

Avetisyan E., Dyatlov Y., Shepeta O. Operational calculus: historical aspects.

The article tells the story of the creation of operational calculus and use it to calculate simple AC circuits. Interesting historical information disclosed in the article allow you to use this material in lectures on physics, mathematics and electrical engineering. Operational calculus reveals advantages over other methods of calculating simple AC circuits.

Keywords: *operational calculus, integral transformation, symbolic calculus, complex numbers, telegraph equations, Laplace transform, operator, boundary value problems, approximation theory, the problem points, complex variable theory, the theory of singular integral equations.*

УДК 373.371 : 53

Солоденко А. П.

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИВЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ІНФРАЗВУКОВИХ ХВИЛЬ НА УРОКАХ ФІЗИКИ У 9 КЛАСІ

У статті розглянуто методичні підходи до вивчення питання “Інфразвук. Джерела інфразвуку. Застосування інфразвуку” на уроках фізики в 9 класі. Зазначено, що вивчення властивостей хвиль завжди викликає в учнів певні ускладнення, що пояснюється недостатньою пропедевтичною підготовкою, наданням великої кількості нової інформації в обмежені терміни, утрудненнями у виконанні пізнавальних операцій відповідно до способів засвоєння інформації тощо. Констатовано, що кількість навчальних годин, відведених на вивчення властивостей інфразвукових хвиль, не дозволяє повністю ознайомити з ними учнів, до того ж розгляд питань, що стосуються властивостей ультразвуку та інфразвуку, передбачено здійснити протягом одного уроку, що може негативно вплинути на рівень сприйняття їх змісту. Висловлено думку про те, що ці питання доцільно розглядати в рамках навчальних проєктів, оскільки в умовах проєктної діяльності для учнів будуть забезпечені найбільш сприятливі умови щодо створення нових способів пізнання у процесі здобуття знань, а також досягнення максимального рівня самостійності.

Ключові слова: *методичні підходи до вивчення властивостей інфразвукових хвиль, закономірності та наслідки впливу інфразвуку на живі організми, предметна компетентність з фізики.*

Згідно чинної навчальної програми з фізики властивості механічних, зокрема, інфразвукових хвиль, вивчаються в розділі 3 “Механічні та електромагнітні хвилі” курсу фізики 9 класу. Слід зазначити, що вивчення властивостей хвиль завжди викликає в учнів певні ускладнення. Це пояснюється багатьма як об’єктивними, так і суб’єктивними причинами – недостатньою пропедевтичною підготовкою, наданням великої кількості нової інформації в обмежені терміни, утрудненнями у виконанні пізнавальних операцій відповідно до способів засвоєння інформації тощо. Що ж стосується питань, пов’язаних з виникненням та використанням інфразвуку, то вони зазвичай розглядаються поверхнево, до того ж інформація, яка ілюструє технічні застосування інфразвуку, у засобах масової інформації подана дуже обмежено. Проте, вона є необхідною не лише для підвищення рівня знань учнів з фізики, а й для підвищення загального рівня їх інтелектуального розвитку. Дійсно, останні дослідження у галузі інфразвуку зумовили їх бурхливе впровадження у техніку та технології. Крім того, в умовах сучасної цивілізації гостро відчувається необхідність ефективних підходів до поєднання наукових знань з їх гуманістичним тлумаченням. За думкою більшості учених, сфера дії науково-технічного прогресу на сучасному етапі розширюється не лише

за рахунок нових наукових відкриттів, але й у процесі взаємодії науки і суспільства, людини і природи. Тому обізнаність у проблемах дослідження та застосування інфразвуку не лише сприятиме становленню компетентності учнів з фізики, але й реалізації інтелектуальних можливостей людини у пізнанні складного світу, що її оточує, та розумінні напрямів його подальшого розвитку.

Слід відзначити, що вивченню інфразвуку зазвичай приділяється менша увага, ніж дослідженню властивостей ультразвуку. Це можна пояснити тим, що інфразвук як фактор оточуючого середовища нині ще не досліджений у достатній мірі, хоча його прояви відомі давно. Проте на сьогоднішній день перспективи застосування інфразвуку значно розширилися – учені здійснюють розробки великої кількості пристроїв, у яких використовуються властивості інфразвуку. У той же час проблеми генерації інфразвуку та його впливу на організм людини недостатньо висвітлюються у науково-популярній літературі та мережі Інтернет, а тому мало відомі широкому колу читачів. Тому не всі знають, наприклад, про те, що джерелом інфразвуку є автомобіль. Отже, починаючи вивчення питання про властивості інфразвукових хвиль, учням слід наголосити, що життя людини наповнене багатьма явищами, про вплив яких ми навіть не замислюємося. Проте такі явища існують і ми повинні знати і розуміти їх, оскільки такі явища безпосередньо впливають на нас. У той же час, наше життя вже неможливе без застосування цих явищ. Тому необхідно більше знати про технічні засоби, які є навколо нас.

Метою статті є висвітлення методичних підходів до вивчення такого важливого аспекту проблеми виникнення і застосування інфразвукових хвиль, як інфразвук та стан людини, з'ясування закономірностей та наслідків впливу інфразвуку на живі організми.

Інфразвук (від латинського *infra* – нижче, під) – пружні хвилі, аналогічні звуковим, але їх частоти нижчі, за ті, які чує людина. Природу буквально пронизує інфразвук. Це викликається багатьма явищами, серед яких і різкі перепади тиску, і виверження вулканів, і сейсмічна активність, і урагани, а також багато інших факторів. Численні дослідження, що проводилися над людьми, які потрапили в зону дії низькочастотних хвиль, дали підстави вченим вважати, що інфразвук небезпечний для людини. Ці хвилі провокують втрату чутливості органів, призначених для регулювання рівноваги тіла. У свою чергу, ця втрата є причиною для виникнення вушного болю, ушкоджень мозку, болю в хребті. Деякі вчені і психологи вважають, що інфразвук – це основна і найбільш серйозна причина психічних розладів. Він існує завжди, навіть тоді, коли люди вважають, що в атмосфері панує тиша. Джерела інфразвуку різні і різноманітні. Удари морських хвиль об берег, по-перше, викликають невеликі сейсмічні коливання в надрах, а по-друге, сприяють зміні тиску повітря. З допомогою спеціальних барометрів можливо такі коливання вловити. Потужні пориви вітру, поєднуючись з морськими хвилями, є джерелом потужних низькочастотних хвиль. Вони переміщуються зі швидкістю звуку, а поширюючись хвилями моря, ще більше посилюються.

Поширення інфразвуку на великі відстані у морі дає можливість передбачити стихійне лихо – цунамі. Звуки вибухів, містять дуже багато інфразвукових частот, вони застосовуються для дослідження верхніх шарів атмосфери та властивостей водного середовища. “Голос моря” – це інфразвукові хвилі, які виникають від поверхні моря при буревіях, внаслідок утворення вихрів за гребенями хвиль. У результаті того, що для інфразвуку характерним є мале поглинання, він може поширюватися на великі відстані, а оскільки його поширення значно перевищує швидкість переміщення області шторму, то “голос моря” може завчасно передбачити шторм. Своєрідними індикаторами шторму є медузи. Вони чують інфразвуки із частотою 8–13 Гц. Шторм починається за сотні кілометрів від берега, і прийде у ці місця приблизно годин через 20, а медузи вже чують його і йдуть на

глибину. Довжина інфразвукової хвилі дуже висока – за частоти 3,5 Гц вона дорівнює 100 метрів.

На відміну від природи, яка не настільки часто ускладнює життя людини своїми низькочастотними звуками, інфразвук, що з'являється в результаті людської діяльності, чинить все більш і більш негативний вплив на людей. Ці низькочастотні хвилі з'являються разом з тими ж процесами, під час яких виникають і чутні людиною звуки. Одними з таких вважаються постріли з гармат, вибухи, звукове випромінювання, що виходить з реактивних двигунів.

Заводські компресори та вентилятори, дизельні установки, всілякі повільно працюючі агрегати, міський транспорт – це все джерела інфразвуку. Найпотужніші низькочастотні хвилі викликають зустрічі двох залізничних потягів на швидкості, а також проїзд поїзда в тунелі.

Чим далі розвивається людство, тим більш потужні і об'ємні машини і механізми розробляються і виробляються. Відповідно, це супроводжується і посиленням створюваних інфразвукових хвиль. Особливу небезпеку становить інфразвук у виробництві у зв'язку з тим, що він в цій сфері повністю не вивчений. Зазвичай за верхню межу інфразвукової області приймають частоти 16–25 Гц. Нижня межа інфразвукового діапазону невизначена. Інфразвук викликає нервові перенапруження, нездужання, запаморочення, зміну діяльності внутрішніх органів, особливо нервової і серцево-судинної систем.

Характерною особливістю інфразвуку є велика довжина хвилі і мала частота коливань. Інфразвукові хвилі мало поглинаються повітрям, можуть вільно огинати перешкоди. Ці особливості ускладнюють боротьбу з ним, оскільки традиційні методи боротьби з шумом за допомогою звукоізоляції і звукопоглинання малоефективні. Нині інфразвук починають повільно використовувати у медицині. Здебільшого під час лікування раку (видалення пухлин), в мікрохірургії ока (лікування захворювань роговиці) й у деяких інших галузях [1].

Таблиця 1

Джерела інфразвукових хвиль

<i>Джерело інфразвуку</i>	<i>Характерний частотний діапазон інфразвуку</i>	<i>Рівні інфразвуку</i>
Автомобільний транспорт	Весь спектр інфразвукового діапазону	Зовні 70-90 дБ, всередині до 120 дБ
Залізничний транспорт і трамваї	10 – 16 Гц	Усередині та зовні від 85 до 120 дБ
Промислові установки аеродинамічної та ударної дії	8 – 12 Гц	90 – 105 дБ
Вентиляція промислових установок і приміщень, метро	3 – 20 Гц	75 – 95 дБ
Реактивні літаки	Близько 20 Гц	Зовні до 130 дБ

Негативний вплив інфразвуку на людину підтверджується багатьма дослідженнями. Одні вчені вважають, що він має, безсумнівно, негативний вплив не тільки на організм, але і на психіку людей. Так, експерименти, яким піддаються космонавти, дозволяють сказати, що випробовувані при низькочастотних хвилях повільніше вирішують прості математичні задачі. Багато праць вчених присвячені впливам, які чинить на мозок інфразвук. На людину низькочастотні хвилі можуть впливати по-різному. Дослідження показали, що наслідки вживання алкоголю і вплив інфразвуку схожі. Так, і в тому і в іншому випадку обидва ці фактори активно пригнічують роботу мозку. На кровоносну систему низькочастотні хвилі також чинять негативний вплив. Дослідниками в цій області були проведені експерименти. В результаті у випробовуваних, при застосуванні інфразвуку, спостерігалось різке зниження

артеріального тиску, виявлялася аритмія, збій дихання, стомлюваність і інші порушення нормальної життєдіяльності організму.

Всі зустрічалися з ситуацією, коли після довгої та виснажливої поїздки на автотранспорті або плаванні в морі, настає стан, при якому проявляється блювотний рефлекс. Зазвичай люди в таких випадках говорять, що їх заколисалю. Однак, це і є безпосередній вплив інфразвуку, який проявляється в дії на вестибулярний апарат. Цікаво, що з допомогою інфразвуку ще в Стародавньому Єгипті жреці катували своїх бранців. Вони зв'язували їх і за допомогою дзеркала і сонячних відблисків, спрямованих в очі жертви, домагалися появи у останніх судом. Це був вплив інфразвуку. Воля таких бранців придушувалася, і вони були змушені відповідати на поставлені їм питання. Неприятливий вплив інфразвуку на організм людини проявляється, перш за все, в психічних порушеннях; негативний вплив на серцево-судинну, дихальну, ендокринну та інші системи організму, вестибулярний апарат. Специфічною для дії інфразвуку реакцією є порушення рівноваги.

Інфрашуми сприймаються людиною, головним чином, як фізичне навантаження: виникає стомлення, головний біль, запаморочення. Інфразвук силою понад 150 дБ абсолютно нестерпний людиною; при 180–190 дБ настає смерть, унаслідок розриву легневих альвеол. Шкідливий вплив інфразвуку на організм людини посилюється при збігу частоти інфразвукових коливань з власною частотою того чи іншого органу. Резонансні частоти для людини знаходяться в діапазоні 4–15 Гц. Інфразвук частотою до 10 Гц викликає резонансні явища з боку великих внутрішніх органів: шлунка, печінки, серця, легенів. Тривала дія інфразвуку частотою 4–10 Гц може викликати, наприклад, хронічний гастрит, коліт, що зберігаються тривалий час після припинення його дії.

При дії на людину підвищених рівнів інфразвуку поряд із зазначеними ознаками спостерігається також утруднення дихання, пов'язані, мабуть, з вібрацією грудної клітки, з резонансними явищами; нудота внаслідок подразнення рецепторів різних органів; розлади терморегуляції, що виражаються у виникненні ознобу і ознобоподібного тремтіння; порушення зорового сприйняття; різноманітні вегетативні реакції, викликані порушенням функціонування гіпоталамуса та інші [2].

До основних заходів у боротьбі з інфразвуком відносяться такі:

- Ізоляція об'єктів, що є джерелами інфразвуку, виділення їх в окремі приміщення.
- Використання кабін спостереження з дистанційним управлінням технологічним процесом.
- Підвищення швидкості машин, що забезпечує переклад максимуму випромінювання в область чутних частот.
- Застосування глушників інфразвуку з механічним перетворенням частоти хвилі.
- Усунення низькочастотних вібрацій.
- Підвищення жорсткості конструкцій великих розмірів.
- Введення в технологічні ланцюжки спеціальних демпфуючих пристроїв малих лінійних розмірів, які перерозподіляють спектральний склад коливань в область більш високих частот.
- Використання засобів захисту органів слуху і голови від інфразвуку – протишумів, навушників, гермошлемів тощо. Для підвищення ефективності захисту рекомендується використовувати комбінацію декількох типів засобів захисту, наприклад, протишумні навушники і вкладиші.
- Застосування раціонального режиму праці та відпочинку – введення 20-хвилинних перерв через кожні 2 години роботи при дії інфразвуку з рівнями, що перевищують нормативні [3].

Інфразвук оточує нас скрізь, тому не варто забувати про те, що, можливо, іноді краще

за гарної погоди прогулятися парком, аніж їхати у задушливому транспорті.

Безумовно, кількість навчальних годин, відведених на вивчення властивостей інфразвукових хвиль не дозволяє у повному обсязі ознайомити з ними учнів. До того ж розгляд питань, що стосуються властивостей ультразвуку та інфразвуку, передбачено здійснити протягом одного уроку, що може негативно вплинути на рівень сприйняття їх змісту. При цьому слід врахувати ще й той факт, що зазначений навчальний матеріал є для учнів достатньо складним з урахуванням наявності у ньому технічної складової. Тому, на наш погляд, доцільно розглядати ці питання в рамках навчальних проєктів. В умовах проєктної діяльності для учнів будуть забезпечені найбільш сприятливі умови щодо створення нових способів пізнання у процесі здобуття знань, а також досягнення максимального рівня самостійності. І головне: вивчення інфразвуку є наочним і яскравим прикладом того, що вивчення законів природи забезпечує людині незалежність від її проявів, а також можливості більш широкого застосування цих законів.

Використана література:

1. Вплив інфразвуку на людину [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hair2014.ru/infrazvuk-tse-vplyv-infrazvuku-na-lyudynu/>
2. Вплив на організм інфразвуку та ультразвуку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ukrbukva.net/page,5,61206-Vozdeistvie-na-organizm-infrazvuka-i-ul-trazvuka.html>
3. Інфразвук. Дія на організм. Заходи щодо захисту [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://uareferat.com/Инфразвук_Дія_на_організм_людини_Заходи_щодо_захисту

References:

1. Vplyv infrazvuku na liudynu [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://hair2014.ru/infrazvuk-tse-vplyv-infrazvuku-na-lyudynu/>
2. Vplyv na orhanizm infrazvuku ta ultrazvuku [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : <http://ukrbukva.net/page,5,61206-Vozdeistvie-na-organizm-infrazvuka-i-ul-trazvuka.html>
3. Infrazvuk. Diia na orhanizm. Zakhody shchodo zakhystu [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu : http://uareferat.com/Infrazvuk_Diia_na_orhanizm_liudyny_Zakhody_shchodo_zakhystu

Солоденко А. П. Методические подходы к изучению свойств инфразвуковой волны на уроках физики в 9 классе.

В статье рассмотрены методические подходы к изучению вопроса “Инфразвук, источники инфразвука. Применение инфразвука” на уроках физики в 9 классе. Отмечено, что изучение свойств волн всегда вызывает у учащихся определённые сложности, что объясняется недостаточной преподавательской подготовкой, сообщением большого объёма новой информации в сжатые сроки, затруднениями в выполнении познавательных операций в соответствии со способами усвоения информации и т.д. Констатируется, что количество учебных часов, отведённых на изучение свойств инфразвуковых волн, не позволяет в достаточной степени ознакомить с ними учащихся. К тому же, рассмотрение вопросов, касающихся свойств ультразвука и инфразвука, предусмотрено осуществить на протяжении одного урока, что может отрицательно сказаться на уровне восприятия их содержания. Высказана мысль о том, что эти вопросы целесообразно рассматривать в рамках учебных проєктов, поскольку в условиях проєктной деятельности для учащихся будут обеспечены наиболее благоприятные условия для создания новых способов познания в процессе овладения знаниями, а также достижения максимального уровня самостоятельности. Обосновано, что осведомлённость учащихся в проблемах генерации и применения инфразвука будет содействовать не только становлению компетентности учащихся по физике, но и реализации их интеллектуальных возможностей в познании сложного мира, который нас окружает, а также пониманию направлений его дальнейшего развития. Показано, что в условиях современной цивилизации остро ощущается необходимость разработки эффективных подходов к объединению

научных знаний с их гуманистическим истолкованием, поскольку сфера действия научно-технического прогресса сегодня расширяется не только за счёт новых научных открытий, но и в процессе взаимодействия науки и общества, человека и природы.

Ключевые слова: методические подходы к изучению свойств инфразвуковых волн, закономерности и последствия влияния инфразвука на живые организмы, предметная компетентность по физике.

Solodenko A. P. Methodical approaches to the study of the properties of the infrasonic wave in physics lessons in grade 9.

The article considers methodological approaches to study the issue of “infrasound. Sources of infrasound. The use of infrasound “in physics lessons in grade 9. It is noted that the study of the properties of waves is always the students some complications due to insufficient propaedeutical training, providing a large number of new limited information in terms of cognitive difficulties in the implementation of operations in accordance with the methods of assimilation of information and so on. Stated that the number of training hours for studying the properties of infrasonic waves, can not sufficiently inform them students also consider issues relating to the properties of ultrasound and infrasound are to implement within one lesson that can affect the level of perception their content. Suggested that these issues should be considered within the framework of educational projects, as in the project activities for students will be provided with favorable conditions to create new ways of learning in the acquisition of knowledge and to achieve the maximum level of independence.

Keywords: methodological approaches to the study of the properties of infrasonic waves, patterns and effects of infrasound on living organisms, subject matter expertise in physics.

УДК 373.371 : 52

Благодаренко Л. Ю.

АСТРОНОМІЧНА ОСВІТА ЯК ПІДґРУНТЯ НАУКОВИХ УЯВЛЕНЬ ПРО ВСЕСВІТ ТА ЙОГО ЕВОЛЮЦІЮ

Констатовано, що сучасна астрономія увійшла в епоху нових великих відкриттів, які призводять до суттєвих змін у природничонауковій картині світу. Тому головним завданням шкільної освіти є формування наукового світогляду учнів і провідна роль у виконанні цього завдання належить системі природничонаукових знань, зокрема, знанням з астрономії. Відзначено, що неосвіченість суспільства у галузі астрономії безперечно призводить до погіршення якості загальної освіти людини. Наголошено, що сучасна астрономія у значній мірі є астрофізикою, а тому штучне порушення зв'язків між шкільними курсами фізики та астрономії завдає суттєвої шкоди формуванню в учнів як фізичних, так і астрономічних знань.

Ключові слова: астрономічна освіта, система природничонаукових знань, інтегрований курс фізики та астрономії.

Сучасна астрономія увійшла в епоху нових великих відкриттів, які призводять до суттєвих змін у природничонауковій картині світу. Дійсно, ще нещодавно здавалося, що природничонаукова картина світу, яка ґрунтується на законах квантової механіки, є найбільш досконалою і дозволяє в достатній мірі відобразити всі етапи еволюції природи та взаємозв'язки між природними об'єктами. Проте нові досягнення астрономії, які є не менш революційними, ніж відкриття, зроблені у свій час Галілео Галілеєм, у багатьох аспектах