



Шаповалова Н., Панченко Л., Кучменко С. Науково-методичні особливості та переваги навчання математичного моделювання студентів закладів вищої освіти. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2019. № 1 (5). С. 31-39.

Shapovalova N., Panchenko L., Kuchmenko S. Scientific and methodological specifics and benefits of studying mathematic modeling by high school students. *Education. Innovation. Practice*, 2019. Issue 1 (5). P. 31-39.

УДК 378.016:519.876.5

Шаповалова Наталія

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Україна

Панченко Лариса

Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Україна

Кучменко Світлана

Національний університет державної фіскальної служби України, Україна

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРЕВАГИ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СТУДЕНТІВ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. Однією з найважливіших складових математичної освіти є реалізація її прикладної спрямованості – формування компетентності відносно практичного застосування математичних знань у реальному житті. Зв'язок між математичними фактами і практичними явищами та процесами найбільш наочно встановлюється завдяки застосуванню математичного моделювання в ході розв'язування прикладних задач. У статті обґрунтована доцільність використання математичного моделювання як засобу реалізації практичної і прикладної спрямованості навчання математики та міжпредметних зв'язків. Описані науково-методичні особливості та переваги навчання математичного моделювання студентів закладів вищої освіти. Проаналізована сутність реалізації у навчанні прикладної спрямованості вивчення математики.

В процесі навчання математики у ВНЗ формується переважно уміння аналітичного та імітаційного математичного моделювання. Аналітичне моделювання застосовується для розв'язування прикладних задач та розвитку математичної теорії. Найбільш вдало вміння аналітичного моделювання можна сформулювати в процесі вивчення курсів «Основи геометрії» та «Числові системи». При імітаційному моделюванні відтворюється алгоритм функціонування системи, її поведінка, причому імітуються елементарні явища, що складають процес, зі збереженням їх логічної структури і послідовності протікання. Це дозволяє за вихідними даними одержати відомості про стан процесу в певні моменти часу, що дають можливість оцінити характеристики системи. Ефективно навчати студентів імітаційному математичному моделюванню можна при вивченні теорії ймовірностей та математичної статистики, чисельних методів, інформатики, економічної теорії.

Система прикладних задач з різних математичних дисциплін займає центральне місце в процесі формування вмінь математичного моделювання у студентів. Цей процес має реалізовуватися в межах кожної навчальної дисципліни систематично, неперервно, в межах кількох математичних дисциплін – паралельно й обов'язково за однією і тією самою евристичною схемою діяльності математичного моделювання.

Ключові слова: математичне моделювання, прикладна задача, практична і прикладна спрямованості навчання, практична компетентність, міжпредметні зв'язки, освітній процес, навчання, фізичне моделювання, економічне моделювання.

Постановка проблеми. Формування навичок практичного застосування математичних знань є однією з головних цілей навчання математики. Радикальним засобом реалізації прикладної спрямованості математики є широке, систематичне застосування методу математичного моделювання. Це стосується введення понять, виявлення зв'язків між ними, характеру ілюстрацій, доведень, системи вправ і, нарешті системи контролю. Забезпечення прикладної спрямованості

викладання математики сприяє формуванню стійких мотивів до навчання взагалі й до навчання математики зокрема.

Практична компетентність у галузі математичного моделювання передбачає, що фахівець – випускник навчального закладу вміє будувати і досліджувати найпростіші математичні моделі реальних об'єктів, процесів і явищ, та задач, пов'язаних з ними, за допомогою математичних об'єктів відповідних математичних задач.

Математика як наука в ході свого історичного розвитку накопичила багато фактів, які свідчать про те, що математичні поняття, операції, способи логічних міркувань зазнають суттєвого впливу практики і мають цілком певне практичне походження. Багато розділів сучасної математики формувалися під безпосереднім впливом потреб техніки, економіки, військової справи, управління тощо. Тому дуже важливим у вихованні світогляду молоді є розкриття ролі практики у розвитку математики і показ її практичного, прикладного значення. Здійснювати це ефективно можна шляхом складання математичних моделей в ході розв'язування прикладних задач.

Прикладні задачі – це задачі, які поставлені ззовні математики і розв'язуються математичними засобами. Прикладні задачі, як і будь-які інші задачі, у процесі навчання математики виконують дидактичні функції, основними з яких є навчаюча (формування системи математичних знань, умінь і навичок на різних етапах засвоєння); виховна (формування наукового світогляду, пізнавального інтересу і самостійності, навичок навчальної праці, моральних якостей особистості); розвиваюча (розвиток логічного мислення, оволодіння ефективними прийомами розумової діяльності). Розв'язання будь-якої задачі прикладного характеру зводиться до побудови та дослідження відповідної математичної моделі.

Реалізація прикладної спрямованості навчання математики у навчальному процесі означає: 1) створення запасу математичних моделей, які описують реальні явища і процеси, мають загальнокультурну значущість, а також вивчаються у суміжних предметах; 2) формування в учнів та студентів знань та вмінь, які необхідні для дослідження цих математичних моделей; 3) навчання учнів та студентів побудові та дослідженню найпростіших математичних моделей реальних явищ і процесів. Прикладна спрямованість математичної освіти суттєво підвищується завдяки впровадженню комп'ютерів у навчання математики, повноцінному введенню ймовірно-статистичної змістової лінії у курс шкільної математики.

Аналіз актуальних досліджень. Доцільні й важливі положення для вирішення визначеної проблеми є також у роботах науковців, які висловлюються стосовно важливості формування в учнів та студентів прийомів діяльності прикладного характеру, моделювання в навчальній діяльності (Я. С. Бродський, С. І. Великодний, Т. В. Крилова, О. Л. Павлов, Н. Г. Салміна, А. К. Сліпенко, Н. А. Тарасенкова, М. О. Терешин, З. Я. Хаметова та ін.). Методологія математичного моделювання бурхливо розвивається, проникаючи у нові сфери – від розробки великих технічних систем і управління ними до аналізу найскладніших економічних і соціальних процесів [14, с. 4].

Щодо навчання математичного моделювання учнів старшої школи слід зауважити, що в умовах профільного навчання математики питання, пов'язані з математичним моделюванням, декларативно відображені в навчальних програмах, але належним чином не висвітлюються у навчальних посібниках.

У зв'язку із зазначеною проблемою не забезпечується неперервність та наступність навчання математичному моделюванню в навчальних закладах середньої та вищої освіти. Невирішеність цих проблем пов'язана із загальною проблемою сучасної математичної освіти, а саме значним скороченням кількості годин, що виділяються на вивчення математики.

Проблемою навчання математичного моделювання студентів різних напрямів підготовки, в тому числі майбутніх вчителів математики, автори статті займаються протягом останніх двох десятиліть, мають цілий ряд публікацій з цієї теми, в яких відображений власний багаторічний досвід викладання математичних дисциплін, зокрема математичного моделювання [10-15; 22].

Мета статті. Дана стаття присвячена дослідженню значення і доцільності використання математичного моделювання як засобу реалізації практичної і прикладної спрямованості навчання математики та міжпредметних зв'язків, виявленню науково-методичних особливостей та переваг навчання математичного моделювання студентів закладів вищої освіти, аналізу сутності реалізації у навчанні прикладної спрямованості навчання математики [1, с. 13].

Методи дослідження. Представлене дослідження виконане за допомогою низки базових загальнонаукових, міждисциплінарних і спеціальних математичних методів пізнання. Спочатку автори на основі методу науково абстрагування і узагальнення дають визначення та характеристику поняттям математичної моделі та математичного моделювання, виявляють та порівнюють типи математичного моделювання, що найчастіше фігурують у навчальному процесі,

потім застосовують метод встановлення відповідності (кореляції) для виділення тих навчальних дисциплін та їхніх складових, в ході вивчення яких відбувається засвоєння головних прийомів математичного моделювання, та, спираючись на метод виявлення причинно-наслідкових зв'язків, розкривають ті компетентності, навички та вміння, які мають сформуватися у студентів задля опанування базових основ математичного моделювання. Також у роботі використовуються метод структурного аналізу, метод систематизації та компаративний метод.

Виклад основного матеріалу. У науковій літературі поняття «модель» трактується досить широко. Цим терміном називають такі поняття, як математичний опис процесу або об'єкта, алгоритмічний опис об'єкта; формулу, що визначає закон функціонування; графічне подання об'єкта (процесу) у вигляді графіка, блок-схеми або кривої, що характеризує динаміку досліджуваного процесу та ряд інших форм і понять [18].

«Під моделлю (від лат. *Modulus* – міра, зразок, норма) розуміють такий матеріальний чи уявно представлений об'єкт, який у процесі пізнання (вивчення) заміщає об'єкт - оригінал, зберігаючи деякі важливі для даного дослідження типові риси. Процес побудови та використання моделі, називається моделюванням» [2, с. 123].

Математичним моделям прикладних задач відповідає означення, сформульоване А. М. Тихоновим: «Математична модель – це наближений опис будь-якого класу явищ навколишнього світу за допомогою математичної символіки» [20, с. 574].

Як зазначається у роботі І. І. Блехмана та ін., математична модель у найпростіших випадках «... може бути відрізком, функцією, вектором, матрицею, скалярною величиною або навіть конкретним числом» [3, с. 130]. У складніших випадках вона дозволяє звести дослідження нематематичного об'єкта до розв'язання математичної задачі, користуючись універсальним математичним апаратом і як наслідок одержати не тільки кількісну, а й якісну інформацію про досліджуваний об'єкт.

Математичне моделювання – це процес встановлення відповідності даному реальному об'єкту деякого математичного об'єкта, що називається математичною моделлю [1, с. 13]. В процесі навчання математики у ВНЗ формується переважно уміння аналітичного та імітаційного математичного моделювання.

Аналітичне математичне моделювання застосовується для розв'язування прикладних задач та розвитку математичної теорії. Розглянемо дидактичні можливості для формування у студентів вмінь аналітичного математичного моделювання:

- вміти визначити зовнішні умови, в яких знаходиться об'єкт моделювання і охарактеризувати їх певними величинами;
- вміти знайти зв'язки і відношення між елементами системи і записати їх у математичній формі;
- вміти виділити системоутворюючі зв'язки, запис яких у математичній формі є шуканою математичною моделлю;
- вміти обрати критерії оцінювання математичної моделі на предмет досконалості;
- вміти реалізовувати для створення математичних моделей ієрархічний метод;
- вміти наводити приклади конкретних математичних моделей фізичних, біологічних, економічних, інформаційних процесів;
- вміти інтерпретувати математичні залежності в термінах конкретних математичних теорій.

До вмінь аналітичного математичного моделювання також слід віднести всі вміння, спрямовані на створення аксіоматичної теорії та її аналіз. Найбільш вдало такі вміння можна сформувати в процесі вивчення курсів «Основи геометрії» та «Числові системи».

При імітаційному моделюванні відтворюється алгоритм функціонування системи (протікання процесу, зміни стану явища) в часі – поведінка системи, причому імітуються елементарні явища, що складають процес, зі збереженням їх логічної структури і послідовності протікання. Це дозволяє за вихідними даними одержати відомості про стан процесу в певні моменти часу, що дають можливість оцінити характеристики системи. Основною перевагою імітаційного моделювання порівняно з аналітичним є можливість розв'язання складніших задач. Імітаційні моделі дозволяють досить просто враховувати такі фактори, як наявність дискретних і неперервних елементів, нелінійні характеристики елементів системи, численні випадкові впливи та інші, які часто створюють труднощі при аналітичних дослідженнях. У наш час імітаційне моделювання – найбільш ефективний метод дослідження систем, а часто і єдиний практично доступний метод одержання інформації про поведінку системи, особливо на етапі її проектування.

В імітаційному моделюванні розрізняють метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло) і метод статистичного моделювання. Метод Монте-Карло – чисельний метод, який застосовується для моделювання випадкових величин і функцій, ймовірнісні характеристики яких

співпадають з розв'язками аналітичних задач. Полягає в багаторазовому відтворенні процесів, що є реалізаціями випадкових величин і функцій, з подальшою розробкою інформації методами математичної статистики. Якщо цей прийом застосовується для машинної імітації з метою досліджень характеристик процесів функціонування систем, що підлягають випадковим впливам, то такий метод називається методом статистичного моделювання [22, с. 160-162].

Метод імітаційного моделювання застосовується для оцінки варіантів структури системи, ефективності різних алгоритмів управління системою, впливу зміни різних параметрів системи.

Ефективно навчати студентів імітаційному математичному моделюванню можна при вивченні теорії ймовірностей та математичної статистики, чисельних методів, інформатики. У процесі навчання імітаційному математичному моделюванню при вивченні вище зазначених дисциплін формуються, насамперед, такі вміння математичного моделювання:

- вміти обрати критерії оцінювання математичної моделі на предмет досконалості (у відповідності до цілей навчання);
- вміти здійснити експериментальну перевірку математичної моделі об'єкта на предмет узгодженості моделі з реальним об'єктом;
- вміти забезпечити узгодженість (в рамках допустимих похибок) математичної моделі з реальним об'єктом, відносно простоту моделі і доступність її для дослідження;
- вміти окреслити межі застосовності математичної моделі;
- вміти наводити приклади реалій, моделями яких є математичні об'єкти, наводити приклади задач з реальним змістом, що приводять до математичних понять (похідної, інтегралів, ймовірностей) тощо, а також при цьому формуються всі вміння, пов'язані з дослідженням математичної моделі з використанням комп'ютерної техніки.

Створення математичної моделі реального процесу, явища, об'єкта шляхом аналітичного чи імітаційного моделювання передбачає формування всіх вмінь, зазначених у навчальних програмах з математичних дисциплін для ВНЗ. Але найкраще ці вміння формуються при комбінованому (аналітично-імітаційному) моделюванні, яке дозволяє об'єднати переваги аналітичного та імітаційного моделювання. Ця умова забезпечується при вивченні спецкурсів з математичного моделювання [14].

В залежності від конкретної ситуації можливі такі підходи до побудови математичних моделей:

- безпосередній аналіз образу, що моделюється;
- проведення обмеженого експерименту з образом моделювання;
- використання аналога;
- аналіз вихідних даних [18].

(Під образом моделювання слід розуміти систему, явище, процес, об'єкт і т. д.)

Методологічні підходи до побудови математичних моделей на сьогоднішній день надзвичайно різноманітні [16, 17]. Це різноманіття може свідчити про неможливість однозначного визначення найбільш перспективних і ефективних шляхів органічного поєднання математики з іншими сферами знань, а також акцентувати увагу на необхідності вдосконалення фундаментальної підготовки спеціалістів з математичних дисциплін.

Математичні моделі прикладного характеру пов'язані з плануванням наукових досліджень, аналізом вихідних даних та вимірюванням і основою їх є сучасна статистика, планування експерименту, вибірковий метод та конструювання панельних обстежень, багатовимірний статистичний аналіз, економетрика та ін. Моделі прикладного характеру також носять абстрактний характер, але результати подібних модельних досліджень знаходять широке застосування в різноманітних прикладних задачах за рахунок визначення мінімального і в той же час достатнього обсягу емпіричної інформації, при якому побудована математична модель була б адекватна реальному процесу з певними, наперед фіксованими обмеженнями.

Математичне моделювання є засобом реалізації міжпредметних зв'язків у межах однієї математичної дисципліни, а також міжпредметних зв'язків між різними математичними та іншими навчальними дисциплінами.

Проблема реалізації прикладної спрямованості завжди була і є в полі зору методистів, науковців, авторів підручників з математичних дисциплін. Протягом багатьох десятиліть, починаючи з 50-х років минулого століття розроблялись загальні підходи до створення математичних моделей і були вироблені «Загальні принципи математичного моделювання»:

1. Принцип використання фундаментальних законів природи.
2. Варіаційні принципи та математичні моделі.
3. Принцип аналогії при побудові моделей.
4. Ієрархічний принцип при побудові математичних моделей.

Найбільш розповсюджений метод побудови моделей полягає в застосуванні фундаментальних законів природи до конкретної ситуації. Ці закони загальноновизнані, багаторазово підтверджені досвідом, є основою багатьох науково-технічних досягнень. Тому їх обґрунтованість не викликає сумнівів, що, окрім всього, забезпечує досліднику психологічну підтримку. Приклади застосування фундаментальних законів природи до побудови математичних моделей наведені в навчально-методичному посібнику [17, с. 73-79].

Варіаційні принципи являють собою загальні твердження про об'єкт, що розглядається (систему, явище) і стверджують, що із всіх можливих варіантів його поведінки (руху, еволюції) вибирають лише ті, які задовольняють певній умові. Відповідно до цієї умови, деяка, пов'язана з об'єктом, величина досягає екстремального значення при його переході із одного стану в інший. Варіаційні принципи застосовуються в задачах на знаходження мінімального чи максимального значення деякої величини. Приклад такої задачі наведений в навчально-методичному посібнику [17, с. 80-82].

При побудові математичних моделей досить широко використовується варіаційний принцип Гамільтона. Загальна схема використання принципу Гамільтона описана в навчально-методичному посібнику [17, с. 79-82].

Перевага використання принципу Гамільтона полягає в його універсальності, строго формалізованих послідовних процедурах, які не залежать від деталей конкретної системи. Для багатьох складних об'єктів, варіаційні принципи є фактично єдиним методом побудови моделей. Так, наприклад, механічні частини більшості робототехнічних приладів складаються з великої кількості різноманітних елементів, пов'язаних між собою різними способами. Їх математичні моделі включають велику кількість рівнянь, однозначно одержаних в основному за допомогою варіаційних принципів. Цей підхід успішно застосовується також і для систем іншої природи (фізичних, хімічних, біологічних) для яких формулюються відповідні загальні твердження про характер їх еволюції (поведінки).

Той факт, що принцип Гамільтона і застосування фундаментальних законів природи дають однакові моделі, є природним, оскільки вони описують один і той же вихідний об'єкт. Звичайно, таке співпадіння гарантоване тільки при одних і тих же вихідних даних про об'єкт.

Математичне моделювання тісно пов'язане з економічним моделюванням, є його основою і сприяє глибокому вивченню різних економічних процесів становлення та розвитку економіки України та розвитку світових економічних систем.

Математичне моделювання пов'язує навчальні математичні дисципліни з інформатикою. Створення математичних моделей дослідницького характеру, тобто математичне моделювання як творчий процес, неможливе без належного рівня вмінь з інформатики та комп'ютерної техніки. За допомогою інформатики математичне моделювання з методу навчального пізнання переростає в метод наукового дослідження. Тобто студенти, оволодівши методом математичного моделювання в процесі вивчення математичних дисциплін, мають змогу вдосконалювати свої вміння математичного моделювання в творчій, дослідницькій діяльності, яку вони можуть проводити або самостійно, або під керівництвом викладача при написанні курсових, кваліфікаційних робіт, підготовці наукових робіт в студентських наукових гуртках чи виступів на наукових конференціях [19].

Розглядаючи математичне моделювання як метод наукового дослідження, у майбутніх учителів необхідно сформувати вміння використовувати математичні моделі в педагогіці та психології. На необхідність цього звертав увагу ще в 1981 р. Б. В. Гнеденко. У своїй книзі «Математическое образование в вузах» він пише: «Математичний підхід до вивчення різних педагогічних явищ може надати реальну допомогу справі і служити більш глибокому проникненню в проблеми навчання, психологію учня, цілеспрямоване проведення педагогічних експериментів. На мій погляд, вже зараз математика може бути з успіхом використаною до розв'язання таких задач:

- 1) планування і проведення педагогічних експериментів;
- 2) обробка результатів педагогічних експериментів;
- 3) побудова кількісних моделей навчання і виховання» [6, с. 168].

Висновки. Надзвичайну важливість навчання учнів та студентів діяльності математичного моделювання для формування в них системи дієвих знань та вмінь підкреслює і той факт, що в сучасних програмах з математики для школи та у навчальних програмах з математичних дисциплін для ВНЗ вказано на необхідність навчання математичного моделювання.

Система прикладних задач з різних математичних дисциплін займає центральне місце в процесі формування вмінь математичного моделювання у студентів – майбутніх вчителів математики. Формування вмінь математичного моделювання через систему прикладних задач

реалізується в межах кожної навчальної дисципліни систематично, неперервно, в межах кількох математичних дисциплін – паралельно й обов'язково за однією і тією самою евристичною схемою діяльності математичного моделювання.

Формувати вміння математичного моделювання у майбутніх учителів математики у процесі навчання математики та методики її навчання слід спираючись на наступність методу математичного моделювання як методу навчального пізнання і як методу наукового дослідження.

Таким чином, основною метою підготовки вчителів природничо-математичних спеціальностей є їхня підготовка як кваліфікованих викладачів, науковців і менеджерів, конкурентних на ринку праці, компетентних і відповідальних, здатних до роботи за фахом на рівні світових стандартів, готових до постійного професіонального росту, соціальної і професіональної мобільності; задоволення потреб особистості в отриманні відповідної освіти.

Уточнення найефективніших шляхів вирішення актуальних проблем підготовки вчителів природничо-математичних спеціальностей, у свою чергу, визначає перспективи подальших досліджень. Відзначимо, що вирішення проблеми удосконалення підготовки вчителів природничо-математичних спеціальностей передбачає зусилля академічного і педагогічного співтовариства, держави.

Список використаних джерел

1. Анфилатов В. С., Емельянов А. А., Кукушин А. А. Системный анализ в управлении. М.: Финансы и статистика, 2002. 600 с.
2. Біленко І. І. Фізичний словник. К.: Вища школа, Головне видав. 1979. 336 с.
3. Блехман И. И., Мышкис А. Д., Пановко Я. Г. Механика и прикладная математика: логика и особенности приложений математики. М.: Наука, 1990. 356 с.
4. Возняк Г. М., Маланюк К. П. Прикладна спрямованість шкільного курсу математики. К.: Рад. шк., 1984. 80 с.
5. Возняк Г. М. Прикладні задачі в шкільному курсі математики. Метод. посібник. Тернопіль, 2003. 140 с.
6. Гнеденко Б. В. Математическое образование в вузах. М.: Высшая школа, 1981. 175 с.
7. Корін Г. Прикладні задачі як засіб реалізації між предметних зв'язків // Математика в школі. 2004. № 9–10. С. 30–34.
8. Крилова Т. В. Початки математичного моделювання: Наукові основи навчання математики студентів технічних спеціальностей. К.: Вища школа, 1997. 278 с.
9. Нічуговська Л. І. Математичне моделювання в системі економічної освіти. Полтава: ВВ ПУСКУ, 2003. 289 с.
10. Панченко Л. Л. Система прикладних задач як засіб формування вмінь математичного моделювання у майбутніх учителів математики // Математика в школі. № 2004. № 9–10. С. 21–28.
11. Панченко Л. Л., Шаповалова Н. В. Система контролю знань та вмінь студентів з математичного моделювання // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2009. № 5. С. 122-132. Режим доступу: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/2956/1/Panchenko_Shapovalova.pdf
12. Панченко Л. Л., Шаповалова Н. В. Цільові аспекти навчання студентів педагогічного університету математичного моделювання // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі: Зб. наукових праць. К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. № 6. С. 100-107. Режим доступу: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/2891/1/Panchenko_Shapovalova.pdf
13. Панченко Л. Л., Шаповалова Н. В. Методи та організаційні форми навчання математичного моделювання майбутніх учителів математики // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 21. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2010. С. 144-151.
14. Панченко Л. Л., Шаповалова Н. В. Математичне моделювання // Навчально-методичний посібник для студентів математичних спеціальностей педагогічних університетів. К.: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2011. 153 с.
15. Панченко Л. Л., Шаповалова Н. В. Системи задач як засіб навчання математичного моделювання // Методичний пошук вчителя математики: зб. наук. праць за матеріалами I Всеукр. дистанц. наук.-практ. конф., 16 березня 2017 р. / Міністерство освіти і науки України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського [та ін.]. Вінниця, 2017. С. 225-228. Режим доступу: <http://vspu.edu.ua/science/new-style/doc/z1.pdf#page=225>

16. Петрик М., Баб'юк М. Основи математичного моделювання та застосування математичних методів у наукових дослідженнях. Тернопіль: Підручники і посібники, 1988. 160 с.
17. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001. 320 с.
18. Скурихин В. И., Шифрин В. Б., Дубровский В. В. Математическое моделирование. К.: Техника, 1983. 270 с.
19. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі: Навч. посіб. К.: Вища шк., 2005. 239 с.
20. Тихонов А. Н. Математическая модель // Математическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия, 1982. Т. 3. С. 574–575.
21. Шаповалова Н. В., Панченко Л. Л. Значення математичного моделювання для реалізації практичної і прикладної спрямованості навчання математики // Економічний розвиток: теорія, методологія, управління [матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції]. Будапешт-Прага-Київ, К.: НДІЕР. 2015. С. 183-194. Режим доступу: <http://sried.in.ua/zbirnik11-2015.pdf>
22. Шаповалова Н. В., Криворучко О. І. Імітаційне моделювання як один з сучасних інструментів для дослідження різноманітних галузей людської діяльності // Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. «Математика в сучасному технічному університеті», Київ, 28-29 грудня 2017 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. С. 160-163. Режим доступу: <http://matan.kpi.ua/public/files/2017/mvstu6/MSTU6.pdf>

References

1. Anfilatov V. S., Emel'yanov A. A., Kukushin A. A. Sistemnyj analiz v upravlenii. M.: Finansy i statistika, 2002. 600 s.
2. Bilenko I. I. Flzichnyy slovník. K.: Vischa shkola, Golovne vidav. 1979. 336 s.
3. Blekhman I. I., Myshkis A. D., Panovko YA. G. Mekhanika i prikladnaya matematika: logika i osobennosti prilozhenij matematiki. M.: Nauka, 1990. 356 s.
4. Voznyak G. M., Malanyuk K. P. Prikladna spryamovanist shkl'nogo kursu matematiki. K.: Rad. shk., 1984. 80 s.
5. Voznyak G. M. Prikladni zadachi v shkl'nomu kursu matematiki. Metod. posibnik. Ternopil, 2003. 140 s.
6. Gnedenko B. V. Matematicheskoe obrazovanie v vuzah. M.: Vysshaya shkola, 1981. 175 s.
7. Korin G. Prikladni zadachi yak zasib reallizatsiyi mlzh predmetnih zv'yazkiv // Matematika v shkoll. 2004. # 9–10. S. 30–34.
8. Krilova T. V. Pochatki matematichnogo modelyuvannya: Naukovі osnovi navchannya matematiki studentiv tehnichnih spetsialnostey. K.: Vischa shkola, 1997. 278 s.
9. Nichugovska L. I. Matematichne modelyuvannya v sistemі ekonomichnoyi osviti. Poltava: VV PUSKU, 2003. 289 s.
10. Panchenko L. L. Sistema prikladnih zadach yak zasib formuvannya vmln matematichnogo modelyuvannya u maybutnly uchiteliv matematiki // Matematika v shkoll. # 2004. # 9–10. S. 21–28.
11. Panchenko L. L., Shapovalova N. V. Systema kontroliu znan ta vmin studentiv z matematychnoho modelyuvannya // Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova. Seriya 3. Fizyka i matematika u vyshchii i serednii shkoli: Zb. naukovykh prats. – K.: NPU imeni M.P. Drahomanova, 2009. № 5. S. 122-132. Rezhym dostupu: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/2956/1/Panchenko_Shapovalova.pdf
12. Panchenko L. L., Shapovalova N. V. Tsilovi aspekty navchannya studentiv pedahohichnoho universytetu matematychnoho modelyuvannya // Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 3. Fizyka i matematika u vyshchii i serednii shkoli: Zb. naukovykh prats. K.: NPU imeni M. P. Drahomanova, 2010. № 6. S. 100-107. Rezhym dostupu: http://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/123456789/2891/1/Panchenko_Shapovalova.pdf
13. Panchenko L. L., Shapovalova N. V. Metody ta orhanizatsiini formy navchannya matematychnoho modelyuvannya maibutnikh uchyteliv matematyky // Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy. Vypusk 21. Kyiv: Vyd-vo NPU imeni M. P. Drahomanova, 2010. S. 144-151.
14. Panchenko L. L., Shapovalova N. V. Matematychno modelyuvannya // Navchalno-metodychnyi posibnyk dlia studentiv matematychnykh spetsialnostey pedahohichnykh universytetiv. K.: NPU imeni M. P. Drahomanova, 2011. 153 s.
15. Panchenko L. L., Shapovalova N. V. Systemy zadach yak zasib navchannya matematychnoho modelyuvannya // Metodychnyi poshuk vchytelia matematyky: zb. nauk. prats za materialamy I Vseukr. dystants. nauk.-prakt. konf., 16 bereznia 2017 r. / Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy, Vinnytskyi derzhavnyi

pedahohichnyi universytet imeni Mykhaila Kotsiubynskoho [ta in.]. Vinnytsia, 2017. S. 225-228. Rezhym dostupu: <http://vspu.edu.ua/science/new-style/doc/z1.pdf#page=225>

16. Petrik M., Bab'yuk M. Osnovi matematichnogo modelyuvannya ta zastosuvannya matematichnih metodiv u naukovih doslidzhenniah. Ternopil: Pidruchniki i posibniki, 1988. 160 s.

17. Samarskij A. A., Mihajlov A. P. Matematicheskoe modelirovanie: Idei. Metody. Primery. M.: Fizmatlit, 2001. 320 s.

18. Skurihin V. I., Shifrin V. B., Dubrovskij V. V. Matematicheskoe modelirovanie. K.: Tekhnika, 1983. 270 s.

19. Sliepan Z. I. Naukovi zasady pedahohichnoho protsesu u vyshchii shkoli: Navch. posib. K.: Vyshcha shk., 2005. 239 s.

20. Tihonov A. N. Matematicheskaya model' // Matematicheskaya ehnciklopediya. M.: Sovetskaya ehnciklopediya, 1982. T. 3. S. 574–575.

21. Shapovalova N. V., Panchenko L. L. Znachennia matematychnoho modelyuvannia dlia realizatsii praktychnoi i prykladnoi spriamovanosti navchannia matematyky // Ekonomichni rozvytok: teoriia, metodolohiia, upravlinnia [materialy III Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii]. Budapesht-Praha-Kyiv, K.: NDIER. 2015. S. 183-194. Rezhym dostupu: <http://sried.in.ua/zbirnuk11-2015.pdf>

22. Shapovalova N. V., Kryvoruchko O. I. Imitatsiine modelyuvannia yak odyin z suchasnykh instrumentiv dlia doslidzhennia riznomanitnykh haluzei liudskoi diialnosti // Materialy VI Mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Matematyka v suchasnomu tekhnichnomu universyteti», Kyiv, 28-29 hrudnia 2017 r. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho, 2018. S. 160-163. Rezhym dostupu: <http://matan.kpi.ua/public/files/2017/mvstu6/MSTU6.pdf>

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL SPECIFICS AND BENEFITS OF STUDYING MATHEMATIC MODELING BY HIGH SCHOOL STUDENTS

Shapovalova Natalia

National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Panchenko Larysa

National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Kuchmenko Svitlana

National University of State Fiscal Service of Ukraine, Ukraine

Abstract. *One of the principal components of mathematical education consists in fulfilling its applied orientation – forming competence in the realm of practical application of mathematical knowledge in real life. The link between mathematical facts and practical phenomena and processes is best established visually through employing mathematical modeling while resolving mathematical problems. This article explains the utility of mathematic modeling as means of fulfilling practical and applied orientation of studying mathematics and of interdisciplinary ties. The authors explore scientific and methodological specifics and benefits of acquiring basic mathematic modeling skills by high school students and analyze substance of applied orientation of studying mathematics as it should be fulfilled in high school course.*

In the process of studying mathematics in high school students acquire mainly skills in analytical and imitational modeling (simulation.) Analytical modeling is used for resolving applied problems and further developing mathematical theory. The most efficiently analytical modeling skills are formed in studying courses 'Foundations of geometry' and 'Numeral systems'. Simulation envisages reproducing algorithms of system functioning and its behavior, and what is imitated are mostly elementary phenomena composing the process while their logical structure and course of development are preserved. It allows to get data about the state of the process at particular moments of time proceeding from the input facts and thus evaluate the system's characteristics. Successful training of students in imitative mathematical modeling occurs while studying probability theory and mathematical statistics, numerical methods, informatics, economic theory.

System of applied problems from various mathematical disciplines occupies central place in the process of forming students' competence in mathematical modeling. This process should be conducted within the framework of particular studying disciplines in a systematic continuous way and within several mathematical disciplines – along parallel lines and relying on similar heuristic scheme of mathematical modeling.

Keywords: *mathematical modeling, applied task, practical and applied orientation of studying, practical competence, interdisciplinary ties, studying process, physical modeling, economic modeling.*

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА
ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ
СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**

Шоповалова Наталья

Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова, Украина

Панченко Лариса

Национальный педагогический университет имени М. П. Драгоманова, Украина

Кучменко Светлана

Национальный университет государственной фискальной службы Украины, Украина

Аннотация. Одной из важнейших составляющих математического образования является реализация ее прикладной направленности - формирование компетентности относительно практического применения математических знаний в реальной жизни. Связь между математическими фактами и практическими явлениями и процессами наиболее наглядно устанавливается благодаря применению математического моделирования в ходе решения прикладных задач. В статье обоснована целесообразность использования математического моделирования как средства реализации практической и прикладной направленности обучения математике и межпредметных связей. Описанные научно-методические особенности и преимущества обучения математическому моделированию студентов высших учебных заведений. Проанализирована сущность реализации в обучении прикладной направленности изучения математики.

В процессе обучения математике в вузе формируется преимущественно умение аналитического и имитационного математического моделирования. Аналитическое моделирование применяется для решения прикладных задач и развития математической теории. Наиболее удачно умение аналитического моделирования можно сформировать в процессе изучения курсов «Основы геометрии» и «Числовые системы». При имитационном моделировании воспроизводится алгоритм функционирования системы, ее поведение, причем имитируются элементарные явления, составляющие процесс, с сохранением их логической структуры и последовательности протекания. Это позволяет по исходным данным получить сведения о состоянии процесса в определенные моменты времени, дают возможность оценить характеристики системы. Эффективно обучать студентов имитационному математическому моделированию можно при изучении теории вероятностей и математической статистики, численных методов, информатики, экономической теории.

Система прикладных задач с различных математических дисциплин занимает центральное место в процессе формирования умений математического моделирования у студентов. Этот процесс должен реализовываться в рамках каждой учебной дисциплины систематически, непрерывно, в пределах нескольких математических дисциплин - параллельно и обязательно по одной и той же эвристической схеме деятельности математического моделирования.

Ключевые слова: математическое моделирование, прикладная задача, практическая и прикладная направленности обучения, практическая компетентность, межпредметные связи, образовательный процесс, обучение, физическое моделирование, экономическое моделирование.