

3. Kovalenko, R.V. (2015) *Sovremennyye polimernyye materialy i tehnologii 3D-pechati* [Modern polymer materials and 3D printing technologies]. Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta.

4. https://espreso.tv/news/2015/08/03/dyzyayner_prezentu_vala_pershu_kolekciyu_odyagu_stvorenogo_na_3d_prynteri

5. <https://3dprinter.ua/3d-printer-dlya-pechati-odezhdy-uzhe-reality/>

6. <http://lady.tochka.net/ua/71056-novyiy-vitok-razvitiya-mody-odezhda-napechatannaya-na-3d-printere-foto/>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

КОСЯК Інна Василівна – доцент, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри промислової інженерії та сервісу Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Наукові інтереси: професійна підготовка майбутніх педагогів професійного навчання.

МІЩІШИНА Анна – студентка 4-го курсу Інженерно-педагогічного факультету Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Наукові інтереси: професійна освіта.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

KOSIAK Inna Vasyivna – associate professor, candidate of pedagogical sciences, associate professor of the department of industrial engineering and service of the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanov.

Circle of research interests: professional training of future teachers of professional training.

MISHCHISHYNA Anna Serhiyivna – is a student of the 4th year of the Engineering and Pedagogical Department of the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanov.

Circle of research interests: professional training of future teachers

Дата надходження рукопису 10.04.2018 р.

Рецензент – к.пед.н., доцент О.В. Абрамова

УДК 53(07)

КУЗЬМЕНКО Ольга Степанівна –

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри фізико-математичних дисциплін

Львівської академії Національного авіаційного університету,

докторант кафедри фізики та методики її викладання

Центральноукраїнського державного педагогічного університету

імені Володимира Винниченка

ORCID ID 0000-0003-4514-3032

e-mail: Kuzimenko12@gmail.com

STEM-МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНИМ ДИСЦИПЛІНАМ В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Викладання у закладах вищої освіти направлено на випуск конкурентоспроможних фахівців, і однією з важливих складових у інженерної підготовки є навчання навичкам моделювання та проектування. Конкурентоспроможність в закладах вищої освіти досягається за рахунок того, що студентам надається можливість виконання завдання як традиційним методом проектування і аналізу проєктів, так і з використанням систем автоматизованого проектування, впроваджених в такі дисципліни, як інженерна графіка, проектування механізмів і машин, деталі машин і основи конструювання, які пов'язані з фізикою – фундаментальною дисципліною, що вивчається студентами на першому курсі в Львівській академії Національного авіаційного університету.

Проблема моделювання – одна з найважливіших методологічних проблем, що розглядається в контексті розвитку STEM-освіти, а саме у навчальному процесі з фізики, біології, хімії, кібернетики. З іншого боку, моделювання постає як метод, що знайшов широке застосування в теорії й методиці навчання фізики. Зокрема, у роботах О.І. Бугайова, С.Ю. Каменецького, Л.Р. Калапуші, В.П. Орехова, А.В. Павленка, М.І. Садового,

О.В. Сергєєва, Н.А. Солодухіна та ін. досліджено різноманітні аспекти застосування цього методу в навчальному процесі з фізики.

Існує багато досліджень щодо застосування методу моделювання в інформаційно-комунікаційних технологіях навчання фізики, що розглянуті в дослідженнях С.П. Величка, В.П. Вовкотруба, П.М. Прудського, І.В. Сальник, Н.Л. Сосницької, Т.Н. Яценко, В.П. Муляр, В.Г. Гриценка, О.М. Желюка, М.І. Садового, Н.В. Подопрігори та ін.

Проблема застосування методу STEM-моделювання як засобу підготовки студентів у процесі навчання фізики до використання технологій навчання недостатньо досліджена в науково-методичній літературі.

Мета статті: розгляд поняття моделювання та основних засобів STEM-моделювання, що використовуються у навчальному процесі фізики та дисциплін професійного напрямку в закладах вищої освіти технічного профілю на засадах STEM-освіти.

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 закладах вищої освіти в контексті розвитку STEM-освіти.

У процесі дослідження вирішувалися такі завдання: 1) визначити зміст категорії моделювання в аспекті розробки й застосування STEM-технологій навчання фізики; 2) розглянути STEM-моделі та сучасні засоби навчання, що слід використовувати у навчальному процесі фізики з урахуванням міждисциплінарних зв'язків в закладах вищої освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Історію становлення, розвитку та практичного використання методу моделювання умовно можна поділити на чотири періоди.

1. Використання моделей без теоретичного обґрунтування для пояснення будови речовини та дослідження різноманітних фортифікаційних споруд, мостів, будинків тощо (V ст. до н.е. – XVII ст. н.е.). Моделювання на емпіричному рівні використовував Демокріт, Епікур, Леонардо да Вінчі [1].

2. Створення теоретичної основи методу моделювання, що стимулювало розвиток його нових можливостей у становленні наукових теорій та проведенні широких експериментальних досліджень (XVII ст. н.е.). Цей період розвитку методу моделювання започаткували у своїх працях Г. Галілей, І. Ньютон та ін.

3. Філософське та методологічне дослідження процесу моделювання як потужного методу наукового пізнання (XX ст.) Фундаментальні дослідження у цій галузі зробили такі вчені, як М.Г. Алексєєв, М.М. Амосов, В.М. Глушков, Ю.А. Жданов, П.М. Кедров, І.Б. Новік, В.О. Штофф та інші.

4. Дослідження дидактичних можливостей методу моделювання та їх використання у навчальному процесі вищої школи.

Під моделлю розуміють мисленнєво або реально створену структуру, що відтворює ту або іншу частину частину в спрощеній і наочній формах. Модель – це не теорія, а те, що описується цією теорією, - своєрідний предмет теорії. Модель – завжди деяка конкретна побудова в тій або іншій формі чи ступені наочності, завершена й доступна для розгляду й практичної дії. Загальною властивістю всіх моделей є їхня здатність так чи інакше відображати дійсність, зокрема поєднання питань теорії й практики формування дієвих знань [1; 2].

Моделювання як засіб под ©Кузьменко О.С., 2018 об'єкта, який ще не існує в реальності, дозволяє: прокрутити, поріняти та оцінити технології навчання; імітувати реальні процеси навчання; прийняти результат одного з альтернативних варіантів вирішення педагогічних проблем [1].

При розробці STEM-технологій навчання необхідно передбачити її динамічний характер: процес навчання фізики відбувається в часі, студент освоює нову для нього діяльність від простих елементів до складніших і, нарешті, переходить до

оволодіння повноцінною навчальною діяльністю. Але при моделюванні технології навчання фізики цей рух має зворотний напрям – від цілісної діяльності до складових її частин і, нарешті, до елементів, при цьому не можна втратити ті взаємозв'язки, які забезпечують цілісність технології навчання.

STEM-моделювання навчання фізики передбачає ієрархічну переробку комплексу цілей, завдань, інваріантів, задач і вправ як моделі навчальної діяльності шляхом: аналізу навчальної діяльності та виявлення типових навчальних завдань, задач і вправ; визначення місця цієї системи у змісті навчання; вибір форм організації навчального процесу і методів навчання в їх поєднанні, характерному для певної технології навчання, що найбільше відповідає змістові цих завдань, інваріантів, задач і вправ.

Велика кількість різноманітних моделей, які використовуються у наукових дослідженнях, привела до необхідності відповідним чином їх класифікувати. В основу запропонованої класифікації моделей покладено ті їх властивості, які є засобом відображення частини об'єктивної дійсності з метою глибшого її пізнання. Більшість авторів, які займаються дослідженням методу моделювання (В.А. Веніков, І.Б. Михайлов, І.Б. Новік, В.О. Штофф та ін.) ділять всі існуючі моделі на два великі класи, залежно від того, якими засобами здійснюється моделювання: 1) матеріальні моделі; 2) мислені моделі.

До першого класу належать моделі, зібрані з речових елементів. Другий клас – це мислені моделі, що складаються з наочно поданих або логічно осмислених елементів, між якими існують відповідні закономірні зв'язки. Кожен з цих класів моделей можна поділити ще на кілька видів (рис. 1)

Розглянемо один із видів STEM-моделювання, 3D-моделювання (тривимірне моделювання) - це процес розробки математичного зображення будь-якої поверхні об'єкта у трьох вимірах за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Продукт називається 3D-моделлю. Модель також може бути фізично створена за допомогою 3D-друкарських пристроїв.

Програмне забезпечення 3D-моделювання - це клас програмного забезпечення тривимірної комп'ютерної графіки, що використовується для створення 3D-моделей. Індивідуальні програми цього класу називаються моделюванням або моделями.

Тривимірні (3D) моделі представляють собою фізичне тіло, що використовує набір точок у тривимірному просторі, пов'язаних різними геометричними сутностями, такими як трикутники, лінії, криволінійні поверхні та ін.

3D-моделі використовуються в будь-якій точці 3D-графіки та CAD. Сьогодні 3D-моделі використовуються в різних областях науки та техніки.

3D-моделі мають на дві категорії.

Solid-моделі – визначають об’єми об’єкта, який вони представляють. Тверді моделі переважно використовуються для інженерного та медичного моделювання, і зазвичай побудовані з конструктивною твердою геометрією

Корпус-моделі – представляють поверхню, наприклад границю об’єкту, а не його об’єм. Майже всі візуальні моделі, що використовуються в іграх та фільмах, є моделями оболонки.

Розглянемо три способи представлення STEM-моделі:

1. *Полігональне моделювання.* Точки у тривимірному просторі, що називаються вершинами, з’єднані лінійними сегментами для формування багатокутної сітки. Величезна більшість 3D-моделей являють собою текстуровані багатокутні моделі, оскільки вони є гнучкими, і комп’ютери можуть робити їх швидко. Проте, багатокутники є плоскими і можуть наблизитися лише до кривих поверхонь, використовуючи багато полігонів.

2. *Криві моделювання.* Поверхні визначаються кривими, на які впливають вагові контрольні точки. Крива вибудовується точками (але не обов’язково інтерполювати). Типи кривих включають неоднорідний раціональний B-сплайн (NURBS), сплайси, патчі та ін.

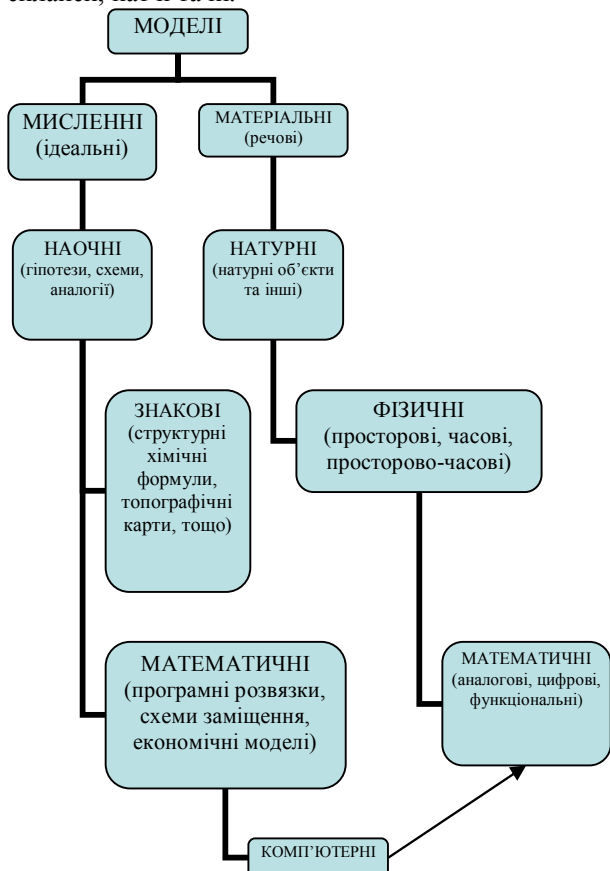


Рис. 1. Представлення однієї з класифікацій наукових моделей

3. *Цифрова скульптура.* Новий метод моделювання, 3D-скульптура стала дуже популярною впродовж кількох років. В даний час існує три типи цифрових скульптур:

1) переміщення, яке найчастіше використовується серед програм в цей момент використовується щільна модель; 2) об’ємна, вільно заснована на вокселях, має аналогічні можливості, як зміщення, але не розтягує багатокутник, коли їх недостатньо для досягнення деформації; 3) динамічна тесселяція подібна до вокселю, але розділяє поверхню, використовуючи триангуляцію, для підтримки гладкої поверхні та додання точніших деталей.

STEM-моделювання можна виконувати за допомогою спеціальних програм (наприклад, Cinema 4D, Maya, 3ds Max, Blender, LightWave, Modo КОМПАС, APM, Tflex, AutoCAD, ANSYS, Comsol, Simufac, Adams, Nastran) або різних складових в програмах (Shaper, Loftor в 3ds Max,) чи мови опису (як у POV-Ray).

Наприклад, для студентів Льотної академії Національного авіаційного університету напрямку підготовки інженер по технічному обслуговуванню, ремонту і технічній діагностиці авіаційної техніки цікавими для використання будуть наступні програми:

APM – програмні продукти інженерного аналізу (CAE), призначені для моделювання інженерних конструкцій з метою отримання оптимальних проектно-конструкторських рішень і автоматизації підготовки конструкторської документації. Ці продукти можна ефективно використовувати при проведенні наукових досліджень і виконанні експертних робіт, при навчанні студентів, аспірантів і магістрантів технічних університетів і перепідготовки інженерних кадрів, для аналізу критичних ситуацій і реалізації інших цілей і завдань у всіх без винятку сферах інженерної діяльності [3; 5].

TFlex – професійна конструкторська програма, що об’єднує в собі найпотужніші параметричні можливості 2D і 3D-моделювання. Tflex CAD відрізняється особливою продуктивністю і стабільністю і пропонує інноваційні інструменти для створення спеціалізованих систем автоматизованого проектування в області трубопроводів, металоконструкцій, електричних схем, будівельних і багатьох інших конструкцій. Система орієнтована на професіоналів в області проектування, містить всі необхідні інструменти для розрахунку, конструювання і підготовки виробництва конструкцій всіх рівнів складності.

AutoCAD – дво і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення, розроблена компанією Autodesk. AutoCAD і спеціалізовані додатки на його основі активно застосовуються в машинобудуванні, будівництві, архітектурі та інших галузях промисловості [5; 6].

ANSYS – універсальна програмна система елементного аналізу. ANSYS важлива для вирішення лінійних і нелінійних, стаціонарних і нестационарних просторових задач механіки деформованого твердого тіла та механіки конструкцій, включаючи нестационарні геометрично і фізично нелінійні задачі контактної взаємодії

елементів конструкції, завдань механіки рідини і газу, теплопередачі і теплообміну, електродинаміки, акустики, а також механіки пов'язаних полів. Моделювання та аналіз в деяких областях промисловості дозволяє уникнути дорогих і тривалих циклів розробки типу «проекування – виготовлення – випробування» [3].

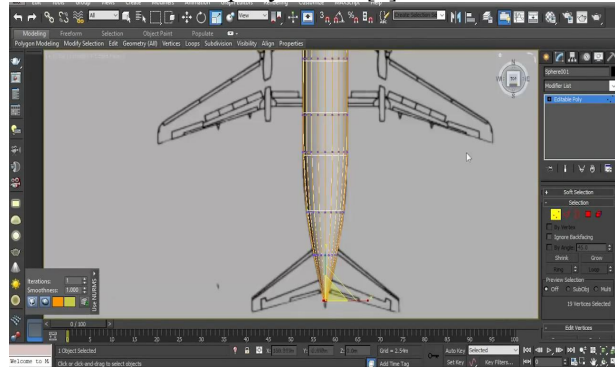


Рис. 2 Робоче вікно програми AutoCAD. Побудова 3-х вимірної моделі літака

Comsol призначений для моделювання будь-яких складних фізичних явищ – електричних, механічних, гідродинамічних і хімічних. Додаткові модулі розширюють можливості платформи мультіфізичного моделювання, забезпечуючи моделювання в специфічних областях науки і техніки та інтеграцію з програмними пакетами сторонніх розробників і їх функціями [7]. Представлення модулів програми наведено на рис.3.

Simufac – система комп'ютерного моделювання для розрахунку процесів деформування металів в процесах кування і об'ємного штампування при проектуванні штампового оснащення. Дозволяє оптимізувати температурношвидкісні, що враховують напруженнодеформованого стан, умови процесів, а також проектувати оптимальні технології. Цьому сприяє адекватність моделей технологічного процесу, а також точний опис реологічного поведінки металу в умовах деформації [7].

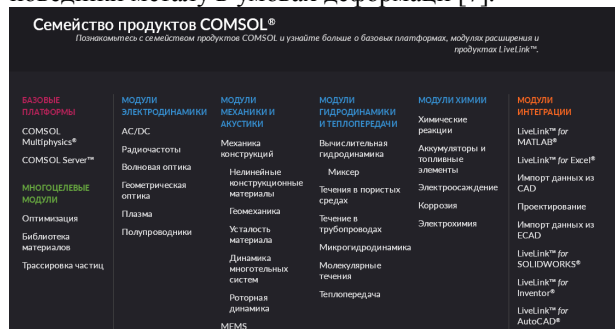


Рис. 3. Модулі програми Comsol

Adams – найбільш широко застосовуваний програмний комплекс для віртуального моделювання складних машин і механізмів. Adams використовується для розробки і вдосконалення конструкцій – від простих механічних і електромеханічних пристроїв до автомобілів і літаків, залізничної техніки і космічних апаратів [8].

Nastran забезпечує повний набір розрахунків, включаючи

напруженнодеформованого стану, власних частот і форм коливань, аналіз стійкості, рішення задач теплопередачі, дослідження сталих і несталих процесів. Поряд з розрахунком конструкцій він може використовуватися і для оптимізації проектів. Останню можна проводити для задач статичної, стійкості, сталих і несталих динамічних перехідних процесів, власних частот і форм коливань. Nastran також включає унікальну функцію оптимізації конструкції з необмеженими змінами її геометричної форми [10].

3D-друк, один із засобів впровадження STEM-освіти у навчальний процес вивчення природничо-технічних дисциплін. 3D-друк - це форма технології виробництва добавок, коли тривимірний об'єкт створюється шляхом встановлення або виготовлення з послідовних шарів матеріалу [11; 12]. Прикладні програми є невід'ємною частиною професійної діяльності інженерів, тому на їх освоєння потрібен певний час. В силу обмеження навчальним планом аудиторних занять доцільно поетапне вивчення програмних продуктів, починаючи з широко застосовуваних у всіх галузях і закінчуючи спеціальними професійними прикладними програмами.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Отже, використання STEM-моделювання в навчальному процесі з фізики та професійно-технічних дисциплін є доцільним, а їх застосування в процесі підготовки інженерів сприяє кращій взаємодії студентів в єдиному інформаційному просторі. Все це дозволяє підготувати конкурентноспроможного, професійно компетентного фахівця, затребуваного на сучасному ринку праці, що є актуальним на даному етапі розвитку освіти та науки. Перспективи подальших досліджень полягають у розробці методики навчання фізики з використанням інноваційних технологій в умовах розвитку STEM-освіти.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Ахундов М.Д. О математическом атомизме Демокрита / М.Д. Ахундов // Труды XIII Международного конгресса по истории науки. – Секция III, IV. – М.: Наука, 1974. – С.101-111.
2. Веников В.А. О моделировании / В.А. Веников. – М.: Знание, 1974. – 63 с.
3. Денисов М.А. Компьютерное проектирование. ANSYS.: учебное пос. Министерство образования и науки РФ, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. / Денисов М.А. – Екатеринбург, 2014. – С. 77.
4. Калапуша Л.Р. Моделювання у вивченні фізики : монографія / Л.Р. Калапуша. – К.: Рад.шк., 1982. – 160 с.
5. Шелофаст В. Программные продукты компании НТЦ «АИМ» – новые возможности и перспективы/ В. Шелофаст, С. Розинский // САПР и графика. 2015. – № 8 (226). – С. 52-58.
6. Фрей Д. Изучаем AutoCAD® 2007 и AutoCAD® LT 2007 с самого начала. AutoCAD® 2007 и AutoCAD® LT 2007: Практическое руководство / Д. Фрей; [пер. с англ. И.Л. Волкова]. – Москва, 2008. – 688 с.

7. Comsol. Программный пакет для мультифизического моделирования / URL: <https://www.comsol.ru/products>.
 8. Simufact Forming / URL: <http://www.lavteam.org/tags/Simufact>.
 9. Adams – система виртуального моделирования машин и механизмов / URL: <http://rusapr.ru/prod/progs/element.php?ID=835>.
 10. САПР для машиностроения и промышленного производства / Инженерные расчеты и моделирование технологических процессов / MSC. Nastran / URL: <http://www.cad.ru/ru/software/detail.php?ID=3181>.
 11. Konica Minolta. 3D Scanning Advancements in Medical Science. – 2011 Режим доступа: https://en.wikipedia.org/wiki/3D_modeling.
 12. What is 3D Printing? The definitive guide. - 2017 Режим доступа: <https://www.3dhubs.com/what-is-3d-printing>.

REFERENCES

1. Ahundov, M.D. (1974) *O matematicheskoy atomizme Demokrita* [Trudy XIII Mezhdunarodnogo kongressa po istorii nauki]. Moskva.
 2. Venikov, V.A. (1974) *O modelirovanii*. Moskva.
 3. Denisov, M.A. (2014) *Komp'yuternoe proektirovanie. ANSYS* [Uchebnoe posobie Ministerstvo obrazovaniya i nauki RF, Ural'skiy federal'nyy universitet im. pervogo Prezidenta Rossii B.N. El'sina.]. Ekaterinburg.
 4. Kalapusha, L.R. (1982) *Model'juvannja u vyvchenni fizyky* [monografija]. Kyiv.
 5. Shelofast, V., Rozinskij, S. (2015) *Programmnye produkty kompanii NTC «APM» — novye vozmozhnosti i perspektivy* [SAPR i grafika].
 6. Frej, D. (2008) *Izuchaem AutoCAD® 2007 i AutoCAD® LT 2007 s samogo nachala. AutoCAD® 2007 i AutoCAD® LT 2007* [Prakticheskoe rukovodstvo]. Moskva.
 7. Comsol. *Programmnyj paket dlja mul'tifizicheskogo modelirovaniya* / URL: <https://www.comsol.ru/products>.

8. Simufact Forming / URL: <http://www.lavteam.org/tags/Simufact>.
 9. Adams – sistema virtual'nogo modelirovaniya mashin i mehanizmov / URL: <http://rusapr.ru/prod/progs/element.php?ID=835>.
 10. Nastran, MSC *SAPR dlja mashinostroenija i promyshlennogo proizvodstva* [Inzhenernye raschety i modelirovanie tehnologicheskikh processov] / URL: <http://www.cad.ru/ru/software/detail.php?ID=3181>.
 11. Konica, Minolta (2011) *3D Scanning Advancements in Medical Science* / URL: https://en.wikipedia.org/wiki/3D_modeling.
 12. What is 3D Printing? The definitive guide. (2017) URL: <https://www.3dhubs.com/what-is-3d-printing>.

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.

Наукові інтереси: методика навчання фізики в закладах вищої освіти в умовах розвитку STEM-освіти.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

KUZ'MENKO Olga Stepanovna – is Ph.D., associate professor, associate professor of the Department of Physical and Mathematical Sciences of the Flight Academy of the National Aviation University, doctoral student of the Department of Physics and its teaching methods at the Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko.

Circle of research interests: the methodology of teaching physics in higher education institutions in the conditions of development of STEM-education.

Дата надходження рукопису 01.04.2018 р.
 Рецензент – к.техн.н., доцент А.І. Ткачук

УДК 53(07)

КУЗЬМЕНКО Ольга Степанівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри фізико-математичних дисциплін Льотної академії Національного авіаційного університету, докторант кафедри фізики та методики її викладання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка
 ORCID ID 0000-0003-4514-3032
 e-mail: Kuzimenko12@gmail.com
ШУЛЬГІН Валерій Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри обслуговування повітряного руху, декан факультету льотної експлуатації Льотної академії Національного авіаційного університету
 ORCID ID 0000-0001-7938-8383
 e-mail: VAShulgin@ukr.net

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧНА СКЛАДОВА STEM-ОСВІТИ ЯК ЧИННИК ІНТЕГРОВАНОГО ПІДХОДУ В ДОСЛІДЖЕННІ ДИНАМІКИ РУХУ ЛІТАКА

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Нова парадигма вищої освіти потребує суттєвих змін і у системі вищої освіти, що має забезпечувати якісну підготовку кваліфікованого

фахівця з технічного напрямку навчання. В останні роки сформувалися нові тенденції і підходи до навчання фундаментальних дисциплін, зокрема фізики, та дисциплін професійного профілю в

©Кузьменко О.С., Шульгін В.А., 2018