

- Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2018. – Випуск 24: Stem-інтеграція як важлива передумова управління результативністю та якістю фізичної освіти. – 194 с. – С. 105-107.
8. Форкун Н.В. Навчання фізики в старшій школі на засадах компетентнісного підходу / Н.В. Форкун // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей. – 241 с. – С. 54-56.
9. Хуторської А. Ключові освітні компетентності. – URL: <http://osvita.ua/school/theory/2340/>

**О. А. Чадаєва**

*Каменець-Подільський національний університет  
імені Івана Огієнка*

#### **ДИДАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРЕДМЕТНО-МИРОВОЗРЕНЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ФИЗИКИ**

Знання і компетентність стали найбільш цінним товаром, серед яких важке місце зайняли фізичні знання. Фізичні знання і компетентності отримують на заняттях як універсальними, так і потрібними багатьом професіям. Тому важким стає формування предметно-світоглядних компетентностей – навчання розв'язувати проблеми і прийняття рішень, навчання працювати з інформацією – її пошуку, аналізу і обробки, навчання комунікації і співпраці і тому подібне. В статті проаналізована проблема формування світоглядних компетентностей у учнів старших класів в процесі вивчення фізики. Обґрунтовано важливість отримання суб'єктом досвіду, який він зможе використати в повсякденному житті. Показано, що його наявність сприяє

активному розвитку педагогічного кредо майбутнього спеціаліста фізики. Матеріал даної статті робить акцент на те, що світоглядна компетентність є чимось більшим, ніж просто вміння, яке отримується в часі навчального процесу, це реальна сфера відносин, яка існує між знаннями і життєвими реальностями.

**Ключевые слова:** фізика, дидактика фізики, компетентність, світогляд, педагогічне кредо, старша школа, навчальний процес.

**O. Chaadaieva**

*Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University*

#### **DIDACTIC ASPECTS OF FORMATION OF SUBJECT- WORLDVIEW COMPETENCE OF FUTURE SPECIALISTS OF PHYSICAL**

Knowledge and competence have become the most valuable commodity, including physical knowledge. Physical knowledge and competences gained in the classes are universal, because they are necessary for people of many professions. Therefore, it becomes important to develop of subject-worldview competencies – problem-solving and decision-making skills, information-seeking skills – searching, analysing and processing, communication and collaboration skills, etc. The article analyses the problem of the formation of subject-worldview competencies in high school students in the process of studying physics. Justified is the importance of the subject acquiring experience that he can use in everyday life. It is shown that its presence contributes to the active development of the pedagogical credo of the future physicist. The material of this article focuses on the fact that ideological competence is something more than just the skill that a student acquires during the educational process, this is a real sphere of relationships that exists between knowledge and life realities.

**Key words:** physics, physics didactics, competence, worldview, pedagogical credo, high school, educational process.

*Отримано: 20.05.2019*

УДК 37.016

DOI: 10.326626/2307-4507.2019-25.111-114

**В. С. Щирба, О. В. Фуртель**

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
e-mail: victor.shchyryba@gmail.com*

#### **ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МАЙБУТЬОГО ФАХІВЦЯ ІТ-ПРОФІЛЮ В УМОВАХ STEM-ОРІЄНТОВАНОЇ ОСВІТИ**

Освіта з використанням STEM-технологій є основою підготовки фахівців в галузі високих технологій. Їх представниками можна вважати фахівців ІТ-технологій. Особливо яскраво використання STEM-орієнтованих технологій проявляється в організації навчального процесу при вивченні різного роду предметів, пов'язаних з математичним моделюванням. На прикладі моделі оптимізаційної задачі керування динамічною моделлю показано специфіку прояву та взаємозалежність усіх чотирьох складових STEM-технологій при підготовці фахівців ІТ-технологій, для яких характерне лише уявлення про фізичну суть задачі, технологічні процеси, що проявляються в ній, та відносно не складний математичний апарат прикладного характеру, який використовується для побудови моделі.

**Ключові слова:** STEM-технології, технології навчання, математичне моделювання.

У науково-публіцистичних роботах, аналізуючи сучасний стан та тенденції розвитку суспільства, все частіше серед визначальних факторів росту виділяють стрімку еволюцію технологій і подають, як очевидне, що незабаром найбільш популярними і перспективними на планеті фахівцями стануть програмісти, ІТ-фахівці, інженери, майстри в галузі високих технологій. Навіть така потужна держава як Німеччина сьогодні готова прийняти тисячі фахівців з цього напрямку.

У віддаленому майбутньому з'являться професії, про які зараз навіть уявити важко, всі вони будуть по-

в'язані з технологією і високо технологічним виробництвом на стику з природничими науками. Особливо будуть великі потреби в фахівцях ІТ-, біо- і нанотехнологій.

Не можна помітити, що сучасний фахівець будь-якої галузі повинен володіти компетентностями пов'язаними з ІТ-технологіями. Тут уже не обійтись лише навичками користувача комп'ютерної техніки. Передбачається творча, науково-дослідницька робота з використанням комп'ютерної техніки.

Стрімкий розвиток досягнень нанотехнологій та сучасного високо технологічного виробництва вимагає

кардинальних змін і у процесі освоєння природничо-математичних дисциплін. Тут також не обійтися без навчально-дослідницької та науково-дослідницької роботи з використанням ІТ-технологій. В світовій практиці стала широко використовуватися STEM-освіта.

«STEM є аббревіатурою «Наука, технологія, інженерія і математика» і школи STEM фокусується на цих предметах, щоб допомогти молоді нашої країни набути навиків, необхідних для досягнення успіхів у сучасному непростому світі. Це включає в себе здатність критично мислити, розв'язувати складні проблеми і стимулювати прогрес в науці і техніці» [2].

Окрім того, що STEM-освіта – це одна з основних тенденцій у світовій системі освіти, звертаємо увагу, що акронім STEM вживається для позначення популярного освітнього напрямку, що охоплює чотири складових, а саме: природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics). Він спрямований на посилення реалізації навчальних програм природничо-наукового компоненту за допомогою інноваційних технологій. Технології використовують навіть у вивченні творчих та мистецьких дисциплін із зосередженістю на науці, технології, інженерії та математиці.

Боляче, але не можемо не звернути увагу на те, що в нашій країні лише іноді говорять про це. Справи ідуть далеко не так. Освіта в країні до цього часу заповітризована і зорієнтована на гуманітарний напрямок. Згадаємо хоча б систему тестування ЗНО. Математику лише пропонують ввести обов'язковим компонентом. Не дивлячись на те, що прохідні бали на ІТ-спеціальності досить високі, а конкурс в найпотужніші університети країни за найпопулярнішими ІТ-спеціальностями був більшим ніж 10 осіб на одне місце щасливого студента, в десятку ТОП спеціальностей попали лише спеціальності гуманітарного напрямку за винятком стоматології (міжнародне право – 194,25, міжнародні відносини, суспільні комунікації та регіональні студії – 194,0, міжнародні економічні відносини – 190,84, стоматологія – 189,176, політологія – 189,125, журналістика – 188,75, медична психологія – 186,9, культурологія – 185,691, історія та археологія – 185,05, публічне управління та адміністрування – 183,804).

Але життя вносить свої корективи і в освіту вони також неминуче прийдуть. Брак кадрів ІТ-спеціальностей відчувають усі держави, які є лідерами в економічному розвитку. В нашій країні в урядових колах обговорюється ідея створити Фонд розвитку людського капіталу для ІТ-галузі, який би керував самою галуззю. Кошти цього фонду планують направляти на стипендії талановитих студентів, гранти для молодих вчених і створення освітньої інфраструктури. В Уряді сподіваються, що через 10 років кількість працівників у цій галузі зросте зі 165 тисяч до 650 тисяч осіб. Але, знову ж таки, наголошується що головною проблемою залишаються кадри.

Логічно поставити питання – як підготувати таких спеціалістів, використовуючи технології STEM-освіти?

По-перше, хочемо зазначити, що хаотично, безсистемно ці технології постійно були присутніми в організації активного навчального процесу, але хотілося б щоб це навчання було більш зорганізованим, планомірним і ціленаправленим, адже це не просто передача знань від викладача до студентів, а спосіб творчого осмислення і усвідомлення.

По-друге, тут чітко проявляється тенденція самоосвіти, направленість на самовдосконалення.

Найбільш ефективно використовувати STEM-технології можна при вивченні різного роду спецкурсів та

дисциплін вільного вибору студентів, де немає потреби дотримуватися тексту класичних фундаментальних літературних джерел.

Хочеться зупинитися на прикладі вивчення курсу «Моделювання складних математичних систем» або інших курсів пов'язаних з проблемами моделювання. Тут відразу доводиться зупинитися на сучасних проблемах природничих наук та технологій, що використовуються при їх розв'язанні.

Можна на пропозицію самих студентів використати який-небудь динамічний процес з механіки, що найбільш знайомий широкому колу студентської молоді, спрощений дифузійний процес, наприклад, в задачах екології, що зацікавить студентів своєю актуальністю, чи мікроекономічну задачу, яка досить часто зустрічається в повсякденному житті [3]. Щоправда, остання задача пізніше (при побудові і дослідженні моделі) буде гасити бажання розробляти математичну модель через величезну кількість вхідних параметрів. Тому не ініціюємо її використання.

Тут потрібно вибрати задачу, яка є для студентів новою і її розв'язання, з поміж іншого, вимагає різних і більше технічно складних навичок, зокрема із застосуванням математичних знань і наукових понять. Звичайно, найбільш раціонально вибрати задачу, яка була б основою підготовки фахівців в області високих технологій, але в реаліях нашого навчального закладу це практично не реально, оскільки навчання в університеті не акцентується на вузьку спеціалізацію.

Зазвичай, ми пропонуємо оптимізаційну задачу дослідження польоту ракети. Спочатку коротенько знайомимо із актуальністю, а головне, з основними техніко-технологічними параметрами цієї задачі.

Задачу можна вважати актуальною, оскільки сьогодні наша країна перебуває в умовах, так званої, гібридної війни і для обороноздатності країни важливим є питання міцності збройних сил, однією з складових яких виступають ракетні війська.

Розглядаючи питання про задачі управління ракетами (тут можна навести приклади цілого ряду оптимізаційних задач), потрібно вказати характеристику цього виду озброєння.

В мережі Інтернет розміщено цілий ряд матеріалів на цю тему. За основу можна взяти сімейство балістичних оперативно-тактичних ракетних комплексів класу земля-земля Іскандер [1].

Серед бойових характеристик виділяємо такі:

- радіус попадання: 10-30 м (в залежності від застосовуваної системи наведення); 5-7 м («Іскандер-М» із застосуванням ракети з кореляційною системою наведення);
- стартова маса ракети 3 800 кг;
- маса бойової частини 480 кг;
- довжина 7,2 м;
- діаметр 920 мм;
- швидкість ракети після початкової ділянки траєкторії 2 100 м/с. Максимальна висота траєкторії 50 км;
- мінімальна дальність ураження цілі 50 км;
- максимальна дальність ураження цілі 500 км Іскандер-К (500 км з крилатою ракетою Р-500, за деякими джерелами до 700 км), 280 км Іскандер-Е (експортний) і ряд інших, які будуть використовуватися в математичній моделі.

Оскільки студенти не є фахівцями в цій галузі, то доцільно роз'яснити що означають ці параметри. Це і є головним завданням такої складової STEM-технології як природничі науки.

Інші характеристики (час до пуску першої ракети, інтервал між запусками тощо), які не будуть використуватися в математичній моделі, наводити не доцільно.

Що стосується технологій, то головна задача полягає у виведенні формули обчислення траєкторії, яка описується системою диференціальних рівнянь, що описує рух матеріальної точки у, так званій, стартовій системі координат:

$$\begin{cases} \dot{x} = V_x, \\ \dot{y} = V_y, \\ \dot{z} = V_z, \\ \dot{V}_x = \frac{F_x}{m}, \\ \dot{V}_y = \frac{F_y}{m}, \\ \dot{V}_z = \frac{F_z}{m}. \end{cases}$$

Не розкриваючи суть параметрів цієї системи, хочемо зазначити, що у студентів з'являється почуття страху (тоді про творчу ініціативу можна забути), коли вони одержують модель у вигляді диференціального рівняння. Завдання технологічної складової забезпечити чітке розуміння фізичного змісту першої та другої похідної (не подобається їм писати похідну шляху по часу, нехай використовують поняття миттєвої швидкості і позначають не як похідна, а традиційно літерою  $V$ ).

Не менш складним технологічної складової є задача визначення сили тяги двигуна. Силу тяги реактивного двигуна визначають на основі закону збереження кількості енергії. Загальний вираз для визначення величини сили тяги реактивного двигуна отримують виходячи із закону про зміну кількості руху потоку газу, який проходить через сопло двигуна.

На підставі дослідження польотів об'єктів з реактивними двигунами встановлено ряд функціональних залежностей, які стосуються роботи двигуна, зокрема, показано, що сила тяги двигуна в атмосфері на висоті  $h$  залежить від сили тиску атмосфери на цій висоті та площі сопла.

Її можна визначати за співвідношеннями

$$P_{Дв}(h) = P_{\infty} - S_{\alpha} \cdot P_{\alpha}(h),$$

якщо  $P_{\infty} \geq S_{\alpha} \cdot P_{\alpha}(h)$ , і дорівнює нулю, якщо  $P_{\infty} < S_{\alpha} \cdot P_{\alpha}(h)$ , де

- $S_{\alpha}$  – площа сопла;
- $P_{\infty}$  – сила тяги двигуна у невагомості;
- $P_{\alpha}(h)$  – тиск атмосфери на висоті  $h$ , який визначається таблицями за властивостями атмосфери.

Наступним кроком технологічної складової буде усвідомлення використання аеродинамічної сили.

За означенням аеродинамічна сила – це сила, з якою зустрічний рухомий повітряний потік діє на поверхню твердого тіла. Дослідження аеродинамічних сил відбувається на експериментальних стендах і за результатами експериментів складається ряд таблиць. Вектор аеродинамічних сил залежить від геометричних розмірів ракети, швидкості ракети та фізичних параметрів атмосфери. Він обчислюється за формулами:

$$f_x = -C_x \cdot q \cdot S; f_y = C_n^{\alpha} \cdot q \cdot S \cdot \alpha; f_z = -C_n^{\beta} \cdot q \cdot S \cdot \beta,$$

де  $S = 0,6735 \text{ м}^2$  – площа Міделя,  $q$  – динамічний тиск, що визначається співвідношенням  $q = \rho \cdot V^2 / 2$  кгс/м<sup>2</sup>, де  $\rho$  – значення густини атмосферного повітря на відповідній висоті,  $V$  – абсолютне значення швидкості.

Значення аеродинамічних коефіцієнтів  $C_x$  та  $C_n^{\alpha}$  визначаються за даними натурних спостережень і задаються таблицею значень. Вони залежать від числа Маха  $M = V/a$ , де  $a = 20.04\sqrt{T}$ ,  $T$  – температура атмосфери в Кельвінах на відповідній висоті польоту і безпосередньо від висоти польоту або опосередковано від сили гравітації на цій висоті,  $\alpha$  і  $\beta$  – значення кутів повороту руля та закриток.

Хочемо ми чи ні, але для чіткого розуміння поведінки моделі в розрізі технологічної складової STEM-освіта потрібно вдумливо і наочно формувати нові знання студентів.

Завдання математичної складової полягатиме у формуванні матриць переходу від стартової до імпульсної системи координат та ряді інших математичних перетворень.

І, нарешті, технічну творчість ми вбачаємо у майстерності фахівців ІТ-технологій будувати на основі математичної моделі комп'ютерну модель і проводити комп'ютерні експерименти та робити висновки про оптимізацію траєкторії польоту.

Отже, можна планувати освітній процес і для інших прикладних задач. Відмінність полягатиме лише у внутрішньому наповненні конструктивної схеми STEM-технологій.

#### Список використаних джерел:

1. «Искандер» против Patriot: почему американская ПРО бессильна против российской ракеты. – URL: <https://tvzvezda.ru/news/forces/content/201610250852-ogbc.htm>
2. Морзе Н. Презентація STEAM-освіта / Н.Морзе. – URL: <http://www.stemschool.com/>
3. Сергиенко И.В. Системный анализ многокомпонентных распределенных систем / И.В. Сергиенко, В.С. Дейнека. – Киев : Наук. думка, 2007. – 639 с.
4. Щирба О.В. Побудова математичних моделей для обчислення фазових траєкторій літальних апаратів в умовах захисних маневрів / О.В. Щирба // Математичне та комп'ютерне моделювання. Серія: Технічні науки. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. – Вип. 13. – С. 201-212.

В. С. Щирба, О. В. Фуртель

Каме́нець-Подольський національний університет  
імені Івана Огієнка

#### ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА ИТ-ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ STEM-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ

Образование с внедрением STEM-технологий является основой подготовки специалистов в области высоких технологий. Их представителями можно считать специалистов ИТ-технологий. Особенно ярко использования STEM-ориентированных технологий проявляется в организации учебного процесса при изучении различного рода предметов, связанных с математическим моделированием. На примере модели оптимизационной задачи управления динамической моделью показано специфику проявления и взаимозависимость всех четырех составляющих STEM-технологий при подготовке специалистов ИТ-технологий, для которых характерно только представление о физической сути задачи, технологические процессы, проявляющиеся в ней, и относительно не сложный математический аппарат прикладного характера, который используется для построения модели.

**Ключевые слова:** STEM-технологии, технологии обучения, математическое моделирование.

V. S. Shchirba, O. V. Furtel

*Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University*

**TECHNOLOGIES FOR FORMING A TRAINING PROCESS  
FOR PROFESSIONAL COMPETENCE OF THE FUTURE  
IT PROFESSIONAL SPECIALIST IN THE CONDITIONS  
OF STEM-ORIENTED TRAINING**

Education with the introduction of STEM-technologies is the basis for training specialists in the field of high technologies. Their representatives can be considered IT-technology specialists. The use of STEM-oriented technologies is especially pronounced in the organization of the educational process in the study of various kinds of subjects

related to mathematical modelling. Using the model of the optimization task of managing the dynamic model as an example, the specificity of manifestation and interdependence of all four components of STEM-technologies in the training of IT-technology specialists is shown, which are characterized only by an idea of the physical nature of the task, the technological processes that appear in it, and the relatively simple mathematical apparatus of the applied character that is used to build the model.

**Key words:** STEM-technology, learning technology, mathematical modelling.

*Отримано: 16.05.2019*