

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ГУЛАЙ Ольга Іванівна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету.

Наукові інтереси: теоретико-методичні основи професійної підготовки майбутніх фахівців; компетентнісний підхід у неперервній освіті; фізико-хімічні властивості матеріалів та композитів.

МОРОЗ Ірина Анатоліївна – кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету.

Наукові інтереси: методичні основи викладання фундаментальних дисциплін у вищій школі; фізико-хімічні властивості матеріалів та композитів.

ФЕСЮК Василь Олександрович – доктор географічних наук, завідувач кафедри фізичної географії Волинського національного університету ім. Лесі Українки.

Наукові інтереси: методичні основи викладання природничих дисциплін у вищій школі; математичне моделювання та прогнозування стану довкілля, геоекологічна оцінка територій.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

HULAI Olha Ivanivna – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor in Department of Materials Science, Lutsk National Technical University.

Circle of scientific interests: theoretical and methodological bases of professional training of future specialists; competence approach in continuing education; physical and chemical properties of materials and composites.

MOROZ Iryna Anatoliivna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Associate Professor in Department of Materials Science, Lutsk National Technical University.

Circle of scientific interests: methodical bases of teaching fundamental disciplines in higher school; physical and chemical properties of materials and composites.

FESYUK Vasyl Oleksandrovych – Doctor of Geographic Sciences, Professor, Head of Department of Physical Geography, Lesya Ukrainka Volyn National University.

Circle of scientific interests: methodical bases of teaching natural disciplines in higher school; mathematical modeling and forecasting of the state of the environment, geoeological assessment of territories.

Стаття надійшла до редакції 17.04.2021 р.

УДК 378.147–056.45

DOI: 10.36550/2415-7988-2021-1-198-33-36

КРЕМІНСЬКИЙ Борис Георгійович –

доктор педагогічних наук, доцент, головний науковий співробітник відділу роботи з обдарованою молоддю, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1689-6986>
e-mail: b_kreminskyi@ukr.net

МИСТЮК Світлана Петрівна –

завідувач відділу роботи з обдарованою молоддю, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2835-7453>
e-mail: obdarovani.iitzo@ukr.net

ЧЕРКАСЬКА Людмила Станіславівна –

завідувач сектору, відділу роботи з обдарованою молоддю, ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8489-6163>
e-mail: obdarovani.iitzo@ukr.net

ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСОБУ ОПАНУВАННЯ ФІЗИКОЮ

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. Опанування фізичною наукою є неможливим без оволодіння ґрунтовними математичними знаннями та відповідними вміннями. Водночас специфічність таких знань та вмінь полягає у їх переважно прикладному характері. Тобто ставлення до вивчення математики осіб, що вивчають фізику, як основу майбутньої професійної діяльності, відрізняється, на наш погляд, по-перше, тим, що з прагматичних міркувань математикою вони оволодівають як інструментом, засобом опанування фізичною наукою, а по-друге, тим, що стилі мислення, а отже і процеси сприйняття, перетворення інформації та підходи до постановки і розв'язання актуальних задач у «математиків» і «фізиків», хоча і мають багато спільного, але водночас істотно

відрізняються. На етапі отримання та сприйняття первинної інформації ці відмінності полягають у засадничих підходах до первинного аналізу наукової інформації та визначення найбільш важливої і пріоритетної її складової саме з фізичної точки зору. На етапі цілепокладання та пошуку шляхів вирішення прикладних задач або проблем також, як правило, проявляються відмінності підходів, зумовлені існуючими відмінностями між математичними здібностями і здібностями до фізики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зміст здібностей до математики детально описано А. Крутецьким [1]. Ним також детально описано структуру цих здібностей. Водночас зауважимо, що класичний розгляд А. Крутецьким математичних здібностей виконано, переважно, з психологічної

точки зору, а нас перш за все цікавлять методичні аспекти, відмінності та особливості навчання математики і фізики, зокрема навчання математики майбутніх фізиків.

Теоретичні аспекти психолого-педагогічної проблеми наявності здібностей до вивчення фізики, а також їх відмінності від математичних здібностей розглянуто нами в ряді публікацій, зокрема в [2].

Мета статті. Метою роботи є визначення і описання специфічних відмінностей, особливостей, методичних прийомів і підходів, які доцільно мати на увазі та використовувати, навчаючи математики осіб, які цікавляться фізикою і мають здібності до її вивчення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Грунтуючись на теоретичних основах розгляду і вивчення поняття здібностей в цілому, ми виділяємо два принципових моменти, які, на наш погляд, дозволяють визначити і описати особливості, навчання математики осіб, які цікавляться і мають здібності до заняття фізикою.

По-перше, як дозволяє стверджувати досвід нашої науково-педагогічної роботи, немає сенсу розділяти, тобто розглядати окремо здібності до вивчення фізики у старшокласників (учнів), студентів і молодих фахівців (бакалаврів, магістрів, аспірантів). Можна говорити про суттєві відмінності щодо рівня їхніх знань, умінь і досвіду проведення наукових досліджень, але стиль мислення і способи сприйняття, засвоєння і перетворення наукової інформації в них у принципі дуже схожі.

По-друге, так чи інакше, усі існуючі відмінності між здібностями до вивчення фізики і здібностями до вивчення математики зумовлюються, пояснюються і визначаються тим, що фізика за своєю суттю є експериментальною наукою, що використовує математику та її можливості, як ідеалізований інструмент (засіб) досліджень. Водночас безперечним залишається той факт, що здібності до обох наук мають дуже багато спільного.

Методи дослідження. Говорячи про здібності, ми ґрунтуємося на діяльнісному підході суть якого полягає в тому, що про наявність (або відсутність) певних здібностей свідчить, перш за все, процес і результат відповідної діяльності індивіда. Наприклад очевидно, що стосовно музичних здібностей, висновок про їхню наявність здійснюється лише на підставі певних досягнень особистості у музичній царині, тобто грі на музичних інструментах, диригуванні, композиції тощо. Аналогічним чином, через результативність відповідної діяльності, відбувається процес прояву художніх, літературних, інших мистецьких здібностей. У цьому сенсі виявлення та розвиток інтелектуальних і мистецьких здібностей за формою є дуже схожими і основна різниця між ними визначається, як правило, змістом діяльності. Водночас вже сам підхід до постановки і пошуку шляхів розв'язання конкретної задачі може свідчити про наявність певних здібностей, схильностей і сформованості стилю мислення.

Оскільки, як зазначалося, здібності до фізики і математики мають багато спільного, то постає питання як розпізнати, які здібності превалюють, за яких умов та коли і якими саме вважати такі здібності.

Як результат тривалого аналізу, осмислення та узагальнення накопиченого досвіду організації та проведення інтелектуальних змагань з фізики, ми пропонуємо підхід, що дозволяє досить чітко відрізнити осіб, які мають переважно математичні здібності від тих, хто має здібності до фізики. Цікавим і корисним є те, що запропонований критерій спрацьовує вже на етапі виконання теоретичних завдань, навіть без виконання експериментальних фізичних досліджень, лабораторних робіт тощо. Зауважимо, що здібності до фізики і математичні здібності жодним чином не є антагоністичними, але мова йде про домінуючий, переважаючий напрям інтелектуальної діяльності особистості.

Нам неодноразово доводилося досліджувати ситуації, що виникають, зокрема, під час виконання завдань учасниками олімпіад з фізики різних рівнів: – від районних до міжнародних. На кожному з відповідних етапів змагань учасники, які пройшли дуже приблизно, але близький курс математичної підготовки, вирішуючи завдання з фізики, масово і майже синхронно виконували завдання до певного рівня, просування до якого було можливим шляхом досить формального застосування математичного апарату (іноді навіть дуже високого рівня) і досить формального застосування основних знань з фізики. Водночас, як тільки в учасників змагань, що розв'язували певну фізичну задачу, виникала необхідність застосування певного оригінального, нестандартного (тобто формально нізвідки однозначно не випливаючого) переходу, заміни, припущення, наближення, нехтування якимись параметрами, характеристиками або величинами тощо, так відразу відбувався досить різкий розподіл усіх учасників змагань на дві, як правило, нерівні частини. Більша частина учасників фактично припиняла розв'язання отримавши певний проміжний результат, досягнутий шляхом використання даних умови задачі і формального застосування математичного апарату, а менша частина учасників, зробивши необхідний нестандартний з фізичної точки зору хід, успішно просувалася далі, до наступної подібної «пастки», де в принципі процес розподілу суперників повторювався приблизно в тих же пропорціях. Цікавим, на наш погляд, також є той факт, що якщо проаналізувати ступінь окремого просування учасників змагань у розв'язанні різних завдань, (а їх на олімпіадах з фізики зазвичай від трьох до п'яти), то можна помітити високу кореляцію результатів (відсотків) виконання різних завдань однією і тією ж людиною. Іншими словами, якщо конкретна особа діє спираючись переважно на формальну логіку і використовує потужність задіяного математичного апарату, то це дає приблизно однаковий результат для розв'язання завдань різної тематики і

спрямованості. У такому випадку ми говоримо про наявність, як мінімум, математичних здібностей, але для констатації наявності здібностей до фізики цього, з нашої точки зору, не достатньо. Для цього необхідно отримати переконливі результати, досягнуті застосуванням оригінальних методів і прийомів розв'язання, а далі, ґрунтуючись на принципі діяльнісного підходу до визначенні обдарованості, аналізуючи вагомість досягнутих результатів, можна спробувати якісно оцінити (порівняти) рівень здібностей до фізики різних молодих людей.

Математика ґрунтується на використанні абстрактних понять, побудові апіорі ідеальних моделей і пошуку найкоротших (найбільш простих) рішень. У цьому, зокрема, суть і цінність математичної науки, але парадоксальність використання математичних знань полягає у тому, що щоб розв'язувати задачі з фізики математичний апарат потрібно не лише використовувати, але і вміти його оптимізувати, іноді свідомо обмежувати це використання.

Ми свідомо не будемо загострювати увагу або зациклюватись на таких специфічних предметах, як «розв'язування диференційних рівнянь» або «методи математичної фізики», що власне є продовженням теорії розв'язання диференційних рівнянь, які у структурі фізико-математичних знань займають своєрідний «мета рівень», але за підходами і методами вивчення вони є досить близькими до вивчення саме математичних дисциплін, оскільки істотним чином стосуються математичних підходів і методів розв'язань рівнянь, що описують вже побудовані (з математичної точки зору), тобто ідеалізовані моделі фізичних процесів.

У загальному випадку математичний підхід до розв'язання в певному сенсі є «безкомпромісним», строго формалізованим, а цілком задовільний результат розв'язання математичної задачі з фізичної точки зору часто виявляється беззмістовним, абстрактним, «ідеальним» і тому далеко не завжди пов'язаним з реальністю і таким, який можна вважати вичерпним розв'язком фізичної задачі. З точки зору математики нічого дивного немає в отриманні від'ємного значення часу, від'ємної абсолютної температури або розгляді будь-якого ен-вимірного простору тощо. Тобто отриманий математичний розв'язок фізичної задачі, як правило, потребує доопрацювання або інтерпретації, здійсненої з урахуванням фізичного змісту розв'язку, і лише після цього розв'язок, отриманий математично, стане остаточним розв'язком фізичної задачі. Такий підхід є цілком нормальним, виправданим з наукової і практичної точок зору, але певні складнощі іноді можуть виникати на етапі, коли певні спрощення, заміни або припущення потрібно здійснювати вже безпосередньо на етапі виконання математичного розв'язання, як правило, через те, що математичне розв'язання задачі у більш загальному вигляді виявляється або занадто складним, або/та непотрібним на такому занадто

високому рівні узагальнення. Такі методи, що при дуже строгому підході можуть видатися дещо «вульгарними» з точки зору «чистої» математики, на практиці виявляються досить дієвими та ефективними, оскільки відображають фізичний зміст проблеми і, водночас, спрощують процес розв'язання. Наприклад, побудувати і описати математично фізичну модель дощу взагалі, якщо й можливо, то ця модель вийде надзвичайно складною і, як наслідок, не зможе бути достатньо ефективно використаною. Водночас, якщо конкретизувати задачу щодо того, які саме процеси та їх наслідки, пов'язані з випадінням дощу, цікавлять дослідників, то задачу можна і спростити і зробити її розв'язок (як це не парадоксально) більш повним та вичерпним. Якщо досліджується проблема випадіння дощів у певному регіоні з метою побудови зливостоків та уникнення підтоплень територій або аквапланування машин на дорогах – це одна задача. Якщо постає проблема забезпечення побудови дахів будинків, які б ефективно захищали від проникнення води, зокрема наприклад, при сильному боковому вітрі і сильних бічних (похилих) потоках води тощо, то це вже зовсім інша задача про дощ. Якщо ж постає проблема вивчення дощу на предмет його виникнення, а саме утворення крапель, які при падінні з великої висоти можуть пошкодити насадження тощо або на предмет того, як ефективно «розсіювати» дощові хмари, то це вже третя задача про дощ і таких задач з фізичної точки зору може бути багато. Математичні ж підходи і моделі дощу, очевидно, у кожному випадку мають бути досить різними.

Фізичний підхід до вирішення будь-якої задачі полягає в осмисленні її фізичного змісту, побудові моделі, що втілює цей фізичний зміст, і з використанням формалізованого математичного апарату знаходженні розв'язання проблеми, що має прийнятний фізичний зміст, тобто реалістичного, такого, яке може бути поясненим і усвідомленим з точки зору визнаних фундаментальних фізичних теорій.

В умовах сучасного, різноманітного, багатогранного, швидко мінливого світу, що має безліч відволікаючих спокус, мотивація певної діяльності набуває все більшого значення. Відповідно, навчання математики, як, втім, і будь-яке інше навчання, націлене на досягнення максимальної ефективності процесу має враховувати, зокрема, специфіку контингенту учнів, їх пізнавальні потреби, інтереси, здібності, нахили, можливості навчатися і при цьому націлювати, залучати та заохочувати їх пізнавальну діяльність, тобто мотивувати. Молодим людям, що мають здібності до фізики та інтерес до її вивчення, як правило, нецікаво займатися занадто ідеалізованими або абстрактними питаннями. Схильність до вивчення фізики, зокрема, полягає у прагненні займатися питаннями, що мають фізичний зміст і практичний сенс. Тобто вивчення фізики (навіть теоретичної) обов'язково виявляється пов'язаним з практичною діяльністю, оскільки

фізичні знання за будь-яких умов від інших знань відрізняються тим, що мають фізичний зміст і тим самим пов'язані з описанням станів, процесів та явищ природи і оточуючого світу в цілому.

Фізика, як наука про природу, за своєю суттю прагне, як можна більш точно описати природні (реальні) стани, процеси і явища використовуючи для цього ідеалізовані моделі та наближення.

Розв'язуючи задачу з фізичної точки зору необхідно, перш за все, визначити, вибрати або самостійно побудувати фізичну модель розглядуваного в задачі реального процесу, явища тощо. Далі необхідно вибрати або самостійно побудувати математичну модель, що описує відповідну фізичну модель, тобто визначитися з використовуваним математичним апаратом розв'язання задачі і пов'язати моделі між собою.

Водночас, на етапі вибору або створення фізичної і математичної моделей та їх пов'язання, слід мати на увазі щонайменше два принципових, з точки зору фізики, моменти: – по-перше, немає сенсу максимально спрощувати фізичну модель і прагнути до максимально простого, з точки зору математики, розв'язання задачі, бо «разом з водою можна виплеснути дитину». Фізична модель повинна відображати принципово важливі положення, тобто фізичний зміст задачі; – по-друге, обрана математична модель і використовуваний математичний апарат повинні забезпечувати можливість розв'язання задачі (отримання кінцевого розв'язку) та бути зрозумілими і посилюючими для тих, хто це розв'язання виконує.

Таким чином, розв'язання задачі з фізичної точки зору – це практично завжди пошук розумного (прийняттого) компромісу (балансу) між «незбагненою реальністю» і «неіснуючою ідеальністю», тобто наближення неіснуючої, але вирішуваної в «ідеалізованій» математичними підходами і відповідним апаратом постановки задачі до реальної (існуючої в природі) проблеми.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розробок. Ґрунтуючись на порівнянні зазначених двох досить різних підходів, ми виділяємо ті особливості, які слід враховувати і ті методичні прийоми, які доцільно використовувати, навчаючи математики осіб, схильних до вивчення фізики і які мають відповідний стиль мислення, а саме:

– Особи, які цілеспрямовано вивчають фізику, цінують математичні знання, з повагою ставляться до математики, як до науки, але сприймають ці знання вельми утилітарно, як засіб досягнення фізичної науки. Тому, вивчаючи з ними матеріал математики, доцільно демонструвати можливість його практичного застосування.

– Учні, що мають здібності до фізики не дуже захоплюються, наприклад, описом абстрактних і «нереальних» ен-вимірних просторів, але набагато краще сприймають і засвоюють матеріал, наповнений фізичним змістом, підкріплений реальними прикладами зв'язку з реальністю.

– Фізичні приклади та ілюстрації, що «оживляють» математичну теорію повинні наводитися своєчасно «по свіжих слідах», в одному блоці з вивченням відповідної теорії, пояснюючи та підкріплюючи її.

– Для формування умінь і навичок фізичних досліджень корисно ставити і розв'язувати завдання, в тому числі з математики, що мають не лише кілька різних способів або методів їхнього розв'язання, а також допускають можливість вибору, наприклад, граничних умов тощо.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Крутецкий В. А. Психология математических способностей школьников. М. : Просвещение, 1968. 431 с.
2. Кременський Б. Г. Здібності до фізики: структура, зміст, розвиток. Наша школа. 2009. № 6. С. 7-13.

REFERENCES

1. Krutetskiy, V.A. (1968) *Psykholohyia matematycheskykh sposobnostei shkolnykh* [Psychology of mathematical abilities of schoolchildren]. Moskva.
2. Kremynskiy, B.G. (2009) *Zdibnosti do fizyky: struktura, zmist, rozvytok* [Abilities in physics: structure, content, development].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

КРЕМІНСЬКИЙ Борис Георгійович – доктор педагогічних наук, доцент, головний науковий співробітник відділу роботи з обдарованою молоддю Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти», Заслужений вчитель України.

Наукові інтереси: методика навчання фізики, робота з обдарованою молоддю.

МИСТЮК Світлана Петрівна – завідувач відділу роботи з обдарованою молоддю Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти».

Наукові інтереси: теорія і методика роботи з обдарованою молоддю.

ЧЕРКАСЬКА Людмила Станіславівна – завідувач сектору відділу роботи з обдарованою молоддю Державної наукової установи «Інститут модернізації змісту освіти».

Наукові інтереси: теорія і методика роботи з обдарованою молоддю.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

KREMINSKYI Borys Georgiyovych – doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, chief researcher of the Department of work with gifted youth of the State Scientific Institution «Institute for modernization of educational content», honored teacher of Ukraine.

Circle of research interests: methods of teaching physics, working with gifted youth.

MYSTYUK Svitlana Petrivna – Head of the Department for Work with Gifted Youth of the State Scientific Institution «Institute for Modernization of the Content of Education».

Circle of research interests: theory and methodology of working with gifted youth.

CHERKASKA Lyudmyla Stanislavivna – head of the sector of the Department of work with gifted youth of the State Scientific Institution «Institute for modernization of educational content».

Circle of research interests: theory and methodology of working with gifted youth.

Стаття надійшла до редакції 30.03.2021 р.