

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

КОРНИЛОВА Тетяна Борисівна – завідувач лабораторії змісту та моніторингу якості післядипломної освіти факультету підвищення кваліфікації, викладач кафедри педагогіки й андрагогіки комунального закладу «Житомирський обласний інститут післядипломної освіти» Житомирської обласної ради.

Наукові інтереси: питання підвищення методичного та практичного рівнів професійної компетентності педагогічних працівників.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

KORNILOVA Tatyana Borisovna – Head of the Laboratory of Content and Monitoring of Postgraduate Education Quality at the Faculty of Advanced Studies, teacher of the Department of Pedagogy and Andragogy of the Communal Institution «Zhytomyr Regional Institute of Postgraduate Education» of the Zhytomyr Regional Council.

Circle of scientific interests: issues of raising the methodological and practical levels of professional competence of pedagogical workers.

*Дата надходження рукопису 13.04.2018 р.
Рецензент – к.пед.н., ст. викладач І.Л. Царенко*

УДК 37.013.2

КОРОЛЬОВ Сергій Васильович –

старший викладач кафедри авіаційної техніки

Льотної академії Національного авіаційного університету, м. Кропивницький

ORCID ID 0000-0003-0206-6794

e-mail: sergvaskor2@gmail.com

ВПЛИВ РОЗВИТКУ МЕХАНІКИ НЬЮТОНА НА ОПТИМІЗАЦІЮ МЕТОДИКИ ЇЇ ВИКЛАДАННЯ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Наш час характеризується значним ростом вимог до випускників вищих навчальних закладів з боку суспільства та країни. Це пов'язано з низкою важливих факторів, серед головних треба відмітити наступні: глобалізація світової економіки, що впливає на життя та економіку України, конкуренція з випускниками кращих закладів світу, неспинний розвиток нових технологій, що потребує значної кількості кваліфікованих спеціалістів, та інші. Ситуація в нашій країні ускладнюється таким негативним чинником, як досить низький рівень знань та вмінь випускників шкіл, що ми бачимо в повсякденній практиці.

Тому перед всіма педагогами стоїть складне завдання по покращенню педагогічної практики та вдосконаленню методики викладання низки дисциплін технічного профілю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Над покращенням методики викладання працювало багато спеціалістів. Слід відмітити наступних, праці яких найбільше вплинули на автора.

Граніцкая А.С. [1] запропонувала створити адаптивну систему навчання, в якій треба дорожчий час уроку ділити поміж різними учнями в залежності від їх здібностей.

Д'яченко В.К. [2] створив та впровадив в дію систему керування структурою навчального процесу в залежності від конкретної ситуації.

Тализіна Н.Ф. [3] запропонувала гнучко керувати процесом засвоєння знань вчителем в залежності від здібностей учнів.

Унт І.Е. [4] створила систему диференціації навчання в залежності від здібностей учнів, в якій основна частка роботи припадає на індивідуальну роботу з учнями.

Шадріков В.Д. [5] висунув цікаву ідею класів змінного складу учнів по кожній навчальній

дисципліні, що приведе до конкуренції між вчителями за учнів.

В роботі автора [5] викладено кілька пропозицій відносно методів покращення навчального процесу.

Мета статті: дослідження взаємного зв'язку між процесами розвитку базових понять дисципліни «Теоретична механіка» з часів Ньютона по наш час та можливими новаціями в справі покращення методики викладання цієї дисципліни. Також проводиться дослідження ряду проблем мислення і навчання, що мають місце в педагогічній практиці.

Методи дослідження. Для дослідження застосовується метод моделей, коли замість складного комплексу з масивів проблем розглядається його спрощена модель. Застосовується метод послідовних наближень, коли використовується модель поступово ускладнюється. Використовується запозичення понять з тих наук, де складне питання досконально опрацьоване. Реалізується варіант «мозкового штурму», коли над однією проблемою довгий час працюють дуже багато фахівців високого рівня.

Виклад основного матеріалу дослідження. На думку автора, процес розробки базових понять механіки можливо розглядати як варіант «мозкового штурму» колективом із багатьох видатних вчених минулих часів питань механіки, який тривав багато сотень років і триває і в наш час. Має право на існування припущення про те, що хід думок сотень вчених при створенні базисних засад механіки дуже близький до оптимально розрахованої на потужному комп'ютері моделі викладання цих засад студентам. Тобто всі вчені минулого являють собою аналог сучасного потужного комп'ютера. Звичайно, що людина – це не машина і що існують розбіжності між викладачем та студентом.

Ісаак Ньютон писав в своїх працях, що він міг бачити так далеко вперед тому, що він стояв на

плечах велетнів високого зросту. Не розглядаючи цікавих дрібниць в цьому ствердженні, ясно, що Ньютон зробив дуже багато для розвитку науки в цілому та механіки зокрема. Коли ми говоримо про Ньютона, то розуміємо, що він жив і творив не в порожнечі, а серед інших видатних і незвичайних людей. В основному на роботах Ньютоні можна підвести підсумок, в першому наближенні, по створенню базових основ механіки. Але ряд імен видатних людей на ньому, безумовно, не завершився.

Трохи зупинимося на постатях тих велетнів, про яких писав Ньютон.

Багато ідей Ньютон запозичив у Галілея. Причиною успіху Галілея можна вважати те, що він зумів об'єднати методи двох наук – механіки і оптики. Галілей став сучасником винаходу зорової труби, яку придумали в Голландії. Галілей повторив цю новинку, яка спочатку використовувалася для спостереження за земними предметами на великих відстанях. Але Галілей направив трубу в небо і побачив там величезна кількість зірок, він побачив структуру Чумацького шляху і відкрив супутники Юпітера. Цю ідею про нестандартне використання стандартного обладнання цілком можна запропонувати студентам в навчанні та в житті.

Зрозуміти сильне потрясіння Галілея може будь-яка людина, у якої буде можливість вперше подивитися в нічне небо в звичайний телескоп. Це також можна запропонувати студентам, тим більше, що звичайний бінокль зараз не дивина. Його повідомлення викликало фурор. Найважливішим результатом його діяльності була астрономія, однак значні результати він одержав також в механіці.

Галілей фактично заклав основи нової динаміки, яку Ньютон потім доопрацював і яка тепер визнана всім цивілізованим людством.

Галілей розкритикував систему Птолемея, внаслідок чого всім стало ясно, що Земля ніякий не центр світу, людство змогло дуже наочно побачити своє місце в навколишньому світі.

Галілей зміг спростувати динаміку Аристотеля. Галілей фактично є засновник таких наук як динаміка, розділ механіки, і опір матеріалів. Без опору матеріалів створення машин і механізмів було б просто неможливим, треба це підкреслити на лекціях для студентів.

Галілей фактично вводить в науковий обіг таке поняття як «швидкість». Спочатку він використовує швидкість в античному розумінні цього терміна, тобто більш швидкий або менш швидкий рух одного тіла по відношенню до руху другого, а потім логічно переходить до поняття швидкості в сучасному значенні.

Тут дуже важливо підкреслити те, що Галілей використовує кращі досягнення своїх попередників, і на базі цього робить свій прорив в розумінні законів природи. Тобто себе проявляє закон єдності і боротьби протилежностей і перехід кількості в

якість, про це обов'язково треба сказати на лекціях студентам.

Галілей створив нову парадигму в механіці, свій базовий набір аксіом, наприклад, в поясненні причин падіння каменя вниз стародавні греки бачили прояв природного бажання важких тіл рухатися до землі без докладання якихось зовнішніх сил. Галілей такий рух вважає примусовим рухом, який відбувається під дією сили тяжіння.

Фактично Галілей виступає як своєрідний попередник Ньютона з його законом про веселітне тяжіння. Галілей приходиться до висновку, що постійна з часом сила спричиняє постійне з часом прискорення. Але тут треба зробити важливе застереження – термін «прискорення» Галілей не зміг ввести, він не зміг до кінця зрозуміти закони зміни швидкості, це потім зміг зробити Ньютон, це також треба пояснити студентам.

Галілей досліджував такий важливий випадок, як рух тіла, кинутого під кутом до горизонту. Це завдання до цих пір розбирається в шкільному курсі механіки в школах різних країн світу, не кажучи вже про вищі навчальні заклади. Галілей першим встановив, що без впливу повітря тіло рухалося б по параболі. Опір повітря призводить до того, що тіло рухається по балістичній кривій. У різних арміях світу артилерія починала своє широке поширення, тому значенні внеску Галілея в розвиток науки свого часу важко переоцінити.

Через 3 століття Ернст Мах вважав саме Галілея творцем сучасної динаміки. Фактично Галілей сформулював 2-й закон Ньютона в першому наближенні і сформулював 1-й закон Ньютона у вигляді закону про космічну інерцію. Тут Галілей ідеалізував навколишню природу і вважав, що в ідеальному світі закони теж повинні бути ідеальними, про це також треба сказати студентам. Можна не погоджуватися з думкою про ідеальність природи, а в побудові базових основ механіки краще спиратися на досвід.

Ньютон, так можна сказати, в принципі вдало відредагував формулювання Галілея, це дуже не просто, внесок Ньютона в становлення та розвиток механіки переоцінити неможливо.

Видатним вченим, який вніс значний внесок в розвиток механіки, був Рене Декарт. Декарт не вірив сліпо в авторитет знаменитостей і не вірив в містику, він виступав за науковий шлях розвитку, що було вперше для того часу, на це треба звернути увагу студентів.

Декарт піддав критичному аналізу отримані раніше іншими вченими результати, він прийшов до висновку про те, що мати сумніви можна в будь-якому питанні, крім одного – «я думаю, отже, я існую». З цього твердження Декарт побудував свою систему поглядів. Підхід Декарта до отримання нових знань будувався на проведенні дослідів і аналізі отриманих результатів, але досвід у Декарта стояв на першому місці.

Декарт ввів в математику декартову систему координат, яка набула найширшого

розповсюдження в математиці і в механіці. Тепер всім відомо, що без системи координат неможливо вирішення навіть найпростіших завдань з механіки, не кажучи про складні.

Декарт створив аналітичну геометрію. Віра в силу механіки у Декарта була настільки велика, що навіть живі істоти він розглядав як певні біологічні машини. Він на кілька століть фактично випередив появу та розвиток робототехніки і біотехнологій, про це також треба проінформувати студентів.

Декарт розробив теорію про еволюцію світу, він був противником ідеї створення світу відразу в «готовому вигляді» якимось «надстворінням» або чимось. Це близько до сучасного погляду на світ як на постійно мінливу складну систему.

Декарт заперечував наявність порожнечі в природі, за його уявленнями весь світ був повністю заповнений матерією, яка мала різні форми. Ця матерія знаходилася в постійному русі, Декарт вважав головною формою руху матерії складну систему вихорів різних масштабів, саме вихори, на його думку, приводили в рух планети і Сонце, Сонячна система була залучена в більш масштабний вихор.

Це практично повністю збігається з сучасним поглядом на сонячну систему, на її обертання навколо центру Галактики, на рух нашої Галактики, яка складається з приблизно 300 000 000 000 зірок, навколо місцевого скупчення галактик. Картина створення світу у Декарта була універсальною, в її основі лежали три базові елементи матерії, які беруть участь в вихровому русі на своєму рівні, це дуже схоже на рух електронів по своїх орбітах навколо ядра атома, далі з вихрових рухів самого різного масштабу утворюються зірки, планети і наша Земля, одна з планет. Від ідеї «над створіння» Декарт не відмовляється повністю, але його роль в теорії Декарта зводиться тільки до створення матерії, а далі все відбувається без його втручання, за рахунок вихорів різного масштабу.

Це практично повністю збігається з сучасними поглядами на походження і розвиток Всесвіту, якщо тільки «над створіння» замінити на «Великий Вибух», про це також треба інформувати студентів.

Декарт ввів в механіку поняття імпульсу. Він вказав, що імпульс тіла залежить від маси тіла та від його швидкості, Правда, Декарт вважав, що імпульс – величина скалярна, хоча сучасний погляд на імпульс полягає в тому, що імпульс – величина векторна і збігається за напрямком з напрямком вектора швидкості тіла.

Декарт вважав можливим розширити поняття імпульсу на всі тіла у Всесвіті і він вважав, що має місце закон збереження суми імпульсів всіх тіл. Це близько до сучасної точки зору на імпульс системи тіл, але зараз прийнято вважати імпульс системи тіл величиною векторною.

Розглянемо внесок Ньютона в процес розвитку механіки. Ньютон – автор видатної книги «Математичні початки натуральної філософії». У цій книзі викладається струнка теорія системи

будови Всесвіту, заснованої на системі законів, які були відкриті Ньютоном. У цій книзі знайшли рішення ті проблеми, над якими сотні років працювали кращі вчені людства.

У цій книзі Ньютон дає визначення маси тіла як арифметичний добуток об'єму тіла на його щільність. Також Ньютон показує відмінність між вагою і масою тіла, ці поняття тісно пов'язані, але це різні поняття.

Проблема була в тому, що спочатку відомою величиною була щільність, про вимір щільності писав ще Архімед. Тому треба було вказати - як визначити вагу тала і масу тіла. Із виходом людства в космос всі змогли побачити велич інтелекту Ньютона, який усвідомив цю різницю на 300 років раніше за всіх. Тут можна побачити дію принципу - природа нічого не робить даремно, про це також корисно знати студентам.

Ньютон дав визначення імпульсу тіла як арифметичному добутку маси тіла на швидкість тіла.

Ньютон вказує на характерну властивість матерії до опору руху, тому кожне тіло прагне або залишатися в стані спокою, або рухатися рівномірно і прямолінійно.

Ця характерна властивість залежить від маси тіла, вона була ним названа «силою інерції». Введення в обіг поняття «сила інерції» було помилкою Ньютона, в наш час сила інерції вважається фіктивною силою, яка проявляється в певних системах відліку. Той факт, що в питаннях визначення суті сили помилився навіть Ньютон, говорить про складність поняття «сила». Необхідно відзначити, що навіть після Ньютона вживалися такі поняття як: «жива сила», «кінська сила», «життєва сила», про таке треба обов'язково інформувати студентів.

Поняття маси дійсно є надзвичайно складним для розуміння та інтерпретації. Досить відзначити, що тільки в 21 столітті була відкрита елементарна частинка – масовий «бозон Хіггса», який відповідає за прояв властивостей маси різних тіл згідно сучасним теоріям.

Ньютон дав також визначення сили, з яким згодна сучасна наука, а саме – це те, що діє на деяке тіло та прагне змінити стан спокою або рівномірного прямолінійного руху цього тіла. Також Ньютон дав визначення центральної сили, сили такого роду грають важливу роль в природі. До таких сил відносяться: сила тяжіння, магнітна сила, сила гравітаційного тяжіння двох тіл і інші.

Ньютон дав визначення абсолютного і відносного простору і часу, а також показав різницю між абсолютним і відносним рухом тіл.

Треба сказати, що 2-й закон Ньютона за формулюванням дуже близький до формулювання Паскаля, тільки Паскаль не рахував силу векторною величиною, тому не зміг до кінця у всьому розібратися.

Декарт, який так багато зробив для розвитку механіки, не визнавав силу гравітації, відкрити

Ньютоном. Декарт силу тяжіння тіл до Землі пояснював особливим вихором, який бушує навколо Землі і відкидає до її центру всі тіла, що знаходяться на її поверхні. Декарт вважав, що птахи, які злетять достатньо високо над поверхнею Землі, зможуть вилетіти із зони дії вихору гравітації, а якщо вистрілити з потужної гармати вертикально вгору, то ядро гармати гарантовано полетить в далекий космос, про це також повинні знати студенти.

Всі читали роман Жюль Верна «З гармати на Місяць», захоплювалися польотом фантазії автора, але ідея польоту в космос за допомогою гармати належить Декарту. «Батьком космонавтики» можна назвати багатьох людей, не останнім в цьому списку буде Декарт.

Великі проблеми з розумінням природи гравітації, які були у таких видатних мислителів, кажуть, в першу чергу, про складність проблеми гравітації. В 20-му столітті Альберт Ейнштейн створив свою теорію гравітації, назвавши її «Загальна теорія відносності». Далеко не всі визнані фахівці згодні з теорією А. Ейнштейна. Наприклад, ректор МДУ ім. Ломоносова, м. Москва, Логунов А.А., лауреат кількох Державних премій Союзу РСР, різко критикував теорію Ейнштейна, в якості своєї альтернативи висунув «Теорію квантової гравітації». Можна гарантувати, що це далеко не остання суперечка в цьому питанні, про це також повинні знати студенти.

Тепер ясно, що саме гравітація утримує від розбігання в космос зірки в Галактиках, стягує їх в певну структуру, утримує від нескінченного розльоту галактики в скупченнях галактик, та й сам Всесвіт має свою форму завдяки дії сил гравітації.

Ньютон свою книгу починав з «правил міркування»:

1) Не слід використовувати нових причин понад тих з них, яких достатньо для пояснення явища;

2) Необхідно, наскільки це можливо, використовувати ті ж самі причини для пояснення таких же явищ;

3) Властивості, які не можуть бути ні посилені, ні ослаблені і які виявляються характерними для всіх тіл, над якими проводять випробування, повинні бути прийняті за властивості всіх тіл взагалі;

4) У механіці припущення, виведені з явищ шляхом індукції, незважаючи на можливість існування їх протилежностей, повинні бути прийняті за правильні або в точності, або як наближені до тих пір, поки не будуть виявлені нові явища, які або дадуть можливість уточнення наявних даних, або виключать ці знання.

Для того, щоб довести неспроможність ідеї Декарта про вихор, Ньютон почав розробку розділу про рух рідини, але тут він, великий Ньютон, допустив і помилки, і логічні прорахунки, через що в заслугу Ньютонові спробу розробити гідромеханіку поставити не можна, це також повинні знати студенти.

Леонард Ейлер розробив великий курс механіки, де викладання велося аналітичним методом. За часів Ейлера відмінності між механікою і математикою практично не існувало. У той час було великою сміливістю застосувати аналітичний підхід до завдань статички, де ще з часів Стародавньої Греції застосовувалися виключно геометричні підходи.

Завдяки працям Ейлера в механіці з'явилося поняття «матеріальна точка», яке з тих пір знайшло якнайширше застосування в усіх точних науках. У розділі «динаміка» Ейлер в цілому підтримував погляди Ньютона, але були і відмінності. Ейлер розрізняв абсолютний і відносний простір, абсолютний простір він уявляв як великий порожній простір, в якому рухаються матеріальні тіла. У зв'язку з цим він розрізняв поняття «відносний рух» і «абсолютний рух». Поняття «переносний рух» у Ейлера було відсутнє, тому що тоді не було ніякої теорії руху твердого тіла, про це також слід сказати.

Ейлер ввів точне визначення швидкості як частки від поділу пройденого шляху на витрачений час, що було справжньою революцією в механіці за три тисячі років її розвитку, хоча зараз це здається очевидним.

Справа в тому, що до Ейлера вважалось можливим ділити одну на іншу величини тільки однієї розмірності, наприклад: час на час, відстань на відстань. Фактично Ейлер затвердив статус швидкості як такої повноправної величини, як площа, вага тощо.

В математиці Ейлер, на відміну від Ньютона з його похідними, вводить поняття нескінченно малих величин.

Ейлер не зовсім чітко розрізняв поняття «інерція» і «сила інерції», хоч був великим вченим. Ейлер розуміє, що сила має напрямок, але векторний характер сили він не повністю усвідомлює.

Він вважає, що поняття «рівнодіюча сила» виникає тільки в динаміці, а в статичці воно не потрібне. Ейлер не зміг сформулювати закон про складання сил за методом паралелограма.

Ейлер заклав основи динаміки твердого тіла, що потім широко використовувалося при аналізі машин і механізмів. Він також ввів поняття про головні осі інерції твердого тіла, яке має широку сферу застосування.

Даламбер спробував побудувати механіку на принципах, відмінних від принципів Ньютона.

Даламбер пропонує завдання динаміки на визначення руху зводити до завдань статички. Для цього Даламбер пропонує додавати в систему діючих сил деякі фіктивні додаткові сили. Ця пропозиція була дуже сміливим кроком, далеко не всі його прийняли, навіть в наш час з цим принципом виникають дискусії. За часів Даламбера не було чіткого розуміння терміна «прискорення», не всі чітко розділяли інерцію і силу інерції, це був час «шлифування» понять механіки.

Лагранж продовжив розвиток аналітичної механіки з метою звести механіку і методи вирішення її завдань до методики використання загальних формул, з яких потім отримують всі необхідні рівняння для кожного конкретного завдання. Лагранж прагнув не робити креслень до складних завдань механіки, хоча загальновідомо, що добре виконане креслення - це половина завдання. Звідси видно, що Лагранж можна вважати більше математиком, ніж механіком. Лагранж займався також астрономією, розглядаючи її як механіку небесних тіл. Лагранж механіку розділив на дві частини – статику і динаміку, кінематику він не виділив, хоча в сучасних курсах механіки розділ «кінематика» присутній, про це також повинні знати студенти.

Не зважаючи на свої успіхи в механіці, він так і не зрозумів поняття «прискорення». Лагранж під поняттям «прискорення» розуміє силу, яка діє на тіло одиничної маси, що формально збігається з 2-м законом Ньютона.

У наш час навіть в дуже абстрактних теоріях ядєрної фізики або елементарних частинок науковці не в змозі не використовувати поняття «лагранжіан», треба підкреслити, що успіх чи не успіх теорії дуже залежить від того, яким чином: вдало чи ні, підібраний лагранжіан, про це також треба інформувати студентів.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Процес пізнання законів природи в багаті в чому нагадує видобуток золота: треба довгі роки промивати багато тонн різної руди, щоб отримати грам істинних знань. Але щоб ці знання поповнювалися, процес промивання наукоподібної руди не можна припиняти ні на хвилину. Ми в наш час використовуємо багато ідей з минулого, навіть не усвідомлюючи цього.

Це було з ідеєю про те, що все в світі виникло з вогню. Довгі століття особливої віри в її не було, поки останні відкриття не показали всім, що наш світ з'явився в результаті Великого Вибуху.

Або ідея Декарта про вихровий характер багатьох речей. Цю ідею Декарта нещадно громили усі сотні років. Але з розвитком механіки в її надрах зародилася, виросла і стала самостійною наукою квантова механіка. І виявилось, наприклад, що електрони - це не маленькі згустки заряду, як багато хто вважав, а в деяких випадках вони являють собою хмару заряду, який крутиться навколо ядра атома. Про такі речі треба обов'язково інформувати студентів.

Автор вважає своїм приємним обов'язком подякувати проф. Садовому М.І за корисні дискусії.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Граніцкая А.С. Научиться думать и действовать: Адаптивная система обучения в школе: книга для учителя / А.С. Граніцкая – М.: Просвещение, 1991. – 175 с.

2. Дьяченко В.К. Организационная структура учебного процесса и ее развитие / В.К. Дьяченко – М.: Педагогика, 1989. – 160 с.

3. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний / Н.Ф. Талызина. – М.: Издательство Московского Университета, 1975. – 342 с.

4. Унт И.Э. Индивидуализация и дифференциация обучения / И.Э. Унт. – М.: Педагогика, 1990. – 192 с.

5. Шадриков В.Д. Мысль и ее познание / В.Д. Шадриков. – М.: Логос, 2014. – 240 с.

6. Королев С.В. Информационно-компьютерная модель процесса обучения / С.В. Королев – Кировоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – 7 с.

7. Садовий М.І. Методика і техніка експерименту з оптики: [посібн. для студ. фіз. спец. вищ. пед. навч. закл. та вчителів фізики] / Садовий М.І., Сергієнко В.П., Трифонова О.М., Сліпукхіна І.А., Войтович І.С. – Луцьк: Волиньполіграф, 2011. – 292 с.

REFERENCES

1. Granitskaia, A. S. (1991). *Nauchitsia dumat i deistvovat: Adaptivnaia sistema obucheniiia v shkole: kniga dlia uchitelii* [Study How to Think and Act: Adaptational Training System in the Secondary School: Teachers' Book]. Moscow: Prosveshcheniie [in Russian].

2. Diachenko, V. K. (1989). *Organizatsionnaia struktura uchebnogo protsessa i yeie razvitiie* [Organizational Structure of Studying Process and its Development]. Moscow: Pedagogika [in Russian].

3. Talyzina, N. F. (1975). *Upravlenie protsessom usvoeniia znanii* [Managing the Process of Knowledge Perception]. Moscow: Izdatelstvo Moskovskogo Universiteta [in Russian].

4. Unt, I. E. (1990). *Individualizatsiia i differentsiatsiia obucheniiia* [Individualization and Differentiation of Education]. Moscow: Pedagogika [in Russian].

5. Shadrikov, V. D. (2014). *Mysl i poznaniie* [Thought and cognition]. Moscow: Logos [in Russian].

6. Koroliev, S.V. (2015). *Informatsionno-kompiuternaia model protsessa obucheniiia* [Information-Computerized Model of Studying Process]. Kirovograd: RVV KDPU im. V. Vinnichenka [in Russian].

7. Sadovyy, M.I., Serhiyenko, V.P., Tryfonova, O.M., Slipukhina, I.A., Voytovych, I.S. (2011) *Metodyka i tekhnika eksperymentu z optyky* [Methodology and technique of optics experiment]. Posibn. dlya stud. fiz. spets. vyshch. ped. navch. zakl. ta vchyteliv fizyky. Luts'k

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

КОРОЛЕВ Сергій Васильович – старший викладач кафедри авіаційної техніки Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету.

Наукові інтереси: пошук шляхів і способів оптимізації методики викладання дисциплін технічного циклу в авіаційних навчальних закладах.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

KOROLYOV Sergey Vasylovych – is a senior lecturer in the aviation engineering department at the Kirovohrad Aircraft Academy of the National Aviation University.

Circle of scientific interests: search of ways and methods of optimization of the technique of teaching disciplines of the technical cycle in aviation educational institutions.

Дата надходження рукопису 10.04.2018 р.
Рецензент – к.пед.н., ст. викладач І.Л. Царенко