

С.В. Подлесний, О.М. Олійник

*Донбаська державна машинобудівна академія
(м. Краматорськ, Україна)*

**ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ВИКЛАДАННІ БІОМЕ-
ХАНІКИ СТУДЕНТАМ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
«ФІЗИЧНА КУЛЬТУРА І СПОРТ»**

Sergey Podlesy, Oleg Oliynyk

*Donbass State Engineering Academy
(Kramatorsk, Ukraine)*

**USING STEM TECHNOLOGIES IN TEACHING BIOMECHANICS TO
SPECIALTY STUDENTS
«PHYSICAL CULTURE AND SPORT»**

Анотація. Суспільство висуває певні вимоги до формування необхідних знань, навичок і професійних компетенцій у сучасного фахівця спеціальності 017 «Фізична культура і спорт», використовуючи, в тому числі, знання в галузі біомеханіки. Біомеханіка є міждисциплінарною наукою і використовує знання теоретичної механіки, фізики, анатомії, фізіології, біології, математики, моделювання, інформатики. Цілком логічно для вдосконалення викладання курсу біомеханіки використання інноваційної методики STEM-освіти. У статті показаний приклад застосування STEM-технології в курсі біомеханіки. Застосування сучасних освітніх STEM-технологій і проблемно орієнтованого навчання дає позитивний ефект посилення якості підготовки і формування майбутнього фахівця у галузі фізичної культури, який буде конкурентоспроможним на європейському та світовому ринках праці.

Ключові слова: біомеханіка, професійні компетенції, інновації, STEM-освіта, методика, освітні технології, фізична культура і спорт.

Annotation. Society puts certain demands on the formation of the necessary knowledge, skills and professional competences in the modern specialist specialty 017 «Physical culture and sport», using, including knowledge in the field of biomechanics. Biomechanics is a multidisciplinary science and uses knowledge of theoretical mechanics, physics, anatomy, physiology, biology, mathematics, modeling, computer science. It is logical to use the innovative method of STEM education to improve the teaching of biomechanics. The article shows an example of the application of STEM-technology in the course of biomechanics. The use of modern educational STEM-technologies and problem-oriented learning has a positive effect on improving the quality of the preparation and formation of a future specialist in the field of physical culture, which will be competitive in the European and world labor markets.

Keywords: biomechanics, professional competencies, innovations, STEM-education, methodology, educational technologies, physical culture and sport.

Постановка проблеми. Для успішного освоєння знань на сьогоднішній день мало просто описувати явища і процеси, потрібно вміти оперувати великою кількістю різноманітних даних, володіти сучасними технологіями і знати, як застосувати свої здібності в умовах реального життя. Тоді випускники ЗВО зможуть успішно використовувати отримані навички в подальшому навчанні та професійному становленні, будуть конкурувати з випускниками провідних навчальних закладів світу в умінні не тільки самостійно здобувати знання, а й грамотно використовувати їх в умовах сучасних досягнень науки і техніки.

Одним із шляхів інноваційної модернізації підготовки фахівців спеціальності 017 «Фізична культура і спорт» є упровадження STEM-освіти, зокрема – в курсі біомеханіки. У багатьох країнах світу ідея модернізації навчання, максимального наближення його до умов реального життя реалізується в застосуванні інтегрованих міжпредметних програм STEM. Розшифруємо аббревіатуру STEM: S - science, T - technology, E - engineering, M - mathematics, що в перекладі з англійської означає взаємодію природничих дисциплін та технології, створення нових інженерних рішень з використання знань математики. STEM-освіта отримала свій розвиток в таких країнах світу, як Австралія, Великобританія, Ізраїль, Китай, Корея, Сінгапур, США. У зазначених країнах реалізуються державні програми в області STEM-освіти.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Різні аспекти STEM-освіти розглядалися багатьма вітчизняними і зарубіжними науковцями: Т. Андрущенко, О. Бочкова, Н. Балик, С. Буліга, С. Бревус., А. Фролов, А. Волков, С. Горинський, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, К. Гуляєв, О. Коваленко, В. Камишин, Е. Клімова, О. Комова, О. Лісовий, Д. Ліванов, Н. Морзе, Р. Норчевський, Н. Полісун, М. Попова, В. Приходнюк, М. Рибалко, В. Рохлов, О. Сапрунова, С. Сосновський, П. Ситніков, О. Стрижак, О. Сліпухіна, А. Федоренко, Н. Чернецький, P. Druker, M. John, M. Harrison, R. Florida, J. Confrey, A. House, G. Harpham, C. Kerr, D. Langdon, N. Morel, B. Means, A. Nicolas, E. Peters-Burton, J. Schwab, J. Tarnoff та інші [1-9].

Високо оцінюючи здобутки вказаних дослідників та установ ми зробили висновок, що в Україні дана проблема ще не є цілком дослідженою та потребує подальшого вивчення і розробки в рамках концепції STEM нових підходів і методик, в тому числі і при викладанні курсу біомеханіки, а тому вона є актуальною. Інноваційність STEM-освіти та перспективи її розвитку акумулюють світовий науковий потенціал та стимулюють дослідників до подальших розвідок [2, 3, 7, 9].

Мета статті полягає в розкритті особливостей використання технологій STEM-навчання як нового і пріоритетного напрямку з урахуванням світового і вітчизняного досвіду в курсі біомеханіки в

контексті формування необхідних професійних компетенцій фахівців спеціальності 017 «Фізична культура і спорт».

Біомеханіка людини – комплексна міждисциплінарна наука. Вона включає в себе найрізноманітніші знання інших наук, таких як механіка, математика, фізика, функціональна анатомія і фізіологія, вікова анатомія і фізіологія, педагогіка, інформатика і теорія фізичної культури. Біомеханіка - наука експериментальна, емпірична, спирається на системний аналіз і системний синтез рухів на основі кількісних характеристик, зокрема на кібернетичне моделювання рухів [1, 4-6, 12]. За допомогою приладів реєструються кількісні характеристики, наприклад траєкторії, швидкості, прискорення та ін. Як самостійна наукова дисципліна біомеханіка фізичних вправ збагачує теорію фізичного виховання і використовується в практиці фізичного виховання. Як навчальний предмет біомеханіка містить головні положення вчення про рухи, узагальнений і систематизований досвід вивчення загальних об'єктивних закономірностей [1-4]. Об'єкт пізнання біомеханіки - рухові дії людини як системи взаємно пов'язаних активних рухів і положень його тіла. Завданнями спортивною біомеханіки є: вивчення особливості техніки видатних спортсменів; визначення раціональної організації дій; розробка методичних прийомів освоєння рухів, методи технічного самоконтролю і вдосконалення техніки [10].

Вивчення дисципліни «Біомеханіка» формує у студентів наступні загальні і фахові компетентності. Загальні компетентності: здатність застосовувати методи організації творчої діяльності учасників освітнього процесу; здатність планувати, організовувати та мотивувати індивідуальну та колективну творчу діяльність студентів; здатність добирати форми та методи співробітництва викладачів і студентів. Фахові компетентності: здатність здійснювати самоаналіз сформованості креативності та визначати рівень власних творчих умінь в організації освітнього процесу; здатність використовувати на практиці методи активізації творчої діяльності; здатність застосовувати комп'ютерні технології та методи біомеханічного аналізу у фізичному вихованні та спорті для розв'язання фахових завдань; здатність використовувати під час навчання та виконання професійних завдань знань про будову тіла людини та механізми життєдіяльності її організму, фізіологічні та біохімічні основи адаптації до фізичних навантажень різної спрямованості; здатність використовувати базові знання з теорії і методики фізичного виховання та спортивною підготовки; здатність визначати закономірності, розвиток і форми психічних проявів людини, а також формувати мотиваційно-ціннісні орієнтації особистості; здатність використовувати спортивні споруди, спеціальне обладнання та інвентар; здатність здійснювати виміри у відповідності до метрологічних вимог, біомеханічний аналіз, синтез, моделювання фізичних вправ та керування рухами людини [1-9].

Виклад основного матеріалу дослідження. Ставлячи за мету оволодіння студентами представлених вище компетентностей, можна сформулювати шляхи їх досягнення засобами STEM-освіти. Студенти, в

навчанні яких використовують концепцію STEM, освоюють дисципліни в прив'язці до досвіду реального світу. Це означає необхідність наблизити освітній процес до вимог практичного використання в реальній професійній діяльності.

До основних переваг STEM- освіти слід віднести наступне:

1) STEM-навчання поєднує в собі міждисциплінарний і проектний підхід, основою для якого стає інтеграція природничих наук в технології і творчість. Дуже важливо навчати науці, технології, творчості, мистецтва і математики інтегровано, тому що ці сфери тісно взаємопов'язані на практиці.

2) Застосування наукових знань в реальному житті. STEM-освіта за допомогою практичних занять демонструє студентам застосування наукових знань в реальному житті. Наприклад, всебічно досліджують біомеханічні показники вузлових елементів спортивної техніки гімнастичних вправ: фази, структуру, кінематику (лінійні і кутові швидкості та прискорення), динаміку (геометрію мас, кількості руху, рух центрів мас частин тіла, кінетичні моменти, роботу, потенційну і кінетичну енергію, сили і моменти інерції та інше). За допомогою загальних теорем або принципів механіки створюються математичні моделі, на комп'ютері виконується чисельний експеримент, результати порівнюються з натурними експериментами (з використанням методів статистичної обробки результатів), здійснюється візуалізація і оптимізація параметрів, аналізується робота біологічних систем організму (опорно-рухового апарату, серцево-судинної системи, органів дихання та ін.), формулюються рекомендації по досягненню найкращих результатів в залежності від обраного критерія (або критеріїв) оптимальності.

3) Розвиток навичок критичного мислення та вирішення проблем. Програми STEM розвивають навички критичного мислення та вирішення проблем, необхідні для подолання труднощів, з якими фахівці можуть зіткнутися в житті.

4) Підвищення впевненості в своїх силах.

5) Активна комунікація і командна робота. Програми STEM також відрізняються активною комунікацією і командною роботою. На стадії обговорення створюється вільна атмосфера для дискусій і висловлювання думок. Студенти бувають настільки вільні, що не бояться висловити будь-яку свою думку, вони вчаться говорити і презентувати. Вони спілкуються з викладачем і своїми друзями по команді. Коли студенти беруть активну участь в процесі, вони добре запам'ятовують матеріал.

6) Розвиток інтересу до науки і дисциплін. Заняття STEM - дуже розважальні і динамічні, що не дає студентам нудьгувати.

7) Креативні та інноваційні підходи до проектів. STEM навчання складається з шести етапів: питання (завдання), обговорення, дизайн, будова, тестування і розвиток. Ці етапи і є основою систематичного проектного підходу. У свою чергу, співіснування або поєднане використання різних можливостей є основою креативності та інновацій.

Таким чином, одночасне вивчення і застосування науки і технології може створити безліч нових інноваційних проектів.

8) Міст між навчанням і кар'єрою.

9) Підготовка до технологічних інновацій життя (SMART-освіта, Інтернет, гаджети, GPS та ін.).

З часом, щоб виховувати креативну особистість, людину, здатну приймати нестандартні, творчі рішення, було запропоновано включити в освіту ще один компонент – Arts-дисципліни, Мистецтво, тому акронім змінився і став STEAM. Пропонується також система STEMM, де також присутня Music (англ. «музика»). Але і STEAM не панацея: це лише інструмент, що дозволяє учням зробити перший крок на шляху розуміння комплексності світу, усвідомлення багаторівневих зв'язків між різними аспектами життя. Вже сьогодні можна сказати з упевненістю, що в методики освіти майбутнього увійдуть не тільки наука і математика, а й філософія, мистецтво, розуміння природи людини і його місця в світі. Так, Національний науковий фонд (NSF) і Національний фонд мистецтв (NEA) в США після двостороннього обговорення прийшли до думки, що додавання мистецтва (Arts) до STEM явно недостатньо. Також слід додати навички мислення, втілені в читанні і письмі. (В англ. мові Reading and wRiting), тому STEAM трансформується в STREAM [11-13].

Варто зазначити, що такий комплексний підхід використання методів різнобічного розвитку в сфері освіти допомагає пробудити в учня інтерес до навчання, підключити до сухих цифр і фактів смисли, без яких людині важко довго сприймати інформацію різного рівня абстракції. Пробуджуючи креативний підхід, інтерес до всебічного сприйняття предмета навчання, критичне мислення, STEAM-викладачі дають учням більше, ніж просто знання, - вони дають їм також навички, смак до пізнання і роботи, бажання зануритися в саморозвиток, полюбити сам процес навчання.

Впровадження STEM-освіти вимагає від науково-педагогічних працівників активно використовувати новітні педагогічні підходи до викладання й оцінювання, інноваційні практики міждисциплінарного навчання, методи та засоби навчання з акцентом на розвиток дослідницьких та інноваційних компетенцій та креативного контенту. STEM-освіта базується на використанні засобів та обладнання, що пов'язані з моделюванням, інформатикою, обчислювальною технікою і мультимедійними технологіями, науковими дослідженнями, телемеханікою, робототехнікою і інтелектуальними системами. Поряд з традиційними джерелами здобуття знань широко використовується глобальні і локальні інформаційні мережі з різноманітними базами даних та профільованими експертними системами для вивчення та аналізу явищ, наукових експериментів, моделювання тощо, а також, на базі яких створюються спеціальні середовища навчання з використанням ІКТ.

Як приклад можна привести використання проектно-діяльнісного підходу при якому створюються групи по 4-5 чоловік. Кожна група

отримує своє завдання по створенню, розробці, дослідженню певної біомеханічної моделі.

Біомеханічна модель може бути заснована, з одного боку, на відомих (або виведених) теоретичних положеннях, з іншого боку - на результатах експериментальних досліджень, що проводяться за медичними і технічними методами, серед яких може застосовуватися відеоаналіз, електроміографія, гоніометрія тощо.

При побудові біомеханічної моделі, відповідно до загальної теорії моделювання, має бути використано максимальну кількість параметрів. Однак в такому випадку модель може викликати труднощі в її сприйнятті і оцінці. Відповідно, чим простіше модель, тим менше часу потрібно на її створення, в той же час при написанні програмної частини знижується ймовірність помилок. Тому на початковій стадії моделювання необхідно визначити основні та додаткові параметри моделі, так як шляхом виключення додаткових параметрів можна спростити модель.

Баланс між комплексністю моделі (максимальне число параметрів моделювання) і її інформаційної значимістю визначається цілями моделювання. У деяких випадках зайва подробиця моделі виявляється недоречною, оскільки значно збільшується час розрахунку такої моделі.

Наприклад, це може бути моделюванням окремих елементів опорно-рухового апарату (ОРА) людини. До складу ОРА людини входять три системи: скелет (кістки, суглоби і зв'язки, які надають тілу людини необхідну жорсткість і протидіють силі тяжіння); м'язова система (м'язи та сухожилля, що відповідають за функції руху); нервова система (забезпечує управління і контроль за процесом скорочення м'язів). Ці три системи об'єднані одна з одною анатомічно і функціонально. Виходячи з анатомічних особливостей будови тіла людини, антропоморфну модель можна створити по трьом різним наборам анатомічних систем: а) суглоби і кістки; б) суглоби, кістки, м'язи, сухожилля і зв'язки; в) суглоби, кістки, зв'язки і нервова система. При цьому біомеханічної моделі повинні бути притаманні основні властивості, якими володіє об'єкт моделювання. Крім того, біомеханічна модель повинна забезпечувати можливість застосування сучасних методик дослідження, в тому числі апарату математики, теоретичної механіки, опору матеріалів, біології та ІКТ.

Можна назвати кілька систем комп'ютерного моделювання.

OpenSim - відкрита програмна система, що дозволяє користувачам розробляти моделі скелетно-м'язових структур і здійснювати моделювання динаміки рухів людини. Програмне забезпечення забезпечує платформу, на якій біомеханічне співтовариство може формувати бібліотеку моделей, придатних для обміну, тестування, аналізу і поліпшення за допомогою багатостороннього співробітництва. Основне програмне забезпечення написано в C ++ ANSI, а графічний інтерфейс користувача написаний в Java. OpenSim технологія дозволяє виконувати аналіз, розробку моделей контактів різних біологічних і механічних об'єктів, м'язів, замовних керуючих пристроїв і т. п. Ці доповнення до програми можуть бути

доступні без необхідності зміни або компіляції вихідного тексту. Користувачі можуть аналізувати існуючі моделі і результати моделювання, розробляти нові моделі і симуляції за допомогою графічного інтерфейсу користувача.

SIMM (програмне забезпечення для інтерактивного м'язово-скелетного моделювання) являє собою потужний набір інструментів, які полегшують моделювання, анімацію і 3D аналіз опорних систем. У SIMM, опорна модель складається з уявлень кісток, м'язів, зв'язок і інших структур. М'язи охоплюють суглоби і прикладають сили, створюючи моменти біля суглобів.

SIMI включає в себе ряд програмних продуктів, призначених для дослідження різних видів руху спортсмена. Основним модулем є Simi Motion. При аналізі рухів для спортивних змагань Simi Motion характеризується широкими можливостями і модульною структурою. Це дозволяє налаштовувати систему для задоволення вимог користувача. Кожен рух атлета може бути зафіксовано і проаналізовано до найдрібніших подробиць. Наприклад, може бути виконаний аналіз кінематики і динаміки скелетно-м'язової системи.

Сьогодні на ринку провідне місце в імітаційному моделюванні біомеханічних об'єктів займає програма Life Modeler, що використовує деякі програмні модулі широко відомої системи MSC ADAMS, яка є фактично стандартом в області моделювання динаміки складних механічних об'єктів.

MSC.visual Nastran 4D є новий інструмент конструювання на базі системи Windows. Ця програма дозволяє приводити 3D-збірки в рух, здійснювати анімацію результативних напружень.

У процесі роботи над проектом вивчаються властивості кісткової тканини, м'язів, сухожилів, хряща, шкіри, кровоносних судин. Моделюється розподіл зусиль і напружено-деформований стан. Визначаються лінійні і кутові швидкості і прискорення частин тіла, складаються і вирішуються за допомогою пакетів комп'ютерної математики системи диференціальних рівнянь. Досліджується вплив окремих параметрів на властивості моделі і результат. Формуються висновки і рекомендації.

Тематика проектів може бути найрізноманітніша, перш за все в залежності від видів спорту.

Викладачам також необхідно готуватися до нововведень в системі освіти і проходити перепідготовку. Майбутнє - за технологіями, а майбутнє технологій - за педагогами нового формату, які позбавлені забобонів, не сприймають формального підходу і можуть своїми знаннями «підірвати мозок» учням і розширити їх кругозір до нескінченності. У відповідь на виклики сучасності в Україні також йде робота з розвитку STEM-STEAM-STREAM-освіти. Навчання при переході на нові стандарти необхідно будувати через комунікативні процеси - обговорення, дискусії, спільне ухвалення рішень, а також через техніки, такі як скаффолдинг.

Висновки. Вища освіта вимагає нової стратегії і тактики розвитку, спрямованої на її пошук і підйом. Основною особливістю STEM-STEAM-STREAM-освіти є інтегроване навчання застосування науково-технічних знань у реальному житті. Науково-методичні засади створення моделі STEM-STEAM-STREAM-освіти полягають у переході від традиційного навчання до інноваційного шляхом використання методів проектно-орієнтованого навчання.

STEM-STEAM-STREAM-технологія має на меті комплексно формувати ключові фахові, соціальні й особистісні компетенції у сучасного фахівця спеціальності 017 «Фізична культура і спорт», які визначають конкурентну спроможність на ринку праці: здатність і готовність до розв'язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності та ін.

Література.

1) Проект концепції STEM-освіти в Україні: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf.

2) Лист ІМЗО від 10.10.2018 № 22.1/10-3517.

3) Voronkova, V. «STEM-education» as a factor in the development of «SMART-society» : forming of «STEM-competence» / V. Voronkova, O. Kyvliuk, V. Nikitenko, R. Oleksenko // Гуманітарний вісник Запорізької державної інженерної академії. 2018. Випуск 72. – С.114-124.

4) Беседін, Б., Смоляков, О. Навчальні технології ХХІ століття: STEM-освіта. / Гуманізація навчально-виховного процесу. Розділ. Вища школа. 2018, № 1 (87) – С. 76-84.

5) Бабійчук, С. STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. / С. Бабійчук // Педагогічний часопис Волині. – №1(8). – 2018. – С. 12-17.

6) Поліхун, Н. І. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України / Н. І. Поліхун, І. А. Сліпучіна, І. С. Чернецький // Освіта та розвиток обдарованої особистості. – 2017. – № 3. – С. 5–9.

7) Стрижак О.Є. Stem-освіта основні дефініції. / Стрижак О.Є., Сліпучіна І.А., Полісун Н.І., Чернецький І.С. // Інформаційні технології і засоби навчання, 2017, Том 62, №6. – С. 16-32.

8) Report to the European commission of the expert group on science education, Science education for Responsible Citizenship.[Online]. Available: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf. Accessed on: July, 12, 2017.

9) Partnership for 21st century learning. [Online]. Available: www.P21.org. Accessed on: July, 12, 2017.

10) Вибрані лекції з біомеханіки методичний посібник для студентів ЛДУФК ім. І. Боберського. Львів – 2017: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://repository.ldufk.edu.ua/bitstream//34606048/7696/1/ПОСІБНИК%20БІОМЕХАНІКА.pdf>.