари, 635 кг карбон (II) оксиду, 635 кг нітроген (IV) оксиду, 156 кг сульфур (IV) оксиду. Визначте кількість кожної зі шкідливих речовин (у молях), що потрапляє в атмосферу.

13. Один гектар зелених насаджень забезпечує здорове дихання для 30 людей. Скільки молів кисню виробляють земні насадження, якщо одна людина споживає 12 кг кисню за добу?

Відповідь: 11 моль.

14. Витікання метану в побутовій газовій плиті за нормальних умов становить $4 \times 10^{-5} \text{ м}^3/\text{год}$. Визначити кількість молекул газу в повітрі кімнати, якщо плита була ввімкнена в газову мережу впродовж 3 годин. Густина метану за нормальних умов – $0,7 \text{ кг/м}^3$.

15. Щороку в світі спалюється до 5 млрд. тон вугілля, 3,2 млрд. тон нафти. При цьому в атмосферу викидаються 18 млрд. тон карбон (IV) оксиду CO_2 і виділяється 2×10^{20} Дж теплоти. Внаслідок забруднення атмосфери CO_2 її температура може підвищитися на 2°C , що призведе до танення льодових шапок. Якщо маса атмосфери становить $5,976 \times 10^{24} \text{ кг}$, то скільки льоду розплавиться за рахунок цього тепла? Які можливі наслідки для природи?

14. Як змінюється внутрішня енергія Світового океану під час випаровування води з його поверхні? Чому середня річна температура води в морях і океанах залишається сталою? Коментуючи задачу, слід додати, що швидкість кругообігу

води в атмосфері становить 16 млн. т/с. У середньому за рік вода в атмосфері поповнюється 36 разів. Кожна молекула водяної пари перебуває в атмосфері протягом року приблизно 10 днів.

15. З поверхні світового океану щорічно випаровується 448 тис. км³ води, на це затрачається 70% енергії Сонця. Обчислити середню теплоту випаровування води і середню енергію випаровування однієї молекули. Маса молекули води становить 3×10^{-27} кг. Земля одержує від Сонця $68,8 \times 10^{16}$ кВт год. енергії за добу.

16. Для випаровування 1 кг води при 20°C треба затратити 2454 Дж теплоти. Що можна сказати про енергію конденсації 1 кг водяної пари при цій самій температурі? Як змінюється температура Тихого океану, якщо з його поверхні щороку випаровується 200,4 тис. км³/рік? Чому середня температура океану залишається сталою?

17. Яку кількість води може нагріти від 0°C до 50°C вітродвигун, колесо якого має радіус 6 м, за 1 год. роботи при швидкості вітру 10 м/с? (ККД=20%).

18. Скло, добре пропускаючи видиме світло, не пропускає теплового випромінювання. Поясніть на основі цього будову парників і теплиць.

Відповідь: Склоєне покриття парника, пропускаючи сонячне світло, не «випускає» з нього внутрішню енергію у вигляді теплового випромінювання. Виникає так званий парниковий ефект, корисний для рослин, що забезпечує їх світлом і теплом.

19. Питної води на Землі не вистачає в багатьох місцях, її доводиться отримувати з морської води – випаровуванням або вимерзанням. Який спосіб вигідніший?

Відповідь: Влітку – випаровування; взимку – вимерзання.

20. На одному із заводів для охолодження сталі за добу потрібно 340м³ води. Коли спробували охолоджувати окропом, витрати води зменшилися у 22 рази. Чому?

Відповідь: Окріп, перетворюючись в пару, інтенсивніше забирає тепло від сталі.

21. Як пояснити досить грізне явище сходження снігових лавин із гір?

Відповідь: Оскільки інтенсивність плавлення речовини із збільшенням тиску підвищується, то весною, в першу чергу, починає плавитися «підшва» лавини і лавина прямує по схилу гори з великою швидкістю.

22. Якщо припустити, що за рік підприємствами та транспортом міста Луцька було викинуто в атмосферу 2880000 кг забруднених речовин, то скільки забруднених речовин припало на одного мешканця міста, якщо його населення приблизно 215900. Який об'єм складають ці речовини, якщо їх густина дорівнює 144 кг/м^3 ?

23. За добу водозаборами у місто доставляється 50000 м^3 очищеної води. Скільки цистерн потрібно, щоб заповнити їх водою, якщо маса води в одній цистерні 60000 кг ?

24. Один легковий автомобіль щороку споживає з атмосфери понад 4350 кг кисню, викидаючи разом з відпрацьованими газами приблизно 530 кг оксиду вуглецю, 27 кг оксидів азоту і 3250 кг вуглекислого газу. Як змінюється кількісний склад молекул цих газів в атмосфері?

25. Відносна вологість повітря в майстерні об'ємом 100 м^3 при температурі 15°C становить 30% . Скільки води треба випарувати, щоб при цій же температурі отримати відносну вологість 50% ?

26. Що для землеробства екологічно «вигідно» - малосніжна чи багатосніжна зима?

Відповідь: Багатосніжна, тому, що сніг укриває озимі посіви від замерзання й навесні добре зволожує ґрунт.

27. В Україні є два моря, які є сполученими посудинами – Азовське й Чорне. Причому одне майже прісне, а інше солоне. Чи може вода перетікаючи з одного моря в інше через Керченську протоку, згубно позначитися на житті морського світу?

Відповідь: Азовське море поповнюють прісною водою ріки Дон і Кубань, але перетікання такої води в разі підйому її рівня не є небезпечним для живого світу Чорного моря. У посушливі роки це поповнення слабшає, і рівень води в Азовському морі знижується – солоніша вода із Чорного моря частково перетікає в Азовське море й губить у ньому прісноводну рибу.

28. Д. І. Менделєєв говорив, що спалювати нафту й бензин – все одно, що спалювати асигнації. Зараз на вулицях міст з'явилися автомобілі на водні. Яка перевага цього пального?

Відповідь: Водень дешевше, добувається з води, якої на землі багато, під час згорання не дає отруйних відходів, може застосовуватися в промисловості, тому що його можна зберігати у великій кількості в спеціальних бочках і перекачувати по трубопроводах на значну відстань.

29. У електричному чайнику (1 кВт, ККД 75%) закипіла вода. Яка маса води википить, якщо ще 25 хвилин не вимикати чайник?

30. Для роботи котла водяного опалення потрібно в день 35 МДж енергії. Скільки щоденно витрачається: а) дров; б) кам'яного вугілля; в) природного газу? Який вид палива використовувати економніше, враховуючи його вартість?

31. З часом чайник більше часу витрачає на закипання води. Яка причина?

Відповідь: Періодично у чайнику з'являється шар накипу. Енергія нагрівання витрачається і на нагрівання чайника з накипом, таким чином теплопровідність чайника зменшується.

32. Чим відрізняються дерев'яні віконні рами від вікон зі склопакетами? Чому вікна із склопакетами називають енергозберігаючими?

Відповідь: Вікна зі склопакетами мають кілька повітряних камер, що є додатковим бар'єром, який краще зберігає тепло.

33. Влітку повітря в будинку нагрівається різними способами, отримуючи енергію крізь стіни та крізь скло, яке

пропускає сонячні промені, а також через відчинені квартирки. Які види теплопередачі задіяні в кожному випадку?

Відповідь: Крізь стіни тепло проникає в будинок за рахунок конвекції та теплопровідності стінних поверхонь, через вікна за допомогою сонячного випромінювання, відчинені квартирки сприяють проникненню теплого конвективного повітря та сонячного світла.

34. Чому дубові дрова дорожчі за дрова з сосни?

Відповідь: Дубові дрова мають більшу тепловіддачу, щільна структура волокон дубу дає можливість віддавати при спалюванні велику кількість тепла тривалий час.

35. Щоб захистити фруктові дерева навесні від приморозків біля них ставлять великі ємності з водою. Чому?

Відповідь: Вода починає випаровуватися, утворюючи невеликий туман навколо рослин, який стримує перепади температур. Парниковий ефект між листям зберігає власний мікроклімат.

36. Чому економні господині, коли варять картоплю солять її після закипання?

Відповідь: Солоніша вода має більшу температуру кипіння.

37. Поясніть фізичний зміст парникового ефекту?

Відповідь: Парниковий ефект - явище в атмосфері Землі та інших планет при якому енергія сонячних променів, відбиваючись від поверхні, не може повернутися у космос, оскільки затримується молекулами різних газів, що призводить до підвищення температури поверхні.

Електричні явища

1. Дослідження показали, що сила струму 0,1 А вважається небезпечним для життя. Електричний опір тіла людини може змінюватися від 500 кОм до 1 кОм. Якою силою струм може проходити через тіло людини при випадковому попаданні її під напругу 220 В? Чи є такий струм небезпечним для людини?

Відповідь: 0,22 А. Такий струм є небезпечним для людини.

2. Електромагнітний фон вздовж ліній електропередач *ЛЕП*, (особливо – *ЛЕП* із напругами 750 кВ і 330 кВ) потребує санітарно-захисних смуг вздовж їх проєкцій на землю та навколишні будівлі. Якими можуть бути ці смуги?

Відповідь: Це можуть бути, наприклад, у найпростішому варіанті лісосмуги чи паркові зони. У складнішому – різні засоби екранування електромагнітних полів (наприклад, через облаштування приміщень, де перебувають люди залізними пластинами тощо).

3. Електризація тіла людини й подальші розряди з людини на землю можуть спричинити небажані больові й інші нервові відчуття, стати причиною різкого руху людини, що може викликати механічну травму. Який при цьому можливий захист від статичної електрики?

Відповідь: Заземлення, підвищення поверхневої провідності діелектриків, збільшення вологості повітря, застосування антистатиків.

4. Лінії електропередач (*ЛЕП*), які прокладено над вулицями міста, створюють електромагнітне поле з великою напруженістю. Воно негативно впливає на людей, які знаходяться поблизу *ЛЕП*. Де під дротами *ЛЕП* виникає найбільша напруженість електромагнітного поля?

Відповідь. Найбільша напруженість електромагнітного поля виникає в місці максимального провисання дротів *ЛЕП*.

5. Чому при переливанні бензину з однієї посудини в іншу, він може загорітися? Яких заходів безпеки вживають при цьому?

Відповідь. Від тертя шарів бензину один об одного та від тертя бензину об стінки посудини, бензин електризується. Якщо при цьому напруженість електричного поля, створеного наелектризованим бензином, значно зростає, то може виникнути іскра й він спалахне. Щоби електричний заряд стікав з бензину на масу посудини, цю посудину (а також і лійку тощо) роблять металевими або металізованими. До того ж, посуд з бензином заземляють. При цьому напруженість

згаданого електричного поля падає. Тому й ризик виникнення іскри також спадає.

6. Чому небезпечно мати при собі увімкнений мобільний телефон, перебуваючи на відкритій місцевості в час грози?

Відповідь: Мобільний телефон, підтримуючи зв'язок із станціями його мережі, створює іонізований шар повітря навколо себе; опір такого шару (як каналу зі значною електропровідністю) достатньо малий, порівняно з його середовищем. Тому різко підвищується ймовірність того, що по такому каналу може пройти струм блискавки.

7. Провід, що перебуває під напругою, упав на вогкий ґрунт. Чому поблизу цього місця необхідно робити якомога менші кроки?

Відповідь: Електропровідний канал «провід – ґрунт» знаходиться під достатньо великою напругою. Падіння напруги на протязі короткого кроку буде (за інших рівних умов) достатньо малим. Тому струм через ноги й тіло буде меншим, ніж при довгих кроках.

8. Чому під час грози небезпечно переховуватися під високими деревами?

Відповідь: Блискавка частіше вдарає у відносно високі предмети. Над гострими верхівками дерев (де перед грозою накопичується сильне електричне поле) виникає коронний розряд і навіть електричний пробій повітряного проміжку між наелектризованою хмарою та верхівкою дерева. Тобто, - виникає іскровий розряд. Цей проміжок (що характеризується відстанню між наелектризованою хмарою та верхівкою дерева) менший, ніж проміжок із відстанню між хмарою та землею. За інших рівних умов, напруженість електричного поля між хмарою та верхівкою високого дерева більша, ніж напруженість електричного поля між хмарою та землею. Електричний пробій більш короткого повітряного проміжку є більш імовірним.

9. Електризація через тертя використовується для захисту рослин від шкідників. Річ у тім, що електрично заряджені

отрутохімікати тримаються на листі рослин міцніше, ніж за відсутності на них зарядів. Чим це пояснити?

Відповідь: Внаслідок електризації через тертя в місцях дотику частинок отрутохімікатів з листям утворюються протилежні за знаком заряди. Це забезпечує міцне електричне притягання між отрутохімікатами і листям.

10. Чому для людини безпечною (за інших рівних умов) вважається напруга 36 В у сухому приміщенні та лише 12 В - у вологому?

Відповідь: Врахуємо, що електричний опір тіла людини може змінюватися від 500 кОм до 1 кОм. Зокрема, - в залежності від вологості тіла. Небезпечним для людини вважається струм, який виникає в тілі і перевищує 1 мА. Струм силою 100 мА призводить до серйозних уражень організму. При опорі тіла 1 кОм сила струму в тілі перевищить гранично допустиму силу струму.

11. Який пристрій можна встановити на електростанціях, що використовують силу морських хвиль, щоби відлякувати рибу від турбін електростанцій?

Відповідь: Перед турбінами станцій можна встановити захисні решітки, на які подається електрична напруга. Рибу буде відлякувати електричне поле решіток.

12. Великі за розміром риби реагують на значно менші значення електричної напруги на електродах, аніж малі риби. Який пристрій можна встановити на камерах для сортування риби при їх вилові? Застосування такого пристрою допомогло би зберігати рибне потомство.

Відповідь: Подаючи на електроди камер для вилову риби різні значення напруги, можна досягти того, що велика риба звільнить камеру, молодь залишиться в ній.

13. У фізіотерапевтичних кабінетах лікарень користуються методом фарадизації, коли людину піддають дії електричного поля і таким чином лікують деякі хвороби. Під впливом електричного струму відбуваються скорочення м'язів. Як ці

факти можна використати для видалення малих твердих тіл (піску, камінчиків) із жовчного пухиря чи нирок пацієнта?

Відповідь: Подразнюючи відповідні судини-протоки невеликим змінним струмом, можна заставити їх вібрувати з певною частотою, виштовхуючи з себе зайві тіла.

14. Лазерне випромінювання супроводжується електромагнітним полем. Чи дійсно, що люди, які користуються лазерними ліхтариками-указками, наражаються на електромагнітне поле, небезпечне для здоров'я людини?

Відповідь: Так.

15. Який з електроприладів у вашій квартирі найважливіший? Електролампочка, електроплита, електрокамін? Звісно ні. Всі названі і не названі нами прилади могли б працювати і без нього, але без наявності цього приладу, електричну енергію вам просто не підключать. Це, звісно, - електролічильник.

Електрична енергія потрібна всім нашим приладам, отже хтось має її виробляти. Ми, зазвичай, і не думаємо про те, з якою силою падає вода з греблі на гідроелектростанціях, скільки спалюється на теплоелектростанціях вугілля і нафти. А раз є затрати, то їх потрібно підраховувати. Цими досить складними операціями займаються інженери, бухгалтери й економісти, які оцінюють вартість електроенергії. А наслідки підрахунків (а може й нашого марнотратства) ми щомісяця бачимо на квитанціях про оплату електроенергії, результати використання якої дає нам електролічильник. Використану електроенергію електролічильник подає нам в кВт·год. Тож, електролічильник – прилад, важливість якого важко заперечити.

1. Яка одиниця роботи електричного струму використовується у електролічильниках? Виразить її у джоулях.

Відповідь: $1 \text{ кВт год} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3600000 \text{ Дж}$.

2. Як можна заощаджувати використану електроенергію, а відповідно і гроші?

Відповідь: щоб заощадити використану енергію, а відповідно і гроші, потрібно звичайні лампочки замінити на енергозберігаючі, не перевантажувати холодильник, зменшити час роботи бойлера, телевізора та ін.

3. Які витрати електроенергії за добу у квартирі коли працює холодильник потужністю 540 Вт постійно, а бойлер потужністю 1000 Вт і телевізор потужністю 150 Вт 3 години на добу, та 3 звичайні лампочки потужністю 100 Вт 4 години ввечері та 1 годину вранці. Запишіть кінцеве значення у джоулях.

Відповідь: 17,91 кВт год, $A=64476000$ Дж.

4. Скільки потрібно заплатити за використану енергію за місяць, якщо тариф (вартість 1кВт·год) 4,32грн/кВт год.

Відповідь: 2321 грн.

16. По квартирному електричному лічильнику ведіть облік витрати електроенергії за кожну добу на протязі тижня. Побудуйте графік витрати електроенергії, проаналізуйте його: від чого залежить збільшена витрата електроенергії в ті чи інші дні? Запропонуйте способи можливої економії.

17. Скільки коштує 1 година роботи телевізора потужністю 80 Вт?

18. Для прибирання льоду з електричних проводів залізничної магістралі, що утворився під час ожеледі, по проводу пропустили струм. Сила струму 450 А. Скільки льоду при температурі 0°C плавилася кожної хвилини? Напруга в лінії 600 В. ККД способу очистки проводів – 50%.

19. Один із способів очистки диму полягає в тому, що на виході труби встановлюють електрод, що затримує частинки сажі. Як ви думаєте, який потенціал слід подати на цей електрод, щоб на ньому накопичувалося більше сажі: додатній чи від'ємний?

Відповідь: Розжарена сажа випускає електрони. При цьому вона заряджається позитивно. Щоб сажа залишалася на електроді, він повинен бути заряджений негативно.

20. Скільки електроенергії можна зекономити в Україні за один день, якщо кожна сім'я користуватиметься на 1 годину менше електричною лампочкою потужністю 100 Вт. В Україні приблизно 10 млн. сімей.

21. Чому при передачі електроенергії на великі відстані використовують високу напругу?

22. У скільки разів слід підвищити напругу на лінії електропередачі, щоб за передачі тієї ж самої потужності втрати в лінії зменшилися в 400 разів? Втрати в усіх випадках вважати малими в порівнянні з потужністю, що передається.

Коливання та хвилі

1. Максимальна потужність мобільного телефону при частоті 1800 МГц складає 1 Вт. Яку енергію радіовипромінювання він виділяє за 30 хв розмов? Якою є довжина хвилі при такій частоті?

Відповідь: 1,8 кДж; 1,67 м.

2. Рибалки з досвідом знають, що плеск весел, стук по борту човна, відлякує багатьох риб, але гучна розмова на березі риб не хвилює. Чому?

Відповідь: Звукова хвиля погано проникає з повітря в воду, коливання ж води добре вловлюються рибами.

3. Автомобільний та залізничний транспорт є джерелом інфразвукових коливань у місті. 1. Чому люди, які мешкають біля залізничних магістралей або трамвайних колій, доволі часто скаржаться на погане самопочуття? 2. Чому собаки злобно кидаються на тих велосипедистів, мотоциклістів, що поруч них проїжджають, а також іноді на деякі автомобілі?

Відповідь: Шкідливими для здоров'я людини є інфразвуки з частотою 8 Гц. На інших тварин також погано діють інфразвуки з частотами 6 – 8 Гц.

4. Радіохвилі в діапазоні 1–2 ГГц, що випромінюють мобільні телефони, затримуються стінами приміщення, знижуючи гучність сигналу на 10–20 дБ, тобто, знижуючи потужність сигналу в 10–100 разів. Тому мобільний телефон значно підвищує свою потужність (P) для підтримки зв'язку з базовою ретрансляційною станцією. І людина, дзвонячи по мобільному телефону, отримує посилене шкідливе для здоров'я випромінювання. Якою була би початкова, виражена в одиницях «Ват», потужність випромінювання телефону поза приміщенням?

Відповідь: 10^{-15} Вт.

5. Які фізичні методи обеззаражування питної води від патогенних мікроорганізмів та вірусів ви знаєте?

Відповідь: Можна вказати наступні фізичні методи: кип'ятіння, опромінювання ультрафіолетовими променями, вплив ультразвуковими хвилями, дія струмом високої частоти, дія швидкими електронами тощо.

6. У верхній частині мобільного телефону GSM є його антена. Ця антена, прикрита рукою, знижує його ефективність на 10 дБ. При цьому потужність передавача і опромінювання ним людини збільшується в 3 рази. Максимальна потужність GSM при частоті 1800 МГц - 1,2 Вт. Якою є його потужність за умови прикриття його рукою?

Відповідь: 3,6 Вт.

7. Шкідливими для здоров'я людини є інфразвуки з частотою 8 Гц. На інших тварин також погано діють інфразвуки з частотами 6–8 Гц. Такі звуки часто генеруються на терені міста. Визначте довжину λ для хвилі інфразвуку з частотою $\nu = 8$ Гц у повітрі, якщо швидкість V звуку в повітрі 340 м/с.

Відповідь: $\lambda = 42,5$ м.

8. У деяких деревовидних рослин у місті молоде листя навесні носить червонувато-фіолетове забарвлення. Яке значення має таке забарвлення для рослин у цю пору?

Відповідь: Листя червонуватого забарвлення краще поглинає теплове проміння сонця і тому менше страждає від холоду.

9. Із частот мікрохвильового діапазону (300-300 000 МГц) міжнародними правилами з радіозв'язку в промисловості, науці та медицині було прийнято лише чотири частоти – 915, 2450, 5800, 22125 МГц. Визначити відповідні довжини хвиль у вакуумі.

10. Під час роботи з пневматичним відбійним молотком для обслуговуючих його робітників вважається допустимою максимальна швидкість 50 мм/с при частоті 16 Гц. Записати рівняння коливань, впливу яких піддаються руки робітників. Обчисліть період цих коливань, їх амплітуду, циклічну частоту.

Атомна фізика

1. Для чого лікарі-рентгенологи під час роботи користуються окулярами, рукавичками та фартухом, зробленими з матеріалів, що містять солі свинцю?

Відповідь: Солі свинцю добре поглинають жорстке електромагнітне випромінювання, що виходить із рентгенівського апарату.

2. Будівельні матеріали, які використовують для будівництва житла можуть погано впливати на людину. З яких причин це може статися?

Відповідь: Будівельні матеріали можуть містити в собі радіоактивні речовини, отруйні хімічні речовини, намагнічені руди металів тощо. Всі такі домішки негативно впливають на живі організми.

3. Опромінення людини від внутрішніх природних джерел зазвичай становить 20 % від загальної дози на м'які тканини від природного радіаційного фону. Головним джерелом природного внутрішнього опромінення є радіонуклід земного походження калій-40, що надходить до організму з харчами.

Активність К-40 та вміст активного калію в продуктах харчування

<i>ПРОДУКТ</i>	<i>АКТИВНІСТЬ К-40 БК/КГ</i>	<i>ВМІСТ</i>
<i>СТАБІЛЬНОГО КАЛІЮ, %</i>		
Пшениця	150	0,5
Жито	176	0,6
Горох	274	0,9
Крупа гречана	41	0,13
Картопля	130	0,45
Морква	84	0,29
Цибуля	44,4	0,15
Огірки	100	0,34
М'ясо яловичини	84	0,37
М'ясо свиняче	33,3	0,1
Риба	77	0,26
Молоко	44,4	0,14
Масло вершкове	3,7	0,014

1. Які з продуктів харчування є найбезпечнішими для вживання з точки зору вмісту Калію-40 в продуктах харчування?

Відповідь: Згідно таблиці найбезпечнішими є вершкове масло, м'ясо свиняче, молоко, гречана крупа, цибуля.

2. Визначте, скільки калію отримає людський організм за місяць, якщо людина за цей період вживає виробів з пшениці – 6 кг, з гречки – 2 кг, з картоплі – 4,5 кг, з м'яса свинячого та яловичини – по 3 кг, з молока – 4 кг ?

Відповідь: $m=73,35$ г.

3. Визначити загальну активність продуктів, перелік яких взято з умови попередньої задачі?

Відповідь: маса К-40 в зазначених продуктах $m=73,35$ г, загальна активність яких $A=17,9$ Бк.

4. Аварія на IV енергоблоці Чорнобильської АЕС із руйнуванням активної зони реактора типу РБМК -1000, яка сталася вночі 26.04.1986 р., призвела до радіаційної екологічної катастрофи світового масштабу. У квітні-травні 1986 р. зруйнований реактор викинув у повітря до 90Кі

радіоактивності. 50% активності викиду склали інертні гази (Xe-133 і Kr-85), 8-11% радіоактивний йод (I-131, I-132, I-133), 1-2% цезій (Cs-137, Cs-134), 0,2% стронцій (Sr-90, Sr-89). Аерозольно-пилова радіоактивна хмара, яка утворилася внаслідок вибуху реактора, кілька разів облетіла земну кулю, залишивши «плями» радіоактивних забруднень різної інтенсивності у багатьох країнах світу. Крім того, ще майже тиждень зі зруйнованого реактора витікав потужний струмінь газоподібних летючих і аерозольних продуктів, який, досягаючи висоти 1200 м (у перші 2-3 доби після аварії), поширювався дією вітру на сотні і тисячі кілометрів, поступово випадаючи і вимиваючись дощами, утворюючи характерні неперервні «сліди» і окремі «плями» радіоактивності. За межами колишнього Радянського Союзу істотно радіоактивного забруднення (200 Бк/м^2 і більше) зазнали країни Східної Європи, Фінляндія, Швеція, Австрія, Північна Італія, Словенія, Македонія, Болгарія, східна частина Греції і західна частина Турції. Утворилося потужне поле радіоактивного забруднення (у межах колишнього Союзу - понад 150 тис.км^2 по ізолінії $0,05 \text{ мР/год}$ на 10.06.1986).

1. Що ви знаєте про активність радіоактивного нукліда?

Відповідь: Активністю A радіоактивного джерела називають фізичну величину, що характеризує кількість радіоактивних розпадів за одиницю часу. $A = \lambda \cdot N$ Як одиницю активності в СІ обрано беккерель (Бк): активність у 1 Бк відповідає одному розпаду в секунду. Також використовується інша одиниця – кюрі (позначається Ki). Кюрі в 37 мільярдів раз більше одного беккерель: $1 Ki = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$.

2. Які дози іонізуючого випромінювання розрізняють? Що характеризує експозиційна доза опромінення?

Відповідь: Розрізняють експозиційну, поглинуту та еквівалентну дози іонізуючого випромінювання. Експозиційна доза характеризує іонізуючу здатність випромінювання в повітрі. За одиницю дози в системі СІ прийнято Кл/кг - це така доза випромінювання, при якій в 1

кг сухого повітря виникають іони, які несуть заряд в 1 Кл електрики кожного знаку. Для характеристики цієї дози використовують позасистемну одиницю-рентген (Р).

3. Визначити поглинуту дозу опромінення, яку отримає працівник під час роботи у осередку радіоактивного забруднення протягом 6 годин, якщо рівень радіації на цю годину становив 5 рад/год.

Відповідь: $D=0,3$ Гр.

4. Обчислити, яку експозиційну дозу опромінення отримав працівник охорони 30-ти кілометрової зони відчуження, якщо він перебував у зоні 1 тиждень по 6 годин щодня та у скільки разів вона перевищує допустиму дозу опромінення, яку може отримати працівник від радіаційного фону, який складає 25 мкР/год (*відповідь подайте в Рентгенах*).

Відповідь: $D_{\text{експ}}=2,1 \times 10^{-3}$ Р, $D_{\text{експ}} / D_{\text{експ фон}} 2,1 \times 10^{-3} / 1,05 \times 10^{-3}=2$.

5. При аварії ядерного реактора в атмосферу потрапляють радіоактивні речовини. На людей, які перебувають в безпосередній близькості від місця аварії можливі наступні основні шляхи впливу радіаційних факторів:

- зовнішнє опромінення від радіоактивної хмари аварійного джерела;
- зовнішнє опромінення від шлейфу опадів з радіоактивної хмари;
- вдихання радіонуклідів, які містяться у шлейфі;
- інгаляційне надходження радіоізотопів йоду з продуктами харчування та питною водою;
- поверхневе забруднення радіонуклідами шкіри, одягу та інших поверхонь;
- зовнішнє опромінення від потрапляння радіонуклідів на ґрунт та інші поверхні;
- інгаляційне надходження радіонуклідів за рахунок їх вторинного підняття з вітром;
- споживання радіоактивних забруднених продуктів харчування та води.

На персонал аварійного об'єкту та осіб, які приймають участь у ліквідації наслідків аварії (в межах аварійного об'єкту) також можливе зовнішнє опромінення від зруйнованого або пошкодженого ядерного реактора та фрагментів активної зони, викинутих вибухом на майданчик станції, а також зовнішнє опромінення від факелу радіоактивного викиду.

Годинна доза радіації, яка смертельна для 50 відсотків організмів, становить 400 бер для людини, 1000-150 000 Бер - для рослин, 1000-2000 бер - для риб і птахів, 100 000 Бер - для комах.

1. Побудуйте стовпчасту діаграму годинної дози радіації для поданих груп.
2. Визначте, у скільки разів доза радіації рослин більша, чим людей.
3. Які заходи захисту дозволять зменшити шкідливість впливу на людину?
4. У 10 г тканини поглинається 10^9 α -частинок з енергією 5,5 МеВ кожна. Знайдіть поглинену і еквівалентну дози, якщо коефіцієнт якості для α -частинок $K=20$.
5. Яку поглинуту дозу іонізуючого опромінення отримає особа, яка перебуває поблизу джерела гамма випромінювання протягом 1 години, якщо потужність потоку випромінювання становить 25×10^{-9} Гр/с?
6. Потужність поглинутої дози опромінення для робітника лабораторії становить 2×10^{-9} Гр/с. Яку поглинуту дозу опромінення отримає робітник за 6 годин робочого дня протягом місяця роботи (22 робочих дні)?

Оптика

1. Як відомо, Нобелівську премію з фізики за 2014 р. отримано за розробку блакитних енергозберезувальних оптичних діодів. Чи можна тепер, коли вже є червоні й зелені енергозберезувальні світлодіоди, отримати біле світло? Як можна оцінити економію енергії при нічному освітленні міста

за рахунок впровадження яскравих і енергозберезувальних джерел світла?

Відповідь: Шляхом синтезу світла із 3-х згаданих *світлодіодів* можна створити біле світло. Надалі потрібно оцінити, яка заміна звичайних ламп освітлювання на світлодіоди потрібна місту.

Механічні явища

1. Розрахувати потужність, яку може розвивати вітродвигун, наприклад, при швидкості вітру 7 м/с, якщо діаметр його колеса $D=12$ м, а ККД = 0,35%.

2. Скільки чоловік позбавляє кисню автомобіль, що протягом 4 год рухається із швидкістю 60 км/год? (Добову норму кисню однієї людини він споживає на ділянці шляху 5 км.)

3. Сучасний реактивний лайнер за 1 год польоту спалює 8 т кисню. На скільки біднішим киснем стане повітря після перельоту літака Ил-62 з Києва до Одеси, якщо швидкість руху 800 км/год, відстань 480 км.

4. Щорічно до Світового океану, потрапляє близько 10 млн. т нафти. Визначте об'єм цього забруднювача і обчисліть, скільки морської води позбавляється при цьому кисню, якщо один літр розливої нафти перекриває доступ кисню до 40 тис. літрів, морської води.

5. Одна тона нафти вкриває плівкою 6 км² поверхні океану. Визначте товщину утвореної плівки.

6. Сила тяги електровоза при швидкості 13 м/с становить 380 кН. Визначити ККД електровоза, якщо напруга контактної мережі 3 кВ і сила струму в обмотці кожного з восьми двигунів дорівнює 230 А. Якими шляхами можна збільшити ККД?

2.2. Екологічне виховання в позакласній роботі

Одним із дієвих засобів екологічної компетентності учнів є навчальний проект – дидактичний засіб, що забезпечує учнів до практичної і дослідницької діяльності на основі поетапного планування. Над проектом учень узагальнює знання, які він отримав в межах курсу фізики з міжпредметними знаннями та власним досвідом.

Великі можливості для організації такої діяльності учнів дає позакласна робота з фізики і насамперед гурткова. Велике значення для позитивного розвитку екологічних проблем має залучення до активної природоохоронної діяльності широких мас населення у тому і числі учнів. Отже, значне місце з екологічних умінь посідають уміння і навички з пропаганди сучасних проблем екології та охорони природи. До цих вмінь з пропаганди екологічних знань входять вміння цікаво та емоційно донести до слухачів екологічну інформацію, обґрунтовано відстояти свою точку зору, переконати аудиторію в необхідності бережливого ставлення до природи.

Ці вміння формуються в учнів під час підготовки і проведення уроків, позакласних заходів конференцій, повідомлень, оформленні стін-газет, повідомлень на сайті школи, інстаграм сторінках...

Для прикладу можна привести роботу учениці 9 класу про прості рішення людей проти зміни клімату на нашій планеті.

Прості рішення проти зміни клімату



*Луцька ЗЗСО №20
Сахарчук Катерина*

*Земля не належить нам -
Це ми належимо Землі
Вождь індіанців Сіу (1854)*

Прості рішення проти зміни клімату

За останнє століття клімат потеплішав у глобальному масштабі. У народі це називають глобальним потеплінням, і науковий консенсус полягає в тому, що воно спричинене діяльністю людини, насамперед через викиди CO_2 в атмосферу, через спалювання викопного палива.

А кількість відходів, що збільшується, та нестача засобів для їх переробки є також однією з основних проблем нашого часу. Ця проблема посилюється тим, що багато товарів народного споживання приречені на короткочасну службу людині. Зараз багато пакунків містять пластик, який майже не розкладається в природі.

Час розкладання матеріалів у наземному середовищі

Папір – 2–4 тижні
Бананова шкірка - 3-4 тижні
Натуральні тканини - 1-5 тижнів
Цигарковий недопалок - 2-5 років
Консервні бляшанки - 200 – 300 років
Пластик - 400 – 500 років
Скло - понад 1 млн. років

Час розкладання матеріалів у водному середовищі

Скло – 1 тис. років
Цигарковий недопалок – 5 років
Поліетиленові мішки – 10 – 20 років
Нейлонові вироби – 30 – 40 років
Консервні бляшанки – 300 років



Починати варто із повсякденних речей і своїх звичок. І поступово, з часом і набутою практикою, ми зможемо дотримуватися більш екологічного стилю життя, який допомагатиме природі відновлюватися, а нам – жити у більш комфортному, здоровому та новітньому середовищі.

Діліться своїми спостереженнями та відчуттями стосовно зміни клімату з родичами та друзями: як різкі зміни температури, спека, повені й інші пов'язані явища навколо вплинули на Вас?

Що можна зробити, щоб зменшити вплив від цих змін?

Дуже важливо також долучати своїх друзів: розповідати їм про важливість захисту довкілля та планети у цілому і давати конкретні приклади, яким чином це можна робити щодня, прислухатися до їхніх думок та ідей, спонукати до активних дій. Це можна робити наприклад за допомогою спеціального інтерактивного мобільного додатку під назвою “Кліматичні краплі”, який відстежує та винагороджує екологічно-дружні вчинки кожного. Ним вже користуються школярі та вчителі десятків шкіл України, і небайдужі громадяни. Зелені вчинки користувачів додатку відстежуються та переводяться в електронні

бали, які потім можна обміняти на знижки партнерів додатку у власному місті.

Якщо діяти разом, усією родиною та громадою, позитивний ефект буде найбільш сильним.

Будьте готові і до того, що негативні наслідки зміни клімату стануть більш відчутними.

Якщо ви живете біля або збираєтесь переїхати до прибережних територій, враховуйте можливість підняття рівня моря внаслідок зміни клімату.

Спонукайте своїх друзів і родичів дізнатися про 10 кроків для протидії зміні клімату.



Найбільше практичні варіанти збереження екології та клімату

Замініть освітлення в помешканні на енергоефективне – світлодіодні (LED) лампочки



Встановіть лічильники тепла, води, газу та за можливості – прилади регулювання споживання цих ресурсів



Утепліть будинок, замініть вікна на енергоефективні



Вимикайте за собою й іншими світло та прилади, що не використовуються



Приймайте душ замість ванни та встановіть на змішувачі води аераторні насадки



Будьте креативними: знайдіть нові способи використання старих речей



Здавайте на переробку всі відходи, які лише можливо



Вирощуйте власну їжу



Не викидайте невикористану їжу в смітник, це їжа для друзів наших менших і добрий компост для рослин



Ставтеся дбайливо до довкілля, зберігайте природні екосистеми (ліси, моря, болота), адже вони поглинають вуглекислий газ

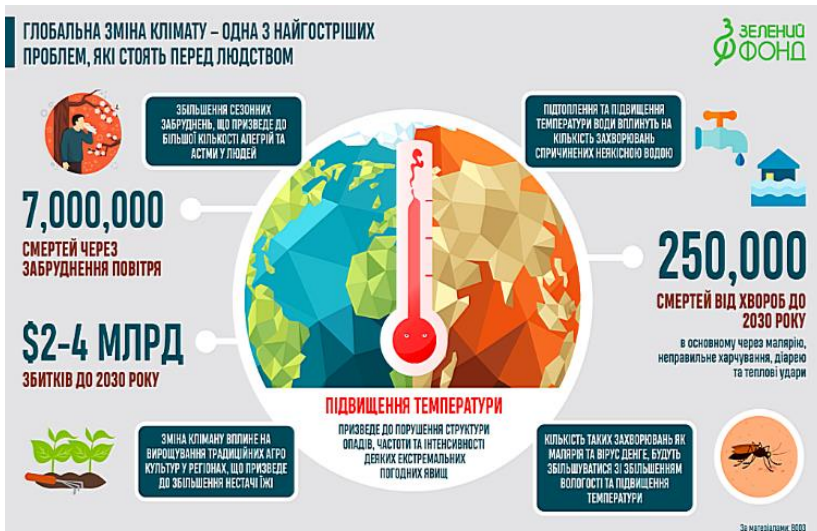


Підсумовуючи, можна сказати наступне, щоб зберегти нашу планету, починати треба з себе. Якщо будемо виконувати ці поради, тоді буде: і економія природних ресурсів, і заощадження коштів, і щасливі нащадки. Адже, вимикаючи за собою світло, можна зберегти 20-25 % електроенергії, не повністю завантажена пральна машина – це перевитрата електроенергії на 10-15 %, використання 00енергозберігаючих ламп економить до 90 % електроенергії. Крім того служать такі лампи до 50 разів довше. Витрати води при прийнятті ванни в 2-2,5 рази більше, ніж при прийнятті душу. Душ замість ванни зекономить до 400 літрів води на тиждень. З повністю відкритого крана щохвилини витікає приблизно 15 літрів води. Миючись, відкручуючи кран не повністю, можна заощадити до 900 літрів води на місяць на кожну людину. Витрати теплоенергії на опалення приміщення зменшуються до 40 %, якщо присутнє індивідуальне опалення і лічильники тепла. Замінивши старі вікна на склопакети, можна скоротити витрати тепла до 50 %. Адже склопакети мають такий опір теплопередачі, як цегляна стіна товщиною 50 см і мають надвисокий ступінь термоізоляції.

Збережемо наш дім – планету Земля

Кліматична криза разом із втратою біорізноманіття є найбільшим викликом, з яким стикається наш світ. Вже сьогодні підвищення глобальних середніх температур має глибокий вплив на наш клімат, і в найближчі роки ці наслідки будуть ще більш серйозними. Зараз у нас є шанс діяти та запобігти подальшій зміні клімату. Якщо ми хочемо утримати підвищення глобальної температури нижче 1,5 градуса за Цельсієм порівняно з доіндустріальними рівнями, викиди техногенних парникових газів мають скоротитися щонайменше на 50% до 2030 року, згідно з ІРСС.





Заради наших поколінь, цього не можна допустити.



ВИСНОВКИ

Основною причиною зміни клімату є використання викопного палива та неефективне споживання енергії, що виробляється. Парникові гази, що утворюються внаслідок діяльності людини, викликають посилення парникового ефекту. Надмірна кількість газів, які утворюються в результаті діяльності ТЕЦ, транспорту, сільського господарства, промисловості, а також лісових пожеж, утримують сонячне тепло у нижніх шарах атмосфери, не даючи йому повертатись до космосу.

наслідки

Найбільш помітним наслідком зміни клімату буде не поступове потепління, а “надзвичайні ситуації” такі як сильні засухи, повені, шторми, урагани, надзвичайно спекотні дні які відбуватимуться частіше. Рівень світового океану підніметься й океанічні течії можуть істотно змінитись. Людство буде змушене зіткнутися з проблемами водопостачання та з деградацією сільськогосподарських земель та лісів.



Висновки

«Навчати народ», молодь, формувати нову людину, яка здатна зберігати та примножувати багатства природи, - ось важлива мета сучасного природокористування.

З цією метою при вивченні курсу фізики доцільно та необхідно звертати увагу на питання екології.

На мій погляд екологічна освіта і виховання нерозривно пов'язані з викладанням фізики та астрономії, тому що вона є важливим і необхідним елементом у формуванні ставлення людини до навколишньої природи, світу, до людини і суспільства в цілому. Екологічне виховання має вирішувати проблеми моральності, етики, естетики, звертаючись до розуму і почуттів людини.

Екологічні знання відображають тісні зв'язки між різними явищами природи, а також розуміння соціальних процесів. Тому їх зміст має комплексний характер. Отже, ознайомлювати учнів з ними треба з урахуванням міжпредметних зав'язків фізики з іншими предметами: географією, біологією, хімією та ін. Таке поєднання в екологічній освіті школярів під час вивчення фізики дає можливість:

- сформувати в учнів цілісний погляд на природу;
- ознайомити з науковими основами взаємодії природи і сучасного виробництва;
- організувати трудову діяльність учнів, спрямовану на охорону природи;
- вдаватись до навчальних практичних завдань з елементами екології;
- усунути дублювання навчального матеріалу і зекономити час, який відводиться на розкриття екологічних питань.

Таким чином, реалізація міжпредметних зав'язків на уроках фізики є важливою умовою ефективності екологічних знань, умінь і навичок учнів.

Для удосконалення екологічної освіти і виховання учнів на уроках фізики потрібно застосовувати різноманітні форми і методи навчання (лекції, семінари, наукові конференції на екологічні теми, дискусії, ігрові методи), підвищувати кваліфікацію вчителів з питань екологічної освіти, узагальнювати і пропагувати кращий досвід педагогічних колективів та окремих вчителів з проблем екологічного навчання і виховання учнів.

Список використаних джерел

1. Науково-методичний журнал «Педагогічна майстерня» №1(85) січень 2018 р.
2. STEM – освіта – шлях у майбутнє (Електронний ресурс).- Режим доступу: <https://nenc.gov.ua/?p/>
3. Збірник фізичних задач і дослідницьких завдань екологічного змісту для основної школи. [Навчально-методичний посібник] / В. Д. Шарко, Н. В. Куриленко. – Херсон. – Видавництво: В. С. Вишемирський. – 2015. – 153 с.
4. Жук Ю. О. Розв'язування дослідницьких задач з фізики із застосуванням нових інформаційних технологій // Проблеми освіти. – К.: ІЗМН, 1996. – N 6. – С. 57-64.
5. Касянова Г. В. Система фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів: [навч. посібник] / Г. В. Касянова. – К.: ІЗМН, 1997. – 120 с.
6. Органіста Т. В. Розв'язування задач на екологічну тематику / Т. В. Органіста // Шкільний світ. Фізика. – 2006. – № 13 (277). – С. 10-11.
7. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи). К.: Міжнародна фінансова агенція, 1997. – 177с.
8. Шаповалова Л.А. Методика розв'язування задач міжпредметного змісту в процесі навчання фізики в загальноосвітній школі: автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02 / Л.А. Шаповалова; Нац. пед. ун-т ім. М.П.Драгоманова. - К., 2002. - 20 с.
9. Шарко В.Д. Про підготовку вчителів до реалізації задачного підходу у навчанні учнів фізики. / В.Д.Шарко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету: серія педагогічна. –2008. –Вип. №14. – С. 214-219
10. Кравченко С.М., Костицький М.В. Екологічна етика і психологія людини. – Львів: Світ, 1992.
11. Білявський Г.О., Фурдуй Р.С. Основи екологічних знань: Підручник для 10-11 класів. – К.: Либідь, 1997.

12. П.Степанець. Екологічне виховання і навчання учнів та його значення. Фізика і астрономія в школі №1, 2008.
13. Гельфгат І.М., Генденштейн Л.Е., Кирик Л. А. 1001 задача з фізики. – Х.: Гімназія, 2004.
14. Екологія. Охорона природи : [словник-довідник] / М.М. Мусієнко, В.В. Серебряков, О.В. Брайон.–К.:Знання, 2002.–505 с.
15. Кононіченко С.П. Фізика у запитаннях і відповідях. – Х.: Країна мрій, 2008. – 160 с.
16. Кононенко В.І. Формування компетентності охорони здоров'я на уроках фізики. – Х.: Вид. група «Основа».
17. Ненашев І.Ю. Фізика. 8 клас. Збірник задач. – Х.: Веста: Видавництво «Ранок», 2009. – 176 с. Ненашев І.Ю. Фізика 9 клас. Збірник задач. – Х.: Видавництво «Ранок», 2009. – 144 с.

