

ІННОВАЦІЙНІ ЗАСОБИ ТА ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ З ФІЗИКИ В УМОВАХ РОЗВИТКУ STEM-ОСВІТИ В ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Кузьменко Ольга

Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету
(Кропивницький)

Анотація. Стаття присвячена особливостям вивчення курсу фізики у вузах технічного профілю в умовах розвитку Концепції STEM-освіти. Важливою дидактичною проблемою є теоретичне обґрунтування та розробка технологій STEM-навчання у вищій школі, і зокрема при вивченні природничо-математичних та інженерних дисциплін. Метою статті є розгляд інноваційних технологій навчання, що доцільно використовувати у навчальному процесі з фізики в умовах розвитку STEM-освіти в вищих навчальних закладах технічного напрямку.

В багатьох країнах поняття STEM-освіти все активніше впроваджується в різні освітні програми, створюються STEM-центри, проводяться міжнародні конференції.

На базі Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету створено STEM-центр, основною метою якого є забезпечення інформаційного супроводу методичної роботи педагогічних працівників навчальних закладів та мотивація студентів вивчати інженерні дисципліни.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці методики навчання фізики з використанням інноваційних технологій в умовах розвитку STEM-освіти.

Ключові слова: навчальний процес, фізика, STEM-центр, STEM-освіта, засоби навчання, інноваційні технології, вища освіта, технічний напрямок навчання.

Постановка проблеми. Запорукою успішного економічного розвитку України та її конкурентоспроможності є висококваліфіковані фахівці, особливо у виробничих сферах найбільший дефіцит спостерігається за такими професіями як інженери-технологи та конструктори. Стрімко зростає попит на ІТ-спеціалістів. Водночас, за даними різних досліджень, близько 70% учнів випускних класів не знають ким би хотіли працювати.

В такому контексті відбувається переорієнтація освітнього процесу на розвиток особистості. Це вимагає вдосконалення усієї системи освіти, а

відповідно й методики навчання дисциплін, зокрема фізики із врахуванням вимог та особливостей STEM-освіти.

Отже, виникає потреба, щоб фізика сприймалась суб'єктом навчання не просто як перелік відкриттів чи наявність формул, а цілеспрямовано формувала наукове мислення студентів у процесі пізнання навколишнього світу.

Аналіз актуальних досліджень. Основу методики навчання фізики у вищій школі з урахуванням сучасних тенденцій розвитку освіти, досліджували в свої роботах О. Бугайов, П. Атаманчук, С. Величко, В. Вовкотруб, С. Гончаренко, І. Кучерук, М. Мартинюк, Л. Осадчук, М. Садовий, Б. Сусь, М. Шут та ін.

Впровадженню STEM-освіти в навчальних закладах різного профілю приділили увагу такі вітчизняні науковці, як Д. Васильєва, О. Воронкін, С. Кириленко, Л. Клименко, В. Мачуський, Н. Морзе, І. Пархоменко, Н. Поліхун, І. Савченко, В. Сіпій, О. Стрижак, І. Чернецький та ін.

Метою статті є розгляд інноваційних технологій навчання, що доцільно використовувати у навчальному процесі з фізики в умовах розвитку STEM-освіти в вищих навчальних закладах технічного напрямку.

Методи та методики. Досліджуючи дану проблему нами використовувались теоретичні методи, а саме: аналіз підручників, методичних посібників і публікацій, що відображають проблему дослідження, з метою виявлення сучасних фізичних наукових положень та досягнень, тенденцій розвитку методики навчання фізики у ВНЗ в умовах розвитку STEM-освіти.

Виклад основного матеріалу. STEM-освіта - це низка чи послідовність курсів або програм навчання, яка готує суб'єктів навчання до успішного працевлаштування, до освіти після школи або для того й іншого, вимагає різних і більш технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять.

Акронім STEM з'явився у загальному використанні після засідання міжвідомчої наради з наукової освіти, що проводилася в Національному науковому фонді США, яку очолив директор NSF Рита Колвелл [5]. Директор відділу науки «Розвиток робочої сили для вчителів та науковців» Пітер Фальєтра запропонував перейти від старого скорочення «МЕТС» до STEM. Одним із перших проектів NSF з використанням акроніму став STEMТЕС, відділу освіти в галузі науки, техніки та математики в Університеті штату Массачусетс Амхерст, який фінансується з 1998 році [6].

Наведемо приклади похідних розвитку поняття STEM в табл.1.

Таблиця 1

Поняття	Назва на англійській мові	Назва на українській мові
STM	Scientific, Technical, and Mathematics; ^[4] or Science, Technology, and Medicine; or Scientific, Technical, and Medical.	наука, технології та математика або наука, технологія та медицина, або наука, техніка та медицина.
eSTEM	environmental STEM [8; 9]	екологічний STEM.
iSTEM	invigorating Science, Technology, Engineering, and Mathematics; identifies new ways to teach STEM-related fields.	підсилювач науки, технології, інженерії та математики; виявлено нові способи навчання галузей, пов'язаних із STEM.
STREM	Science, Technology, Robotics, Engineering, and Mathematics; adds robotics as a field.	наука, технологія, робототехніка, інженерія, математика.
STREAM	Science, Technology, Robotics, Engineering, Arts, and Mathematics; adds robotics and arts as fields.	наука, технологія, робототехніка, інженерія, мистецтво та математика.
STEAM	Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics [10].	наука, техніка, машинобудування, мистецтво та математика.
STREM	Science, Technology, Robotics, Engineering, and Multimedia; adds robotics as a field and replaces mathematics with media.	наука, технології, робототехніка, техніка та мультимедіа; додає робототехніку і замінює математику засобами масової інформації.
GEMS	Girls in Engineering, Math, and	дівчата в галузі інженерії,

	Science); used for programs to encourage females to enter these fields.[12; 11]	математики та науки; використовується для заохочення жінок до введення цих полів.
STEMM	Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Medicine	наука, техніка, інженерія, математика та медицина.
AMSEE	Applied Math, Science, Engineering, and Entrepreneurship.	прикладна математика, наука, інженерія та підприємництво.

Багато організацій у Сполучених Штатах керуються вказівками Національного наукового фонду про те, що являє собою поле STEM. NSF використовує ширше визначення предметів STEM таких як, хімія, комп'ютерна та інформаційна технології, наука, техніка, наука про Землю, біологічні науки, математичні науки, фізика та астрономія, соціальні науки (антропологія, економіка, психологія та соціологія), а також STEM дослідження освіти та навчання [3;17]. Право на отримання стипендійних програм, таких як Програма стипендіатів CSM STEM, використовує структура NSF [16].

NSF є єдиним американським федеральним агентством, місія якого включає підтримку всіх галузей фундаментальної науки та техніки, крім медичних наук [17]. Дисциплінарні програми включають стипендії з таких галузей, як біологічні науки, комп'ютерні та інформаційні науки, інженерія, освіта та людські ресурси, екологічні дослідження та освіта, геологія, міжнародна наука та інженерія, математичні та фізичні науки, соціальні та економічні науки, кіберінфраструктура та полярні програми [15].

В Україні 22 червня 2015 року в Міністерстві освіти та науки України відбувся круглий стіл, присвячений розвитку STEM-освіти, на якому були присутні представники провідних установ, ініціатив, проектів у сфері освіти всіх рівнів (загальноосвітньої, профільної, позашкільної, дошкільної, вищої), а також було створено робочу групу з питань впровадження STEM-освіти в Україні Наказ МОН України від 29.02.2016 № 188.

Одним із шляхів модернізації освітньої системи України є впровадження в навчальний процес інноваційних педагогічних технологій і методів.

Інноваційні технології в освітньому просторі являють собою частину процесу створення, упровадження і поширення нового в освіті. Розвиток інноваційних технологій в освіті здійснюється на основі нормативної бази, а саме: закону України «Про інноваційну діяльність»; закону України «Про вищу освіту»; закону України «Про наукову та науково-технічну діяльність»; плану заходів щодо впровадження STEM-освіти в Україні на 2016-2018 роки, затвердженого Міністерством освіти і науки України 05.05.2016 року та рішення Колегії Міністерства освіти і науки України від 21.01.2016 року - протокол №1/1-4 «Про форсайт соціо-економічного розвитку України на середньострокову (до 2020 року) і довгострокову (до 2030 року) часових горизонтах (у контексті підготовки людського капіталу); Наказ МОН від 29.02.2016 №188 «Про утворення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні»; положення, про створення Всеукраїнського науково-методичного віртуального STEM-центру, що має рекомендаційний характер.

До інноваційних технологій в освіті відносяться такі форми, як дистанційна освіта, комбінована освіта, створення і розповсюдження відкритих освітніх порталів, таких як prometheus, wsis-community, intuit, а також STEM-освіта. Яка постійно розвивається і набуває нових форм – STEAM-освіта і далі STREAM-освіта. В кожному з цих форм додається новий елемент, який наповнює освіту новим змістом щодо розвитку творчого підходу до набуття нових знань і вміння їх використовувати. Завдяки інформаційним та телекомунікаційним технологіям, а також принципам самоосвіти ці форми можна використовувати на всіх етапах освіти від дошкільної до підвищення кваліфікації, що створює процес безперервної освіти людини впродовж всього її життя.

Реформування вищої освіти України, як відомо, ґрунтується на таких засадах: 1) по-перше, це національна ідея вищої освіти, зміст якої полягає у

збереженні і примноженні національних освітніх традицій. Вища освіта покликана виховувати громадянина держави Україна, гармонійно розвинену особистість, для якої потреба у фундаментальних знаннях та підвищенні загальноосвітнього і професійного рівня асоціюється зі зміцненням своєї держави; 2) по-друге, розвиток вищої освіти повинен підпорядковуватись законам ринкової економіки; 3) по-третє, розвиток вищої освіти слід розглядати у контексті тенденцій розвитку світових освітніх та європейських систем.

Врахувавши зазначені засади, звернемо увагу на нову тенденцію розвитку STEM - освіта, зокрема у процесі вивчення фізики в вищих навчальних закладах (ВНЗ) технічного профілю, яка активно розвивається в країнах Євросоюзу, та набуває свого розвитку в Україні, що є актуальною проблемою для розробки нових програм, методів навчання з фізики для ВНЗ технічного напрямку.

До інноваційних засобів STEM-навчання належать: авіамоделювання, аеродинаміка, мікроелектроніка, цифрове обладнання, робототехніка, LEGO, 3D принтери, сучасне лабораторне обладнання.

Розглянемо інноваційний комплект для вивчення інтерференції світла представлений німецькою компанією «Phywe», яка пропонує використання сучасного обладнання, що має різні прилади та пристрої для дослідження та вивчення оптичних явищ [2].

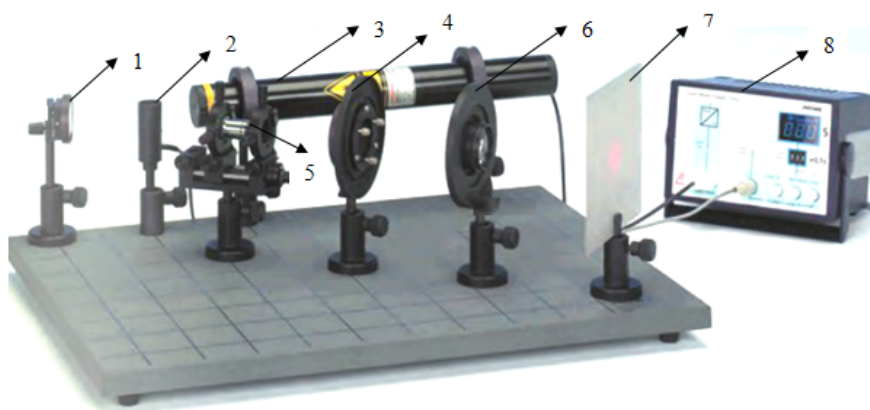


Рисунок 1 Установа для дослідження кілець Ньютона: 1 -лінза; 2 – магнітна стопа для оптичної лави; 3-лазер; 4- лінза; 5 -утримувач; 6-лінза; 7-екран; 8-джерело живлення

Технічні характеристики

Таблиця 2

№ п/п	Назва елементу	Код	Кількість
1	Оптична лава з гумовими стопами	08700.00	1
2	Лазер, He-Ne, 5 мВт	08701.00	1
3	Електропостачання для лазера, 5 мВ	08702.93	1
4	Утримувач, 35×35 мм	08711.00	1
5	Зовнішнє дзеркало, 30×30 мм	08711.01	1
6	Ахроматичний об'єктив	62174.20	1
7	Невеликий отвір, 30 мікрон	08743.00	1
8	Ковзаючий горизонтальний пристрій	0817.00	1
9	ху пристрій	08714.00	2
10	Адаптер кільцевого пристрою	08714.01	1
11	Магнітна стопа для оптичної лави	08710.00	5
12	Ньютоновські лінзи для оптичної лави	08730.02	1
13	Лінзовий утримувач	08723.00	1
14	Лінза, що рухається, $f=+50$ мм	08020.01	1
15	Екран, прозорий з утримувачем	08732.00	1
16	Вимірювальна стрічка, $l = 2$ м	09936.00	1
17	Лазер, He-Ne 0.2/1.0 мВт, 220 V АС або діодний лазер 0.2/1.0 мВт, 635 нм	08180.93 08760.99	1 1

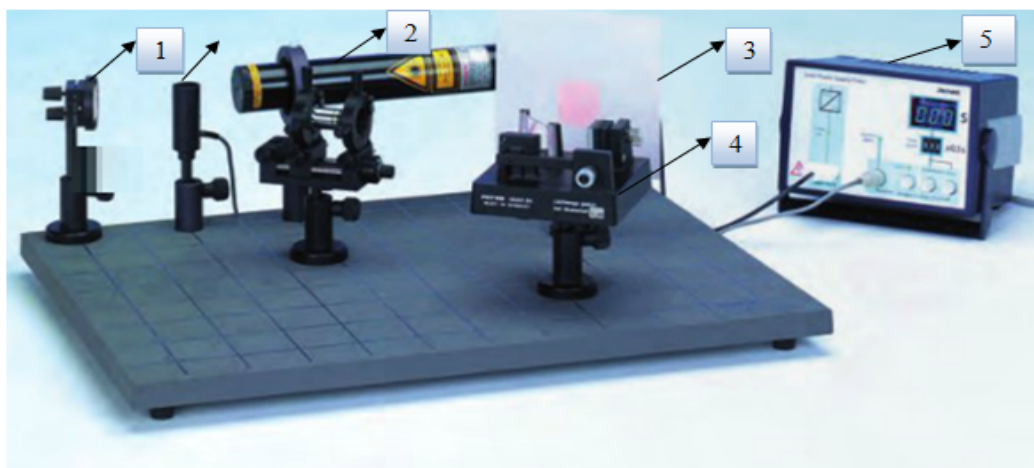


Рисунок 2 Інтерферометр Майкельсона на оптичній базовій платформі: 1- лінза; 2- інтерферометр Майкельсона; 3- екран; 4- магнітна стопа для оптичної базової платформи; 5 – джерело живлення

Технічні характеристики

Таблиця 3

№ п/п	Назва елемента	Код	Кількість
1	Оптична базова тарілка з гумовими стопами	08700.00	1
2	Лазер, He-Ne, 5 мВ	08701.00	1
3	Електропостачання для лазера, 5 мВ	08702.93	1
4	Утримувач	08711.00	1
5	Зовнішнє дзеркало 30×30 мм	08711.01	1
6	Магнітна стопа для оптичної базової платформи	08710.00	4
7	Інтерферометр Майкельсона	08557.00	1
8	Ахроматичний об'єктив 20×N.A. 0.45	62174.20	1
9	Невеликий отвір, 30 мікрон	08743.00	1
10	Ковзаючий горизонтальний пристрій	08713.00	1
11	ху пристрій	08714.00	2

12	Адаптер кільцевого пристрою	08714.01	1
13	Екран білий, 150 × 150 мм	09826.00	1
14	Лазер, He-Ne 0.2/1.0 мВт, 220 V АС або діодний лазер 0.2/1.0 мВт, 635 нм	08180.93	1
		08760.99	1

На базі сучасного обладнання розроблено комплекс дослідів та лабораторних робіт з оптики [2], які апробовані ВНЗ різного профілю навчання.

В сучасних умовах перед подальшим вдосконаленням фізичної освіти постає проблема ознайомлення та виконання суб`єктами навчання різного рівня завдань, які є різноманітними за обсягом та глибиною розгляду навчального матеріалу, запровадженням у навчальний процес доцільних методів, прийомів, підходів та засобів навчання, що відповідають інтересам, здібностям, можливостям студентів у процесі навчання фізики в умовах розвитку STEM-освіти.

Важливим аспектом для реалізації STEM-напряму є розробка навчальних експериментів з використанням інноваційних технологій навчання, які передбачають на основі самостійної пізнавальної діяльності суб`єктів навчання поступово й постійно поглиблювати вивчення фізичних явищ, розширювати теоретичні знання та експериментальні вміння студентів у використанні навчального обладнання та використанні фізичних досліджень, широко запроваджувати лабораторні роботи і фізичні практикуми дослідницького характеру, демонстраційні досліди, що передбачають вивчення конкретних фізичних величин, встановлення співвідношень між ними, перевірку основних фізичних законів, закономірностей та наслідків, що випливають із фундаментальних фізичних теорій.

Висновок. Ефективною дидактичною системою для формування в студентів різних вищих навчальних закладів технічного профілю навчання знань з фізики є:

1) модернізований навчальний фізичний експеримент фізики на основі сучасного обладнання [1; 2], (демонстрації і досліди викладача, роботи фізичного практикуму), що передбачає суттєву активізацію пошуково-пізнавальної діяльності студентів у процесі навчання;

2) самостійні завдання різних рівнів складності з фізики;

3) використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій навчання [1], програмно-педагогічних засобів навчання (ППЗ) [1], що гарно поєднуються з фізичним експериментом під час вивчення загального курсу фізики.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці методики навчання фізики з використанням інноваційних технологій в умовах розвитку STEM-освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борота В.Г. Механика и молекулярная физика: Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по физике на базе комплекта «L-микро»./ В.Г. Борота, О.С. Кузьменко, С.А. Остапчук. – 2-е изд., перераб. и доп. – Кировоград: КЛА НАУ, 2012. – 68 с.

2. **Кузьменко О.С.** Интерферометри. Фізичний практикум з оптики з новим та нетрадиційним обладнанням: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. / Кузьменко О.С., Садовий М.І., Вовкотруб В.П.– Кировоград: Вид-во КЛА НАУ, 2015. – 214 с.

3. Primer A. [«Science, Technology, Engineering, and Mathematics \(STEM\) Education / A. Primer»](#). - Режим доступу до ст. : <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42642.pdf>. - Назва з екрану.

4. William E. Marshall [«Guest commentary: A «STEM» in Collier County to reach their future»](#) / William E. Marshall. - Режим доступу до ст. : <http://archive.naplesnews.com/opinion/perspectives/guest-commentary-a-stem-in-collier-county-to-reach-their-future-2392f62e-9c19-2198-e053-0100007f6ee5-341858231.html/> - Назва з екрану.

5. <https://www.fivecolleges.edu/partnership/programs/past-programs/stemtec>

6. Ken Whistler «Encoding Additional Mathematical Symbols in Unicode (revised)» / Ken Whistler. - Режим доступу до ст. : <http://www.unicode.org/L2/L2000/00119-math.pdf> - Назва з екрану.

7. <http://www.reyn.org/protected/GeneralError.aspx?aspxerrorpath=/abouwater-chartstem.aspx>

8. Arbor Height Elementary to implement «eSTEM» curriculum in coming years. - Режим доступу до ст. : <https://www.westsideseattle.com/search/site/west%20seattle%20herald%202013%2004%2030%20news%20arbor%20heights%20elementary%20implement%20estem%20curricul> - Назва з екрану.

9. Anna Feldman [«STEAM Rising: Why we need to put the arts into STEM education»](#) / Anna Feldman - Режим доступу до ст. :

http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2015/06/steam_vs_stem_why_we_need_to_put_the_arts_into_stem_education.html - Назва з екрану.

10. [«Virginia Tech and Virginia STEAM Academy form strategic partnership to meet critical education needs»](https://vtnews.vt.edu/articles/2012/07/073112-uged-steampartnership.html) - Режим доступу до ст. : <https://vtnews.vt.edu/articles/2012/07/073112-uged-steampartnership.html> - Назва з екрану.

11. [«Girls in Engineering, Math and Science \(GEMS\)»](https://www.grasp.upenn.edu/programs/girls-engineering-math-and-science-gems) - Режим доступу до ст. : <https://www.grasp.upenn.edu/programs/girls-engineering-math-and-science-gems> - Назва з екрану.

12. [«Annual Report - Lee Richardson Zoo»](http://leerichardsonzoo.org/AnnualReports/2007%20Zoo%20Annual%20Report.PDF) - Режим доступу до ст. : <http://leerichardsonzoo.org/AnnualReports/2007%20Zoo%20Annual%20Report.PDF>. – Назва з екрану.

13. [«STEM Education in Southwestern Pennsylvania»](http://leerichardsonzoo.org/AnnualReports/2007%20Zoo%20Annual%20Report.PDF) - Режим доступу до ст. : <http://leerichardsonzoo.org/AnnualReports/2007%20Zoo%20Annual%20Report.PDF>. – Назва з екрану.

14. Morella, Michael «U.S. News Inducts Five to STEM Leadership Hall of Fame» / Morella, Michael – Режим доступу до ст. : <http://leerichardsonzoo.org/AnnualReports/2007%20Zoo%20Annual%20Report.PDF>. – Назва з екрану.

15. Kakutani, Michiko «Bill Clinton Lays Out His Prescription for America's Future» / Kakutani, Michiko – Режим доступу до ст. : https://en.wikipedia.org/wiki/Science,_technology,_engineering,_and_mathematics – Назва з екрану.

16. <https://www.nsf.gov/pubs/2012/nsf12599/nsf12599.htm#appendix>

17. «ISTEM – College of Southern Maryland».- Режим доступу до ст. : <http://www.csmd.edu/error.html> - Назва з екрану.

Kuz`menko O.S.

Kirovohrad Flying Academy of the National Aviation University

INNOVATIVE TOOLS AND FORMS OF THE ORGANIZATION OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN PHYSICS IN DEVELOPMENT CONDITIONS

STEM-EDUCATION IN HIGHER EDUCATIONAL STUDENTS

The article is devoted to the peculiarities of studying the course of physics in higher educational institutions of the technical profile in the context of the development of the Concept of STEM-education. An important didactic problem is the theoretical substantiation and development of STEM-learning technologies in higher education, in particular in the study of natural sciences and engineering disciplines. The purpose of the article is to review innovative teaching technologies that are expedient to use in the educational process in physics in the context of the development of STEM education in higher education institutions of technical direction.

In many countries, the concept of STEM education is increasingly being implemented in various educational programs, STEM centers are being created, international conferences are being held.

One of the ways to modernize Ukraine's educational system is to introduce educational pedagogical technologies and methods into the educational process.

The STEM Center was established on the basis of the Kirovohrad Aircraft Academy of the National Aviation University, the main purpose of which is to provide information support to the methodical work of teaching staff of educational institutions and to motivate students to study engineering disciplines.

Innovative technologies in education include forms such as distance education, combined education, the creation and distribution of open educational portals such as prometheus, wsis-community, intuit, and STEM-education. Which is constantly evolving and acquiring new forms - STEAM-education and further STREAM-education. Each of these forms is accompanied by a new element that fills education with new content for developing a creative approach to acquiring new knowledge and the ability to use them.

Thanks to information and telecommunication technologies, as well as the principles of self-education, these forms can be used at all stages of education from preschool to advanced training, which creates the process of continuous education of a person throughout his life.

Prospects for further research are the development of a methodology for teaching physics using innovative technologies in the context of the development of STEM education.

Key words: *educational process, physics, STEM-center, STEM-education, teaching aids, innovative technologies, higher education, technical direction of training.*

Кузьменко О.С.

Кировоградская летная академия Национального авиационного университета
**ИННОВАЦИОННЫЕ СРЕДСТВА И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО
ПРОЦЕССА ПО ФИЗИКЕ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ В
ВЫСШИХ ТЕХНИЧЕСКИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

Статья посвящена особенностям изучения курса физики в вузах технического профиля в условиях развития Концепции STEM-образования. Важной дидактической проблемой является теоретическое обоснование и разработка технологий STEM-обучения в высшей школе, и в частности при изучении естественно-математических и инженерных дисциплин. Целью статьи является рассмотрение инновационных технологий обучения и их использования в учебном процессе по физике в условиях развития STEM-образования в высших учебных заведениях технического направления.

Ключевые слова: *учебный процесс, физика, STEM-образование, STEM-центр, средства обучения, инновационные технологии, высшее образование, техническое направление обучения.*

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Кузьменко Ольга Степанівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізико-математичних дисциплін Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету, докторант кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: методика навчання фізики в в вищих навчальних закладах в умовах розвитку STEM-освіти.