

**КУХ Аркадій Миколайович** –

доктор педагогічних наук, професор  
професор кафедри методики викладання фізики та  
дисциплін технологічної освітньої галузі

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7865-4704>

e-mail: [kukh@i.ua](mailto:kukh@i.ua)

**КУХ Оксана Михайлівна** –

асистент кафедри інформатики

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9103-1272>

e-mail: [omk15@i.ua](mailto:omk15@i.ua)

## ТЕХНОЛОГІЯ НАОЧНОГО НАВЧАННЯ ЯК ПЕДАГОГІЧНА ІННОВАЦІЯ

**Постановка та обґрунтування актуальності проблеми.** Сьогодні педагогічної науки пронизано вітром змін. Застосування в практиці освіти інноваційних методів, форм і технологій навчання вимагає від педагога не тільки фахових знань, а, в першу чергу, готовності до здійснення такої інноваційної діяльності. Досвід показує, що сьогодні у школі уже недостатньо оволодіти методикою навчання предмета. Учня в школі дуже важко здивувати новинками техніки, сучасного обладнання, відео демонстраціями тощо. Ще складніша ситуація із студентами. Однак, помічено їх цікавість до створення чогось своїми руками, такого, що крутиться, шипить, рухається, злітає, загоряється і, можливо, навіть вибухає (в усьому можна знайти баланс між педагогічною доцільністю і безпекою). Тим більше, що такий інтерес підігривається джерелом всіх знань – Інтернетом. Усі, хто може і не може, щось крутять-вертять, доводять теорії, заперечують гіпотези, майструють «вічні» двигуни, генератори «вільної» енергії чи пристосування із підручних засобів, наочно демонструючи результати своїх пошуків. Це викликає природне здивування і бажання повторити.

Саме на цій пересічній і не новій ідеї можна побудувати цілком результативну технологію навчання природничим наукам, зокрема, фізики.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Більш точно ідею такого навчання сформулював Стівен Хоккінг «Світ давно би вимер, якби не дивувався!». Саме подив, на думку багатьох педагогів (Ш. Амонашвіні, І. Ланіна, Н. Талізін та ін.), є рушієм успішного навчання, формування внутрішньої мотивації діяльності, основою формування стійкого пізнавального інтересу до вивчення предмету. Створивши відповідні умови для виникнення цікавості, важливо її не загасити надмірними побоюваннями, пересторогами чи суто теоретизуванням. Дія вимагає негайності випробувати, повторити, зробити краще. Головне дати учням чи студентам цю свободу творчості, утримуючи її в руслі програмного матеріалу, що вивчається.

**Метою статті** є обґрунтування технології

наочного безпосереднього навчання, яке дозволяє у собі реалізувати положення STEM-освіти, зокрема STREAM (R–resource (дослідження)) та технологій SMART, електронного і мобільного навчання.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Нагадаю, що основними елементами будь-якої технології є ідея, ядро (основний зміст) і результат. Основними ж властивостями є доцільність, відтворюваність, продуктивність і безпека. Остання властивість в ході експериментальної діяльності досить доречна.

Не вдаючись до теоретичних викладок [1], продемонструємо ефективність пропонованої технології навчання на прикладі фрагменту заняття з вивчення теми «Електродинаміка», що вивчається в 11 класі в курсі «Методики навчання фізики в старшій школі».

Отже, задача 1 – викликати подив.

... Панове студенте, чи знаєте ви той факт, що у світі винахід радіо приписується аж трьом різним ученим. В Росії і на пострадянському просторі вважають, що це зробив Олександр Попов, в Європі авторство віддають Гульєрмо Марконі, а в США впевнені – що це зробив Микола Тесла.

Давайте з'ясуємо, вклад кожного вченого. (Science) Швиденько знайдіть інформацію про О. Попова, Г. Марконі, М. Тесла та їх патенти. (Студенти за допомогою смартфонів, планшетів, ноутбуків шукають відповідну інформацію в Інтернеті).

Отже, 7 травня 1895 року в Петербурзькому університеті Попов продемонстрував прилад, здатний передавати сигнали. Ці події зафіксовані в протоколі Російського фізико-хімічного товариства «Про відношення металічних порошоків до електричних коливань». Ці порошки і відкрили шлях до практичного використання електромагнітних хвиль.

Завдо до Попова фізики помітили, що металічні ошурки приймають радіосигнал. Проходячи через них електромагнітна хвиля іскрить і окисляє насипану в колбу стружку. Та змінює електропровідність і трохи «зліпається». Щоб повернути «металічним порошокам» попередні властивості їх потрібно струтити. Для цього в 1890

році французький винахідник Едуард Бранлі придумав спеціальний прилад – когерер. (Панове студенти, будь-ласка, уточніть його будову!). На його основі О. Попов і розробив свій прилад для прийому і передачі електричних сигналів і вже у 1896 р. передав осмислене повідомлення на відстань 250 м.

В Європі винахідником радіо вважають італійського вченого Гульєльмо Марконі. Він в 1896 році першим одержав патентний пристрій, здатний передавати і приймати радіохвилі. Його прилад був дуже схожий на винахід як Попова, так і Тесли, а називався «Покращення в передачі електричних імпульсів і сигналів в передавальному апараті». Марконі дійсно покращив чужі винаходи, додавши декілька котушок індуктивності і металевих пластин.

Сербський винахідник Микола Тесла раніше інших вчених наблизився до створення приймача електромагнітних хвиль. Про це він заговорив ще в 1890 р.: «Недорогий апарат дозволить власнику слухати і в морі, і на землі музику чи пісні, мову політичного лідера, видатного ученого чи проповіді священика, що знаходиться на великій відстані». (Art). Можливо так збирався М. Тесла передавати звук?

<https://www.youtube.com/watch?v=Z418tznobkI>

В 1893-му Тесла виступив з доповіддю «Про світло та інші високочастотні явища» в Інституті Франкліна в Філадельфії. Там він описав приймач і передавач, антену, заземлення, контур, котушку індуктивності, конденсатор і навіть гучномовець, придуманий ним ще в Будапешті. Це було майже готове радіо і здавалося б ось воно – відкриття, патент і світова слава. Однак для Тесла безпровідниковий зв'язок був лише частинкою його фантастичного, і здається, цілком здійсненого задуму – передавати електроенергію по всьому світі, не використовуючи провідників. За допомогою величезного резонатора він збирався передавати електричний струм в будь-яку точку планети.

Однак, довгий час Патентне відомство США не видавало Марконі патент на винахід радіо, посилаючись на пріоритет Тесли. Після того, як італієць одержав Нобелівську премію в 1911 р., Тесла подав на Марконі Copyright в суд. Марконі відповів, що американці використовували його патенти під час Першої світової війни і також подав в суд. Тоді США просто віддали патент сербу. Так Тесла офіційно став винахідником радіо в Америці.

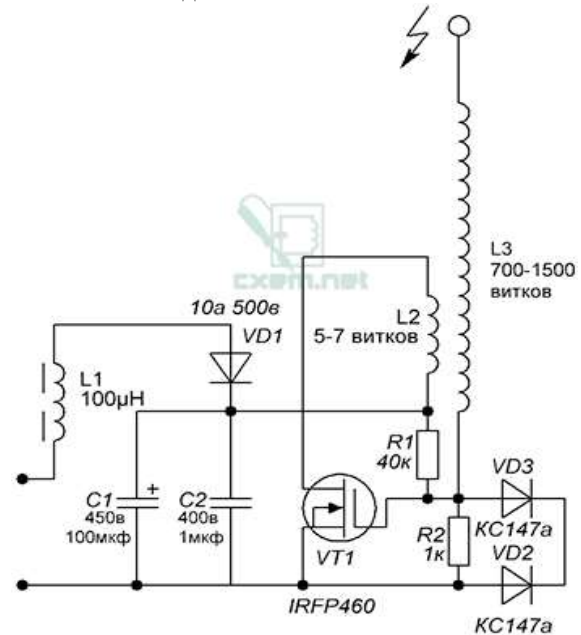
**Задача 2.** Утримання уваги. Пошук (Reseurse). З'ясуємо, яким резонатором збирався Тесла передавати електроенергію без проводів. (Здійсніть пошук типових схем котушки Тесла).

На просторах Інтернету, зокрема YouTube є досить багато різноманітних конструкцій котушки Тесла, яку можна виготовити своїми руками (наприклад, <https://www.youtube.com/watch?v=JoP6q5gGReo>).

Для цього потрібен як основа 20-мл шприц, мідний провідник товщиною 0,13-0,25 мм, транзистор, опір,

10-см відрізок міліметрового мідного дроту і джерело живлення («крона»). Всі інструкції подані у відео.

**Задача 3.** Конструювання. (Engenering, Reseorse, Mathematic, Engenering) *Давайте виготовимо котушки Тесла.* Виготовленої котушки вистачає для демонстрації іскрового розряду, запалювання економ-ламп. Однак, для демонстрації більш серйозних дослідів, описаної моделі не вистачає. Тому скористаємося для розробки котушки Тесла схемою качера Бровіна (запропонованої студентами [4]). Необхідні компоненти подаємо схемою.



**Застереження:** у якості вхідного контуру використовується дросель – котушка, що трансформує напругу 220 В у 600 В. Первинна котушка трансформатора Тесла має 5 витків, вторинна 1200 витків. Таким чином, коефіцієнт трансформації 1:240. Вихідна напруга складає мінімум 10000-12000 В. Вихідна напруга не є небезпечною, оскільки ми працюємо із високо частотним струмом лише 0,002 мкА. Однак, як досягається висока частота коливань? Очевидно, має місце явище резонансу (з теоретичними викладками можна ознайомитися тут – [https://youtu.be/oyODF8FWs\\_8](https://youtu.be/oyODF8FWs_8)). Для розрахунку параметрів котушки Тесла скористаємося калькулятором (за посиланням <https://youtu.be/OM0mwwyAbks>). Високу напругу використовуємо для одержання іскрового розряду («стрімера»), який утворюється на вершині вторинної обмотки (до 10 см).

Небезпеку складає напруга 220 В, а отже треба вживати відповідні заходи безпеки (інструктаж з охорони праці при роботі з побутовими приладами та електробезпеки). Отже, перед демонстрацією дослідів за допомогою котушки Тесла потрібно вжити наступні заходи безпеки: заземлити пристрій, використати електростатичний захисний килимок, витримувати робочий режим – 1 хв демонстрації – 5 хв паузи для уникнення нагрівання приладу. Пам'ятати, що створюється сильне

електромагнітне поле, яке може впливати на роботу цифрових приладів.

*Задача 4.* Апробація (Technology).

*Дослід 1.* Демонстрація іскрового розряду. Стоячи на килимку, можна доторкнутися до іскрового розряду рукою (відчувається легеньке поколювання і світіння пальців)

*Дослід 2.* Іонізація газів. Запалювання ламп денного світла, економ-ламп, світлодіодних ламп. Лампи можна розмістити навколо котушки або утримувати в руках.

Застереження: лампи денного світла утримувати за скло, уникаючи дотику до металічних частин. Економ-лампи та світлодіодні лампи утримувати за металічний цоколь для їх світіння.

*Дослід 3.* Плазмовий розряд. «Плазмова» куля.

Лампою розжарення потужністю 100 і більше ват (можна взяти непрацюючу) доторкнутися до плоскої частини котушки. Спостерігаємо, пробігання плазмових розрядів у вакуумі від провідників до пальців.

Застереження; дослід має бути короткочасний через нагрів лампи розжарення.

*Дослід 4.* Тліючий розряд. У шприц 10 або 20 мл з боку встановлення голки загвинтити шуруп. При дотиканні до плоскої частини котушки і повільному відведенні поршня шприца створюємо розрідження. Повітря в шприці іонізується і світиться синім кольором.

*Дослід 5.* Коронний розряд «Вогні святого Ельма». Поряд з котушкою розмістити платформу із тонкими голками чи спицями. Гострі кінці починають світитися без іскрового розряду.

*Дослід 6.* Ефект Кірліан. Особлива форма коронного розряду.

На заземлену платформу помістити скляну пластину на якій розмістити листок досліджуваної рослини. Листок провідником приєднати до котушки Тесла. Увімкнути котушку. Спостерігаємо коронний розряд. Можна використовувати різні листки рослин і спостерігати різні коронні розряди.

*Дослід 7.* Демонстрація безпровідної передачі електроенергії.

Для демонстрації потрібна котушка від набору з електростатики від генератора Розряд 1 і виток з лампою розжарення 3,5–6 В для демонстрації електромагнітної індукції.

Розміщуємо котушку поряд з котушкою Тесла на відстані 10–15 см.

Вмикаємо котушку і розміщуємо виток на котушці у верхній частині. Через кілька секунд лампочка розжарення загоряється. При цьому виток, котушка і котушка Тесла не з'єднані між собою. Більш вдалим буде дослід, якщо замінити лампочку розжарення на блок світлодіодів від кишенькового ліхтарика.

Змінюючи відстань котушки до качера можна встановити максимальну відстань на якій спостерігається запалювання лампи чи світлодіодів. Запалювання лампи розжарення свідчить, що через нитку розжарення протікає струм напругою не

менше 3,5 В. Цієї напруги може бути достатньо для зарядки телефона.

*Дослід 8.* Запалювання паперу. Іскровий розряд несе досить багато енергії. Її вистачає для запалювання паперу пальцем руки. Увімкнувши качер і розмістивши аркуш паперу над стрімером пальцем руки доторкаємося до аркуша. Іскровий заряд запалює папір.

Застереження: для запобігання пожежі утримуйте в зоні досяжності посудину з водою.

*Дослід 9.* Очищення повітря. Продовження попереднього дослідю може бути іншим. Для демонстрації потрібна посудина (скляний ковпак, 3-х літрова банка). Після загоряння паперу помістити його в посудину. В посудині спостерігається задимлення. Якщо в банку помістити електрод з вістрям і закрити кришкою, то спостерігаємо швидке зникнення диму. Це пояснюється тим, що дим – переважно водяна пара, іонізується під впливом електричного розряду, а домішки осідають на електроді. Системи очищення повітря на основі іонізації встановлюються на підприємствах у умовах запиленого виробництва.

*Дослід 10.* Модель люстри Чижевського. Одним із способів використання іонізації високочастотними струмами є люстра Чижевського – пристрій який очищає повітря і насичує його негативними іонами, які здійснюють позитивний вплив на організм. Винахідником лампи є радянський біофізик Л.А. Чижевський, нобелівський лауреат. Для іонізації використовується напруга в 100000 В. Відома цікава історія. Одного разу радянський фізик нобелівський лауреат І.Є. Тамм серйозно захворів, спостерігалось утруднене дихання. Лікарі поставили невтішний діагноз – вченого очікує невідворотна смерть на протязі тижня. Ніякі ліки не допоможуть. Фізики вирішили в палату до помираючого, як здавалося, Тамма помістити люстру Чижевського. Через два дні стан Тамма покращився і через тиждень Тамм покинув лікарню. Так один нобелівський лауреат врятував іншого нобелівського лауреата [5].

У якості демонстрації можна використати сітку для демонстрації електризації розмістивши її на котушці Тесла. Спостерігається легке світіння.

*Дослід 11.* Дослідження індуктивності магнітного поля котушки Тесла

У сьогоднішніх смартфонів в наявності комплекс сенсорів, які дозволяють здійснювати дослідження навколишнього середовища і встановлювати характеристики фізичних величин. Окрім звичайного мікрофона, гучномовця, акселератора в нових моделях є сенсор Холла – датчик магнітного поля. Він дозволяє виміряти рівень індуктивності магнітного поля. Скориставшись додатком «Смарт-інструменти» або Google-додатком «Науковий журнал» можна здійснити дослідження залежності інтенсивності випромінювання котушки Тесла від відстані. Побудувати графік залежності інтенсивності магнітного поля котушки від відстані.

Застереження. Для уникнення пошкодження

смартфона не наближати пристрій до котушки менше 0,5 м.

*Дослід 12.* Спрінклер Фейнмана. Іонний вітер. Спрінклер (розприскувач) Фейнмана це прилад, який обертається при протіканні через нього рідини або при втягуванні рідини. На звичайному спрінклері на колесі, що вільно обертається, вода за рахунок реактивної тяги, виходячи із сопел буде обертати колесо (саме за таким принципом працює еолопіл Герона Александрійського, паровий двигун античності). Подібну картину можна спостерігати розмістивши пластинку фольги S-подібної форми на вістрі котушки Тесла. Обертання пластинки відбувається за рахунок випромінювання іонів з кінців пластинки. Дослід підтверджує можливість створення іонного двигуна.

*Задача 5.* Закріплення методичних знань. (Technology) Нобелівський лауреат американець Річард Фейнман крім того, що був видатним фізиком, був і непересічним педагогом. Він сформулював 4 кроки навчання, які наводимо нижче.

**Крок 1.** Навчіть цьому дитину. Візьміть чистий аркуш і напишіть, що ви хочете вивчити. Запишіть, все що знаєте про предмет так, якби ви пояснили восьмирічній дитині, яка володіє достатнім словниковим запасом і здатністю концентруватися, щоб зрозуміти базові поняття і відношення. Використайте тільки найпоширеніші слова. Якщо це викликає у вас утруднення, ви чітко зрозумієте, де у вас прогалини. І це добре, це вказує на здатність вчитися.

**Крок 2.** Повторіть. На першому кроці ви неминуче зустрінетесь з труднощами: десь ви забули щось важливе, не змогли пояснити або просто зазнали складності в з'єднанні важливих понять. Це вкрай важливо, тому що ви відкрили межу своїх знань. Компетентність - це знання меж своїх здібностей, і ви тільки що знайшли одну з них! Це точка, де починається навчання. Тепер ви знаєте, в чому заковика, так що поверніться до

вихідного матеріалу і вивчіть його заново, поки ви не зможете пояснити його в простих термінах.

**Крок 3.** Організуйте і спростіть. Тепер у вас є низка рукописних заміток. Перегляньте їх і переконайтеся, що помилково не вписали туди який-небудь професійний термін з вихідного матеріалу. Тепер складіть з них просту розповідь. Прочитайте її вголос. Якщо пояснення не виглядає простим або звучить дивно, це ознака того, що ваші знання все ще потребують доопрацювання.

**Крок 4** (Необов'язковий у Фейнмана і обов'язковий в наш час): Поділіться. Якщо ви хочете бути впевненим у своєму розумінні матеріалу, поділіться своїми знанням з ким-небудь (ідеально, якщо цей хтось дуже погано розбирається в предметі. Або знайдіть 8-річну дитину!). Кращий тест на ваше знання предмета - ваша здатність передати його іншій людині.

На заняттях використання мобільних телефонів не забороняється, а навпаки, вітається. При правильній постановці завдань це інструмент пізнання, а не іграшка. Тож всі досліді мають бути зафотографовані, зафільмовані, передані у власні сторінки інстаграм, телеграм, фейсбук, твіттер та інші соціальні мережі з відповідними поясненнями. Ви не байдикуєте і не розважаєтесь, не втрачаєте час – ви навчаєтесь, досліджуєте, пізнаєте світ, живете повноцінним життям, здобуваєте фах учителя фізики!

Тож, панове студенте, замість звіту, намалюйте коротку розповідь про почуте і побачене на занятті в одному із засобів для створення скрайбінгу [11].

**Висновки та перспективи подальших розвідок напряму.** Таким чином, технологія наочного безпосереднього навчання є реіноваційною технологією, що інтегрує сучасні інноваційні технології навчання. Цей синтез технологій забезпечує розв'язання завдань професійної підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного або природничого профілю.



О. Попов



Е. Бранлі



Г. Марконі



Н. Тесла



І.Е. Тамм



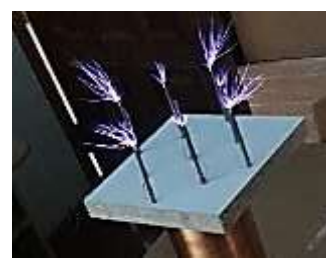
Л.А. Чижевский



Р. Фейнман

Рис. 1. Вчені-фізики





Демонстрації дослідів

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Кух А. М., Костюкевич Д. Я., Елементи технології научного навчання / А.М. Кух, Д.Я. Костюкевич – URL: <http://journals.uran.ua/index.php/2307-4507/article/view/35296/31392> (дата звернення 06.11.2019)

2. Попов, Маркони, Тесла: хто на самом деле изобрёл радио? – URL: <http://4pda.ru/2019/03/20/356496/> (дата звернення 06.11.2019)

3. Бранли Эдуард – URL: <https://www.eduspb.com/node/219> (дата звернення 06.11.2019)

4. Качер Бровина на полевом транзисторе – URL: <https://cxem.net/tesla/tesla39.php> (дата звернення 06.11.2019)

5. Таинственные витамины профессора Чижевского – URL: [http://ecoflash.narod.ru/arx\\_pressa.htm](http://ecoflash.narod.ru/arx_pressa.htm) (дата звернення 06.11.2019)

6. I. С. Тамм. – URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Тамм\\_Ігор\\_Євгенович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Тамм_Ігор_Євгенович) (дата звернення 06.11.2019).

7. Садовий М. І. Історія фізики з перших етапів становлення до початку ХХІ століття: навч. посібн. для студ. ф.-м. фак. вищ. пед. навч. закл. / М.І. Садовий, О.М. Трифонова – Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. – Вид. 2-ге переробл. та доп. – 436 с.

8. Садовий М.І., Трифонова О.М. Місія І.С. Тамма: навч.-метод. посібн. / М.І. Садовий, О.М. Трифонова – Кіровоград: Сабоніт, 2011. – 134 с.

9. Спрінклер Фейнмана – URL: [https://wiki.tntu.edu.ua/Спрінклер\\_Фейнмана](https://wiki.tntu.edu.ua/Спрінклер_Фейнмана) (дата звернення 06.11.2019).

10. Метод самообучення Фейнмана – URL: <https://4brain.ru/blog/метод-самообучения-Фейнмана> (дата звернення 06.11.2019).

11. Метод Фейнмана: три шага, которые позволяют быстро освоить любой предмет. – URL:

<https://ideanomics.ru/articles/7981> (дата звернення 06.11.2019).

12. Як створити комп'ютерний скрайбінг? – URL: <http://teach-hub.com/yak-stvorityu-kompyuternyj-skraybinh/> (дата звернення 06.11.2019).

**REFERENCES**

1. Kukh A.M., Kostyukevych D.YA. *Elementy tekhnolohiyi naochnoho navchannya*. [Elements of visual learning technology.] URL: <http://journals.uran.ua/index.php/2307-4507/article/view/35296/31392>(accessed 06/11/2019).
2. *Popov, Markony, Tesla: kto na samom dele yzobryl radyo?* [Popov, Marconi, Tesla: Who actually invented the radio?]. URL: <http://4pda.ru/2019/03/20/356496/> (accessed 06/11/2019).
3. Branley Edward URL: <https://www.eduspb.com/node/219> (accessed 06/11/2019).
4. *Kacher Brovyna na polevom tranzystore* [Kacher Brovin on FET] URL: <https://cxem.net/tesla/tesla39.php> (accessed 06/11/2019).
5. *Tainstvennyye vitaminy professora Chizhevskogo* [Professor Chizhevsky's mysterious vitamins.] URL: [http://ecoflash.narod.ru/arx\\_pressa.htm](http://ecoflash.narod.ru/arx_pressa.htm) (accessed 06/11/2019)
6. I. YE. Tamm. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Тамм\\_Ігор\\_Євгенович](https://uk.wikipedia.org/wiki/Тамм_Ігор_Євгенович)(accessed 06/11/2019).
7. Sadovyi, M. I., Tryfonova, O. M. (2013) *Istoriya fizyky z pershykh etapiv stanovlennya do pochatku XXI stolittya* [History of physics from the first stages of formation to the beginning of the XXI century]. Kirovohrad.
8. Sadovyi, M. I., Tryfonova, O. M. (2011) *Misiya I. YE. Tamma* [The mission of I. E. Tamma].
9. Feynman's Sprinkler URL: [https://wiki.tntu.edu.ua/Спрінклер\\_Фейнмана](https://wiki.tntu.edu.ua/Спрінклер_Фейнмана) (accessed 06/11/2019).
10. *Metod samoobuchenyua Feynmana* [Feynman's self-study method] URL: <https://4brain.ru/blog/метод-самообучения-Феймана> (accessed 06/11/2019)
11. *Metod Feynmana: tri shaga, kotoryye pozvolyayut bystro osvoit lyuboy predmet* [Feynman method: three steps that allow you to quickly master any subject] URL: <https://ideanomics.ru/articles/7981> (accessed 06/11/2019)
12. *Yak stvorityu kompyuternyy skraybinh?* [How to create computer scribing?] URL: <http://teach-hub.com/yak-stvorityu-kompyuternyj-skraybinh/> (accessed 06/11/2019)

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**КУХ Аркадій Миколайович** – доктор педагогічних наук, професор кафедри методики викладання фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

**Наукові інтереси:** методика навчання фізики в загальноосвітній школі, методика навчання фізики у вищій школі, дидактика професійної освіти, технології навчання, компетентнісний підхід у навчанні, інформаційно-комунікаційні технології в освіті та науці, комп'ютеризація навчального фізичного експерименту, організація освітнього середовища з фізики.

**КУХ Оксана Михайлівна** – асистент кафедри інформатики Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка.

**Наукові інтереси:** інформаційна культура, інформаційно-комунікаційні технології в освіті, конструювання тестів.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

**KUKH Arkadiy Mykolayovych** – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of Methods of Teaching Physics and Disciplines of the Technological Educational Branch of Kamianets-Podilskiy National University named after Ivan Ogienko.

**Circle of research interests:** methodology of teaching physics in secondary school, methodology of teaching physics in higher education, didactics of vocational education, technology of teaching, competence approach in education, information and communication technologies in education and science, computerization of educational physical experiment, organization of educational environment .

**KUKH Oksana Mykhaylivna** – Assistant, Department of Informatics of Kamianets-Podilskiy National University named after Ivan Ogienko.

**Circle of research interests:** Information culture, information and communication technologies in education, test design.

Стаття надійшла до редакції 23.11.2019 р.