

УДК 37.013.46

DOI <https://doi.org/10.52726/as.pedagogy/2021.4.1.25>

О. В. СІЛКОВА

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри медичної інформатики та медичної і біологічної фізики,
Полтавський державний медичний університет,
м. Полтава, Україна
Електронна пошта: silkova@rambler.ru
<http://orcid.org/0000-0002-2605-204X>*

Н. В. ЛОБАЧ

*кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри медичної інформатики та медичної і біологічної фізики,
Полтавський державний медичний університет,
м. Полтава, Україна
Електронна пошта: lobach_n@bigmir.net
<http://orcid.org/0000-0002-3795-7864>*

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У ЗДОБУВАЧІВ МЕДИЧНОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У МЕДИЦИНІ, БІОЛОГІЇ»

Метою цієї статті є розкриття ролі та значення вивчення теми «Математичне моделювання у медицині, біології» для формування професійних знань, умінь майбутнього лікаря. Для досягнення поставленої мети були використані методи обґрунтування, узагальнення, систематизації теоретичного та практичного матеріалу. У статті розглянута проблема формування професійної компетентності майбутнього лікаря за допомогою навчання математичного моделювання під час вивчення дисципліни «Медична інформатика». На основі аналізу науково-дослідницької літератури визначено основні підходи до трактування поняття «професійна спрямованість навчання математики». Виділені цілі професійно спрямованого викладання математики, зокрема під час вивчення теми «Математичне моделювання» у медичному закладі вищої освіти. Розроблене і сформульоване визначення професійно спрямованого завдання математичного моделювання для студентів медичних навчальних закладів, її реалізація за допомогою виявлення та актуалізації міжпредметних зв'язків математики з дисциплінами професійного циклу. Описано функції таких завдань. У статті також наведені приклади професійно спрямованих навчальних завдань математичного моделювання, що відображають міжпредметні зв'язки з дисциплінами професійного і природничо-наукового циклів. Крім того, відзначено важливу роль методу математичного моделювання у вивченні медико-біологічних явищ і процесів засобами математики; розібрано вирішення задачі медичного змісту, що ілюструє зазначений метод.

Висновки. З'ясовано, що вивчення та використання математичного моделювання надає здобувачам медичної освіти можливості для виявлення і вивчення проблемної ситуації з їхньої професійної діяльності, створення можливостей для формування критичних знань, їх застосування на практиці, використання відповідного програмного забезпечення, інтерпретації отриманих результатів. Вивчення математичного моделювання на практичних заняттях із медичної інформатики позитивно впливає на формування професійної компетентності у здобувачів медичної освіти.

Ключові слова: медична освіта, математичне моделювання, медична інформатика, професійно спрямоване навчання математики, процес навчання, майбутні лікарі.

Постановка проблеми. У професійній діяльності медичні працівники використовують різні математичні методи: від найпростіших (наприклад, будь-який лікар повинен знати одиниці виміру, поняття відсотка, пропорції, концентрації тощо; вміти виконувати елементарні розрахунки за наведеними формулами тощо) до

найскладніших математичних моделей (наприклад, модель зростання злоякісної пухлини описується системою диференціальних рівнянь) і методів статистичного аналізу, які застосовуються в медико-біологічних дослідженнях [Crouch : 198], [Jacobini : 35]. Якщо для використання у професійній діяльності найпрості-

ших математичних формул розрахунку досить елементарних шкільних знань, то складніше справа йде з умінням будувати, а потім інтерпретувати навіть досить прості математичні моделі, а також аналізувати отримані емпіричним шляхом медико-біологічні дані та робити на підставі отриманих результатів подальші прогнози, оскільки здобувачі медичної освіти мають недостатній рівень базових математичних знань і слабку мотивацію до вивчення предмета (вони вважають, що математичні знання не будуть використовуватися ними ні під час вивчення інших дисциплін, ні в повсякденному житті, ні у майбутній професійній діяльності) [Galgrath : 147], [Zbiek : 102], [Сілкова : 128].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Для усунення зазначених труднощів необхідна така організація навчання математики здобувачів медичної освіти, яка враховує навчальні та професійні інтереси, а також особливості використання математичного апарату під час вирішення завдань медико-біологічного спрямування. Зазначена організація навчання має назву «професійно спрямоване навчання». Проблема професійної спрямованості навчання математики здобувачів медичної освіти складна і за структурою, і за змістом. Це пов'язано з тим, що саме поняття «професійна спрямованість навчання математики» реалізується за допомогою виявлення та актуалізації міжпредметних зв'язків математики та дисциплін професійного циклу [Пичугина : 35], [Столяренко : 112], розглядається як засіб впливу на особистість учня, закладається мотивація здобувачів освіти до майбутньої професії. Професійна підготовка лікаря, відповідна сучасним вимогам, можлива лише на основі комплексу методологічних підходів [Шмонова : 64]. Найбільш важливим із них є, на наш погляд, компетентнісний підхід до навчання здобувачів професійної освіти, а тому в цій статті будемо розглядати професійно спрямоване навчання математики, зокрема математичного моделювання, здобувачів медичної освіти як засіб формування математичної компетентності майбутніх працівників системи охорони здоров'я.

Метою статті є пошук ефективних способів формування професійної компетентності у здобувачів медичної освіти під час вивчення математичного моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розглядаючи математичну підготовку майбутнього лікаря з позицій компетентнісного підходу, можна сказати, що головною рисою математичної компетентності медика є не сукупність освоєних математичних знань, а досвід використання математичного апарату для розв'язання завдань, що виникають у професійній діяльності, зокрема математичного моделювання. А.Г. Мордкович розробив цілісну концепцію професійно-педагогічної спрямованості підготовки майбутнього спеціаліста [Мордкович : 56]. У його концепцію включено чотири основні принципи: принцип фундаментальності, принцип провідної ідеї, бінарності, принцип безперервності. Ця концепція є універсальною, оскільки може слугувати (звичайно, з деякими змінами) концепцією професіоналізації математичної підготовки будь-якого фахівця, в тому числі і медичного працівника. Так, принцип фундаментальності під час навчання здобувачів медичної освіти математики реалізує ідею інтелектуального розвитку майбутнього лікаря у процесі вивчення математики через використання таких розумових дій, як аналіз, синтез, узагальнення, класифікація, визначення взаємозв'язків (у тому числі міжпредметних). Зазначений принцип передбачає включення у процес викладання математики видів діяльності, що сприяють формуванню освіченого лікаря, який вільно володіє математичними методами для вирішення професійних завдань. Принцип бінарності включає необхідність об'єднання загальнонаукової та методичної ліній у побудові навчального процесу, спрямованості навчання математики на оволодіння узагальненими і професійними способами і засобами діяльності через практичні вміння. Принцип безперервності має на увазі, що під час вибору методів навчання математики викладач у медичному навчальному закладі повинен всюди, де це можливо, свідомо віддавати перевагу методам, що допомагають здобувачу освіти максимально освоїти математичні знання, які він може застосовувати під час вивчення інших дисциплін і у своїй майбутній професійній діяльності. Із характеристики принципів випливає, що всі вони тісно взаємопов'язані і, крім того, враховують можливості математичної компоненти у підвищенні професійної ком-

петентності майбутнього лікаря. У професійно спрямованому викладанні математики здобувачам медичної освіти можна виділити такі три мети їх підготовки, як:

- реалізація базової математичної підготовки в контексті майбутньої професійної діяльності працівника охорони здоров'я;
- розвиток якостей особистості, необхідних лікарю в його майбутній професійній діяльності;
- використання отриманих знань під час вирішення завдань, що виникають у професійній діяльності [Пичугина : 56].

Таким чином, під професійною спрямованістю математичної підготовки майбутнього лікаря слід розуміти організацію навчальної діяльності на заняттях із математики так, щоб основними ціннісними установками для здобувачів освіти при цьому були оволодіння математичним змістом під час вирішення професійно спрямованих завдань і формування узагальнених умінь професійної діяльності.

Одним із способів реалізації професійної спрямованості навчання математики здобувачів медичної освіти є використання математичних моделей під час вивчення дисципліни «Медична інформатика».

Математичне моделювання – це процес створення математичної моделі й оперування нею з метою отримання відомостей про реальний об'єкт. Модель потрібна:

- для того, щоб зрозуміти, як влаштований конкретний об'єкт, яка його структура, основні властивості, закони розвитку і взаємодії з навколишнім світом;
- для того, щоб навчитися управляти об'єктом або процесом і визначити найкращі способи управління за заданих цілей і критеріїв;
- для того, щоби прогнозувати прямі і непрямі наслідки реалізації заданих способів і форм впливу на об'єкт [Стадніченко : 102].

Математична модель – це сукупність математичних об'єктів: чисел, символів, множин тощо, зв'язків між ними, що відображають найважливіші для дослідника властивості змодельованого об'єкта. Вони мають велике значення ще й тому, що ілюструють найважливіший метод вивчення медико-біологічних явищ і процесів засобами математики. У нашому дос-

лідженні будемо розуміти під професійно спрямованим математичним завданням для здобувачів медичної освіти таке завдання, зміст якого пов'язаний з об'єктами і процесами медико-біологічної природи, а пошук її вирішення за допомогою математичного апарату сприяє формуванню професійної компетентності майбутнього працівника охорони здоров'я. У професійно спрямованих математичних моделях наочно відображаються міжпредметні зв'язки з біологією, екологією, епідеміологією, імунологією, фармакологією, хімією, фізикою та іншими професійно значущими для медичного працівника дисциплінами, а також розкриваються прикладні аспекти наукових знань у професійній діяльності лікаря.

У процесі вивчення дисципліни «Медична інформатика» здобувачами медичної освіти створюється можливість ознайомити їх із деякими типами математичних моделей медико-біологічних явищ і сформуванню вміння працювати з ними на підставі застосування у навчанні професійно спрямованих завдань [Доценко : 82]. Наприклад, розглянемо задачу, що моделює процес зменшення концентрації лікарського препарату у крові пацієнта із плином часу. Відомо, що внаслідок виведення лікарської речовини з організму пацієнта її концентрація у крові зменшується з часом. Отже, в початковий момент часу концентрація речовини становила 0,4 мг/л, а через добу зменшилася в чотири рази, потрібно визначити концентрацію цієї лікарської речовини через дві доби, вважаючи, що швидкість зменшення концентрації пропорційна концентрації речовини в цей момент часу. Рішення цієї задачі можна розділити на три основних етапи:

1. Побудова математичної моделі. На цьому етапі здійснюється переклад розв'язуваної задачі із природної мови на математичну. Позначимо концентрацію лікарської речовини в момент часу t через $C = C(t)$. Швидкість зміни концентрації, згідно з фізичним змістом похідної, є похідною концентрації від часу, тобто $V = C' = dC/dt$. За умовою швидкість зменшення концентрації і сама концентрація речовини пропорційні, тоді можемо записати: $\frac{-dC}{dt} = kC$, де k – коефіцієнт пропорційності, $k > 0$, припустимо також, що k не залежить від часу, а « \leftarrow » означає, що концентрація зменшується зі збіль-

шенням часу. Отже, ми отримали диференційне рівняння, що моделює процес зменшення концентрації лікарського препарату в крові пацієнта із плином часу.

2. Розв'язок задачі відбувається з використання математичних знань і методів. Це диференційне рівняння є диференціальним рівнянням першого порядку і розв'язується методом розділення змінних. Для зручності переписемо це рівняння у вигляді : $\frac{dC}{dt} = -kC$. Розділимо змінні: $\frac{dC}{C} = -kdt$. Проінтегруємо, маємо: $\ln C = -k \cdot t + \ln C_0$, або $C = C_0 \cdot e^{-kt}$. Отримана залежність визначає у загальному вигляді процес зменшення лікарського препарату у крові пацієнта із плином часу. Довільна величина C_0 позначає початкову концентрацію речовини при $t = 0$. За умовою задачі $C_0 = 0,4$ мг/л. Знаючи, що при $t = 1$ добу, $C = 0,1$, знайдемо k : $0,1 = 0,4 e^{-k}$,

$4 = e^k$, $k = \ln 4$. Таким чином, отримуємо закон зміни концентрації лікарської речовини у крові пацієнта з плином часу: $C = 0,4e^{-\ln 4t}$ або $C = 0,4(0,25)^t$. Отже, при $t = 2$ доби, $C = 0,4(0,25)^2 = 0,025$ мг/л.

3. Пояснення отриманого результату. Через дві доби концентрація цієї лікарської речовини становить 0,025 мг/л.

Таким чином, використання професійно спрямованих завдань із математичного моделювання під час вивчення медичної інформатики сприяє підвищенню мотивації вивчення математики здобувачами медичної освіти, виступає засобом розвитку пізнавального інтересу, сприяє розвитку мислення, позитивно впливає на організацію професійної спрямованості майбутніх лікарів, формуючи математичний складник професійної компетентності здобувачів медичної освіти.

ЛІТЕРАТУРА

1. Доценко В.І., Сілкова О.В. Медична інформатика: навч. посіб. Полтава: АСМІ, 2018, 165 с.
2. Мордкович, А.Г. Профессиональнопедагогическая направленность специальной подготовки учителя математики в педагогическом институте. *Ярославський педагогічний весник*. 2018. № 2. С. 56–65.
3. Пичугина, П.Г. Методика профессионально ориентированного обучения математике студентов медицинских вузов : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 : Н. Новгород, 2018. 142 с.
4. Сілкова О.В., Ішейкіна Ю.О. Проблеми підготовки з медичної інформатики студентів вищих навчальних закладів. *Вісник проблем біології і медицини*. 2019. № 3. С. 128–129.
5. Стадніченко С.М., Філоненко Н.Ю., Дубінський О.Г. Функції моделювання щодо навчання біофізиці й інформатиці майбутніх фармацевтів. *Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті*: матеріали VI-ї Міжнар. Наук.-практ. онлайн-інтернет конф., м. Кропивницький, 19–20 квітня 2018 р. Кропивницький, 2018. С. 101–103.
6. Столяренко О.В. Моделювання педагогічної діяльності у підготовці фахівця: навч.-метод. посіб. Вінниця: ТОВ "Нілан-ЛТД", 2018. 196 с.
7. Шмонова, М.А. Профессиональноориентированное обучение математике как средство создания положительной мотивации студентов медицинских вузов. *Аспирантский вестник Рязанского государственного университета имени С. А. Есенина*. 2018. № 21. С. 64–65.
8. Crouch, R.; Haines, C. Mathematical modeling: transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2018. v. 35 (2). pp. 197–206.
9. Galgrath, P.; Stilman, G. A framework for identifying student blockages during transitions in the modeling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 2018. v. 38 (2). pp. 143–162.
10. Jacobini, O.R.; Wodewotzki, M.L.L. Mathematical modelling: a path to political reflection in the mathematics class. *Teaching Mathematics and Its Applications. Oxford Journals*. 2019. v. 35. pp. 33–42.
11. Zbiek, R.M., Conner, A. Beyond Motivation: exploring mathematical modeling mathematical modeling as a context for deepening students' understanding of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. 2019. v. 63(1). pp. 89–112.

REFERENCES

1. Docenko V.I., Silkova O.V. (2018). Medical informatics: navch. posib. Poltava: ACMI.
2. Mordkovych, A.H. (2018). Professonally pedahohyeheskaia napravlennost spetsyalnoi podhotovky uchytelia matematyky v pedahohyeheskom instytute [Professionally oriented teaching of mathematics as a means of creating positive motivation for medical students.]. *Yaroslavskiy pedahohohyeheskiy vesnyk* [Yaroslavl Pedagogical Bulletin], vol 2. no. pp. 56–65.

3. Pychuhyna, P.H. (2018). *Metodika professional'no orientirovannogo obucheniya matematike studentov meditsinskikh vuzov* [Methods of professionally oriented teaching of mathematics to medical students] (PhD Thesis). N. Novhorod: N. Novhorod Medical.
4. Silkova O.V., Ishcheikina Yu.O. (2019). Problemy pidhotovky z medychnoi informatyky studentiv vyshcheykh navchalnykh zakladiv [Problems of training in medical informatics for students of higher educational institutions]. *Visnyk problem biologii i medytsyny* [Bulletin of problems of biology and medicine], vol. 3 no. pp.128–129.
5. Stadnichenko S.M., Filonenko N.Iu., Dubinskyi O.H. (2018). Funktsii modeliuвання shchodo navchannia biofizytsi y informatytsi maibutnikh farmatsevtiv [Modeling functions for teaching biophysics and computer science to future pharmacists]. Problemy ta innovatsii v pryrodnycho-matematychnii, tekhnolohichnii i profesiinii osviti: VI Mizhnarodna naukovo-praktychna onlain-internet konferentsiya (Ukrain, Kropyvnytskyi, April 19–20, 2018) (eds. Sadovoho M.I.). pp. 101 – 103.
6. Stoliarenko O.V. (2018). Modeling of pedagogical activity in specialist training: navch.-metod. posib. Vinnytsia: TOV "Nilan-LTD".
7. Shmonova, M.A. (2018). Professyonalno oryentyrovannoe obuchenye matematyke kak sredstvo sozdaniya polozhytelnoi motyvatsyy studentov medytsynskykh vuzov [Professionally oriented teaching of mathematics as a means of creating positive motivation for medical students]. *Aspyrantskyi vestnyk Riazanskoho hosudarstvennogo unyversyteta ymeny S. A. Esenyina* [Postgraduate Bulletin of Ryazan State University named after S.A. Yesenin]. vol 21. no. pp. 64–65.
8. Crouch, R.; Haines, C. Mathematical modeling: transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2018. V. 35 (2). pp. 197–206.
9. Galgraith, P.; Stilman, G. A framework for identifying student blockages during transitions in the modeling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 2018. V. 38 (2). pp. 143–162.
10. Jacobini, O.R.; Wodewotzki, M.L.L. Mathematical modelling: a path to political reflection in the mathematics class. *Teaching Mathematics and Its Applications. Oxford Journals*. 2019. V. 35. pp. 33–42.
11. Zbiek, R.M., Conner, A. Beyond Motivation: exploring mathematical modeling mathematical modeling as a context for deepening students' understanding of curricular mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. 2019. V. 63(1). pp. 89–112.

O. V. SILKOVA

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Senior Lecturer at the Department of Medical Informatics and Medical and Biological Physics,
Poltava State Medical University,
Poltava, Ukraine
E-mail: silkova@rambler.ru
<http://orcid.org/0000-0002-2605-204X>*

N. V. LOBACH

*Candidate of Pedagogical Sciences,
Senior Lecturer at the Department of Medical Informatics and Medical and Biological Physics,
Poltava State Medical University,
Poltava, Ukraine
E-mail: lobach_n@bigmir.net
<http://orcid.org/0000-0002-3795-7864>*

FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE IN RECIPIENTS OF MEDICAL EDUCATION DURING THE STUDY OF THE TOPIC “MATHEMATICAL MODELING IN MEDICINE AND BIOLOGY”

The purpose of this article is to reveal the role and significance of the topic "Mathematical modeling in medicine and biology" for the formation of professional knowledge and skills of the future doctor. To achieve this goal, methods of justification, generalization, and systematization of theoretical and practical material were used. The article deals with the problem of forming the professional competence of a future doctor through teaching mathematical modeling while studying the discipline "Medical Informatics". Based on the analysis of scientific research literature, the main approaches to the definition of the concept of "professional orientation of teaching mathematics" are presented. It is understood

as the organization of educational activities in the classroom in mathematics so that the main value orientations for applicants for education are at the same time mastering the mathematical content in solving professionally-oriented problems and the formation of generalized skills of professional activity. The goals of professionally oriented teaching of mathematics are highlighted when studying the topic "Mathematical modeling" in a medical institution of higher education. The definitions of a professionally directed problem of mathematical modeling for students of medical educational institutions, its implementation through the identification and updating of interdisciplinary connections of mathematics with the disciplines of the professional cycle, since they are associated with objects and processes of a biomedical nature, have been developed and formulated. The functions of such tasks are described. The article also presents examples of professionally oriented educational tasks of mathematical modeling, which reflect interdisciplinary connections with the disciplines of professional and natural science cycles. In addition, the important role of the method of mathematical modeling in the study of biomedical phenomena and processes by means of mathematics is noted; the solution of the problem of medical content is submitted, which illustrates the specified method.

Key words: medical education, mathematical modeling, medical informatics, professionally-oriented teaching of mathematics, learning process, future doctors.