

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ**

**ВОЛОШЕНА ВІКТОРІЯ ВІКТОРІВНА**

УДК 373.545:51-7

**РОЗВИТОК УМІНЬ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ  
СТАРШОКЛАСНИКІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧО-  
МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**

13.00.09 – теорія навчання

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті педагогіки НАПН України.

**Науковий керівник** кандидат педагогічних наук,  
доцент  
**Глобін Олександр Ігорович**,  
Інститут педагогіки НАПН України,  
провідний науковий співробітник.

**Офіційні опоненти:** доктор педагогічних наук, професор,  
член-кореспондент НАПН України  
**Гриньова Марина Вікторівна**,  
Полтавський національний педагогічний  
університет імені В. Г. Короленка,  
декан природничого факультету,  
завідувач кафедри педагогічної  
майстерності та менеджменту;

кандидат педагогічних наук, доцент  
**Сердюк Зоя Олексіївна**,  
Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького,  
викладач кафедри математики та методики  
навчання математики.

Захист відбудеться «27» червня 2017 р. о 16 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.452.01 в Інституті педагогіки НАПН України за адресою: 04053, м. Київ, вул. Січових Стрільців, 52-Д, каб. 418.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Інституту педагогіки НАПН України (04053, м. Київ, вул. Січових Стрільців, 52-Д).

Автореферат розіслано «27» травня 2017 р.

**Учений секретар**  
спеціалізованої вченої ради

**О. В. Онопрієнко**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Останнім часом значно поширилось застосування методу моделювання у всіх галузях науки, техніки, економіки, виробництва. Сфера використання різних видів моделей для розв'язання різноманітних завдань досить велика. Моделювання є також основним засобом пізнання дійсності майже у всіх науках, часто застосовується під час розв'язування практичних завдань у техніці й економіці. Крім того, маючи властивості загального методу наукового пізнання, математичне моделювання в шкільному навчанні відіграє роль інтегруючого компонента предметного змісту природничих навчальних предметів.

Водночас, моделювання в навчанні природничих предметів, зокрема в процесі розв'язування задач, виступає як матеріалізована форма продуктивної розумової діяльності учнів, а самі моделі — як продукти і засоби її здійснення. Використання різних видів моделей створює підґрунтя для оволодіння школярами вміннями самостійно здобувати знання, стимулює їхній пізнавальний інтерес, предметну зацікавленість, позитивно впливає на мотивування учнів до навчання, активізує самостійний пошук ними способів вирішення навчальних проблем, а отже, сприяє формуванню системи природничо-математичних знань, навичок і умінь, необхідних у повсякденному житті та майбутній трудовій діяльності, розвитку конструктивного мислення як невід'ємної складової загальної культури людини. Тому розвиток в учнів умінь математичного моделювання є важливим завданням сучасної шкільної освіти, насамперед природничо-математичної.

Результати досліджень, проведених психологами В.В. Давидовим, Л.І. Айдаровою, А.К. Марковою, Л.М. Фрідманом та ін., свідчать, що спеціальне цілеспрямоване навчання учнів методу моделювання є ефективним засобом, який суттєво впливає на характер їхньої навчальної діяльності: навчання стає більш усвідомленим, цілеспрямованим та продуктивним.

Розвиток умінь математичного моделювання в учнів під час вивчення окремих навчальних предметів розглядали Ю.К. Бабанський, В.І. Бондар, М.І. Бурда, Л.В. Занков, Л.Н. Ланда, І.Я. Лернер, О.І. Ляшенко, В.Ф. Паламарчук, О.І. Пометун, М.М. Скаткін, З.І. Слепкань, О.М. Топузов та ін.; у контексті вдосконалення процесу навчання математики засобами методу математичного моделювання — М.І. Бурда, О.І. Глобін, М.П. Лапчик, Ю.І. Мальований, Р.Ю. Маханов, В.М. Монахов, В.М. Остапенко, А.В. Скороход, А.А. Столяр, І.Ф. Тесленко, Л.П. Червочкіна, М.Й. Ядренко та ін.; під час використання ІКТ для розв'язування навчальних і практичних задач — В.Ю. Биков, Ю.О. Дорошенко, А.П. Єршов, М.І. Жалдак, О.А. Кузнецов, В.В. Лапінський, В.С. Ледньов, Г.С. Луньова, Л.Г. Лучко, Л.М. Калініна, Л.А. Карташова, Ю.І. Машбиць, В.М. Монахов, Н.В. Морзе, Ю.А. Первін, О.В. Співаковський, І.Ф. Тесленко, Т.В. Тихонова та ін.

Основні методичні положення навчання учнів математичного моделювання розкрито в роботах Б.В. Гнеденка, В.М. Монахова, С.І. Шварцбурда, В.В. Фірсова. В Україні найбільш глибокі і змістовні наукові дослідження в цьому напрямі проведено Г.М. Возняком, Л.Р. Калапушею, Л.О. Соколенко та ін. Учені, розробляючи методи математичного моделювання та його застосування в різних

галузях науки й техніки, ще наприкінці минулого століття дійшли думки про необхідність навчання математичного моделювання учнів загальноосвітніх шкіл.

Аналіз науково-методичної літератури та практики шкільного навчання показав, що, незважаючи на широке застосування методу математичного моделювання в процесі навчання різних навчальних предметів, формування в учнів відповідних умінь відбувається переважно на уроках математики. Це, на нашу думку, значно знижує дидактичну ефективність використання названого методу в процесі навчання. Подолати таку обмеженість, на наш погляд, можна, якщо розвиток умінь математичного моделювання відбуватиметься не лише на уроках математики, а й під час вивчення всіх природничих предметів.

Особливого значення розв'язання проблеми розвитку у старшокласників умінь математичного моделювання набуває у зв'язку з переходом старшої школи до профільного навчання. Це зумовлює необхідність проведення досліджень, пов'язаних із визначенням принципів і дидактичних умов, а також розробленням методів, форм та засобів ефективного розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання в процесі навчання природничих предметів.

У результаті аналізу підручників із математики, різних підходів до викладу теми про математичне моделювання, виокремлено переваги й недоліки кожного підходу. У зв'язку з цим і через необхідність повноцінного вивчення найважливіших елементів методу математичного моделювання в основній школі, а також унаслідок недостатньої розробленості методики викладання зазначеного матеріалу за допомогою використання математичних моделей у шкільному курсі природничих предметів автор розробив власну методику, а саме міжпредметний курс за вибором із математичного моделювання для класів з поглибленим вивченням математики.

Актуальність проблеми розвитку у старшокласників умінь математичного моделювання в процесі навчання природничо-математичних предметів визначається зокрема суперечностями між:

- сучасними вимогами інформаційного суспільства до структури, змісту й рівня умінь математичного моделювання у старшокласників і недостатнім рівнем їх сформованості;
- об'єктивною суспільною потребою у розвитку в учнів умінь математичного моделювання щодо розв'язування задач практичного та прикладного змісту та недостатньою розробленістю відповідних теоретичних положень і їх реалізації на практиці;
- значним потенціалом профільного навчання щодо формування математичної культури старшокласників їхнього науково-природничого світогляду — з одного боку та його недостатньою реалізацією на практиці — з іншого;
- необхідністю набуття старшокласниками умінь математичного моделювання, як універсального методу пізнання дійсності й відсутністю відповідних дидактичних і методичних розробок.

Викладене зумовило вибір теми нашого дослідження: ***«Розвиток умінь математичного моделювання старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів».***

Тему дисертаційного дослідження затверджено Вченою радою Інституту педагогіки НАПН України та узгоджена в Раді з координації наукових досліджень в галузі педагогіки та психології при НАПН України (протокол № 4 від 25.05.2010 р.).

**Мета дослідження:** теоретично обґрунтувати та розробити дидактичні умови розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів.

**Об'єктом дослідження** є процес навчання математики й природничих предметів у старшій (профільній) школі.

**Предметом дослідження** є дидактичні умови ефективного розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання під час вивчення математики та природничих предметів.

В основу дослідження покладено таку **гіпотезу**: якщо при вивченні природних явищ і законів, а також при розв'язуванні задач та практичних завдань на уроках усіх природничих предметів застосовувати спеціальну систему дидактичних умов, форм і методів розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання на підставі побудови та дослідження послідовності допоміжних моделей, то це сприятиме підвищенню ефективності навчання математики й природничих предметів, формуванню в учнів уявлення про модельний характер пізнання, розвитку пізнавальних і творчих здібностей школярів.

На підставі сформульованих мети та гіпотези дослідження визначено такі **завдання**:

1. Проаналізувати стан досліджуваної проблеми в науково-методичній літературі та практиці роботи загальноосвітніх навчальних закладів.
2. Уточнити перелік та операційний склад умінь математичного моделювання, визначити показники й рівні їхньої сформованості у старшокласників.
3. Визначити дидактичні умови ефективного розвитку вмінь математичного моделювання в старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів й розробити відповідну дидактичну модель.
4. Розробити курс за вибором «Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем».
5. На основі зазначеного курсу експериментально перевірити ефективність запровадження розробленої дидактичної моделі у процесі навчання старшокласників природничо-математичних предметів.

**Методологічною основою дослідження** є **теорія пізнання**: системний, комплексний, діяльнісний та особистісно-орієнтований підходи до формування особистості (Г.О. Атанов, П.Я. Гальперін, В.В. Давидов, О.Н. Леонт'єв, С.І. Подмазін, В.В. Серіков, С.Д. Смирнов), теорія математичного моделювання (В.М. Глушков, Б.В. Гнеденко, А.М. Колмогоров, Л.Д. Кудрявцев, О.А. Самарський, А.М. Тихонов), праці присвячені застосуванню інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі (М.І. Жалдак, А.П. Єршов, Н.В. Морзе, Ю.С. Рамський, О.В. Співаковський), Закон України «Про освіту», Державна національна програма «Освіта» («Україна XXI століття»), Національна Доктрина розвитку освіти України у XXI столітті та нормативні документи.

Для досягнення мети та виконання поставлених завдань дослідження застосовувалися такі *методи*:

- *теоретичні*: аналіз філософської, психолого-педагогічної, соціологічної та методологічної літератури, навчальних програм, дисертаційних досліджень, що дало змогу визначити стан розробленості проблеми дослідження та уточнити суть і структуру категоріально-понятійного апарата методу математичного моделювання;
- *емпіричні*: спостереження за навчальною діяльністю з використанням методу математичного моделювання, педагогічний експеримент, під час якого здійснено опитування (анкети, бесіди, тестування, інтерв'ювання) учнів і суб'єктів навчально-виховного процесу з метою визначення особливостей використання методу математичного моделювання;
- *емпірико-теоретичні*: термінологічний аналіз категорій дослідження, аналіз документів суб'єктів навчально-виховного процесу, аналогія, синтез, методи математично-статичного аналізу для визначення показників рівнів сформованості умінь застосовувати метод математичного моделювання учнями.

**Організація дослідження.** Дослідження тривало протягом 2009—2016 рр. і здійснювалося у три етапи.

На першому, аналітико-констатувальному, етапі (2009—2010 рр.) нагромаджено емпіричний матеріал на підставі узагальнення практичного досвіду; з'ясовано рівень умінь учнів застосовувати математичне моделювання в процесі розв'язування прикладних задач із суміжних предметів, а саме: фізики, біології, економіки та частково з хімії; узагальнено проблеми, що гальмують цей процес у старшій профільній школі; проведено аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури з проблеми дослідження; визначено: об'єкт, предмет, мета, завдання дослідження. На цьому етапі проведено констатувальний експеримент, у якому взяли участь учні 10—11-х класів міст Вінниці, Києва та Київської області. Констатувальний експеримент мав на меті визначити ставлення учнів до вивчення елементів математичного моделювання; розуміння ними його значущості; рівень умінь учнів використовувати метод математичного моделювання в процесі розв'язування прикладних задач; з'ясовано причини можливих труднощів, які при цьому виникали.

На другому, теоретико-моделювальному, етапі (2010—2012 рр.) здійснено теоретичне дослідження дисертаційної проблеми; уточнено структуру вмінь математичного моделювання, розроблено показники, рівні та критерії сформованості вмінь математичного моделювання у старшокласників; визначено принципи відбору системи задач та добиралися самі задачі; дібрано матеріал із природничих предметів для навчання учнів методу математичного моделювання; розроблено модель процесу навчання учнів, яка склала основу дидактичної моделі; визначено шляхи впровадження дидактичної моделі в навчально-виховний процес старшої профільної школи; встановлено рівні сформованості вмінь учнів та критерії оцінювання їхніх навчальних досягнень.

На третьому, пошуково-формуальному, етапі (2012—2016 рр.) перевірено ефективність визначених дидактичних умов розвитку умінь математичного моделювання у старшокласників в процесі навчання природничо-математичних дисциплін шляхом урвадження в навчальний процес експериментальних навчальних закладів авторського курсу за вибором «*Математичне моделювання*

як метод розв'язування прикладних проблем», проаналізовано та оброблено статистичні дані проведеного експерименту.

**Наукова новизна одержаних результатів** дисертації полягає в тому, що *вперше*:

- *визначено й теоретично обґрунтовано* дидактичні умови розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання у процесі навчання природничо-математичних предметів;
- *з'ясовано* критерії та показники сформованості вмінь математичного моделювання у старшокласників на міжпредметній основі;
- *розроблено* дидактичну модель розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання в процесі навчання природничо-математичних предметів у вигляді курсу за вибором **«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»**;
- *удосконалено* термінологію, пов'язану з тлумаченням базових понять дослідження.

**Практичне значення** дослідження полягає в розробці методики реалізації дидактичних умов розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання під час навчання математики та природничих предметів; розробленні й упровадженні в навчальний процес експериментальних навчальних закладів програми міжпредметного курсу за вибором **«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»** для учнів класів природничо-математичного профілю; підготовці методичних рекомендацій для вчителів.

**Результати дослідження впроваджено** в навчальний процес ліцею «Престиж» міста Києва (довідка від 06.02.2017 за № 16), Київської гімназії № 178 (довідка від 22.06.2012 за № 177), Вишгородської районної гімназії «Інтелект» (довідка від 12.06.2012 за № 197), Вишгородської спеціалізованої школи «Сузір'я» (довідка від 12.06.2012 за № 88), загальноосвітньої школи I–III ступенів № 15 Вінницької міської ради (довідка від 26.08.2014 за № 378), загальноосвітньої школи I–III ступенів № 14 Вінницької міської ради (довідка від 26.08.2014 за № 183), загальноосвітньої школи I–III ступенів № 26 Вінницької міської ради (довідка від 26.08.2014 за № 408).

**Апробація результатів дисертації** здійснювалася на міжнародних науково-практичних конференціях «Сучасна наука: тенденції розвитку» (м. Будапешт, 5—7 липня 2013 р.), «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми», (м. Вінниця, 21—23 травня 2014 р.), «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми», (м. Вінниця, 16—18 травня 2016 р.), IV міжнародна конференція по розвитку педагогічної науки в Євразії (м. Відень, 2015 р.); міжнародних науково-методичних конференціях «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу (ІТМ\*плюс-2012)» (м. Суми, 6—7 грудня 2012 р.), «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу (ІТМ\*плюс-2015)» (м. Суми, 3—4 грудня 2015 р.); всеукраїнських науково-практичних конференціях «Проблеми сучасного підручника» (м. Київ, 2010—

2016 рр.), «Компетентнісні засади змісту освіти в 11-річній школі» (м. Київ, 28—29 березня 2013 р.); всеукраїнських науково-методичних семінарах «Актуальні питання методики навчання математики у середній та вищій школі», НПУ ім. М.П. Драгоманова, (м. Київ, 2012—2016 рр.).

Результати дослідження обговорювалися на щорічних звітних наукових конференціях Інституту педагогіки НАПН України «Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки» (м. Київ, з 2008 р. по 2016 р.), семінарах і засіданнях лабораторії математичної та фізичної освіти, а згодом відділу математичної та інформатичної освіти.

**Публікації.** Основні результати дослідження висвітлено у 22 одноосібних публікаціях, із них 12 публікацій у фахових виданнях, серед яких 4 — у зарубіжних періодичних виданнях.

**Структура дисертації.** Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел зі 181 найменування та 10 додатків. Основний зміст дисертації викладено на 208 сторінках, робота містить 20 таблиць, 15 схем і 10 рисунків. Загальний обсяг дисертації становить 246 сторінок.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження і доцільність наукового пошуку з обраної проблеми, проаналізовано теорію і практику розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів. Визначено мету, завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження, розкрито наукову новизну, теоретичне й практичне значення одержаних результатів, наведено дані щодо їх апробації та впровадження.

У **першому розділі** дисертації *«Аналіз стану досліджуваної проблеми в науково-методичній літературі та практиці роботи загальноосвітніх навчальних закладів. Результати констатувального експерименту»* наведено результати аналізу стану досліджуваної проблеми у вітчизняній та зарубіжній літературі, а також результати констатувального експерименту. Виокремлено та визначено ключові для дослідження поняття: «математичне моделювання» та «математична модель», класифіковано моделі та види моделювання, виділено послідовність етапів здійснення математичного моделювання (розширену та спрощену схеми); визначено психолого-педагогічні передумови вироблення в учнів навичок математичного моделювання, сформульовано основні положення методики формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання.

З'ясовано, що єдиного трактування змісту поняття «модель» немає. Кількість об'єктів, які в різних галузях людської діяльності називають моделями, досить велика, тому в це поняття часто вкладають багаторівневі змісти. Крім того, метод моделювання постійно розвивають, моделі вдосконалюють. На підставі проаналізованих означень виведено таке твердження, на яке ми спираємося в нашій роботі: модель — це замісник реального об'єкта, який створюється з метою здобуття нових знань про об'єкт, що моделюється.

Для вивчення будь-якої реальної системи з застосуванням математичного моделювання потрібно передусім побудувати її математичний опис, який і буде



математичною моделлю. Незалежно від характеру створеної математичної моделі та її належності до того чи іншого класу згідно з обраним принципом класифікації, істотним моментом є та обставина, що кожна математична модель будується за єдиними правилами, які також називають етапами.

На першому етапі дослідник виокремлює параметри та властивості об'єкта, які треба дослідити. На другому етапі будують змістову модель, тобто систему зв'язків між властивостями досліджуваного об'єкта на основі висунутих гіпотез, припущень та вже відомих наукових законів і постулатів. Третій етап охоплює створення математичної моделі на підставі аналізу змістової частини й побудови системи відповідних рівнянь, графіків тощо. Четвертим етапом є розв'язання математичної моделі, тобто поставленої математичної задачі, що отримується внаслідок аналізу моделі. Всі елементи математичної моделі є символічним відображенням відповідних реальних елементів. Ця відповідність надає можливість досліднику використовувати додаткову інформацію про об'єкт у процесі розв'язування математичної задачі, яка може значно спростити процес моделювання. П'ятим етапом математичного моделювання є практичне застосування отриманих результатів, яке інтерпретує отриманий розв'язок математичної задачі. На цьому етапі відбуваються аналіз, верифікація, перевірка адекватності моделі тощо.

Педагогічно доцільне й грамотне впровадження методичної системи розвитку знань і вмінь математичного моделювання з урахуванням психолого-педагогічних основ навчальної діяльності та відповідно до принципу диференціації навчання забезпечує належний рівень розвитку вмінь математичного моделювання і підвищує ефективність навчання математики у школі; сприяє більш якісному та свідомому засвоєнню навчального матеріалу, надає навчально-пізнавальній діяльності дослідницького, творчого характеру, сприяє формуванню навичок і вмінь самостійної роботи у старшокласників.

У ході дослідження з'ясовано, що до вмінь математичного моделювання, найчастіше відносять свідоме використання таких розумових операцій, як аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, конкретизація. Нами доведено, що ці елементарні вміння є складовими тих, що виокремлені під час нашого аналізу, а саме:

1. Уміння виділяти головне потребує свідомого використання вмінь аналізу, синтезу, абстрагування та узагальнення, порівняння та конкретизації.
2. Уміння інтерпретувати — розшифровувати мову об'єкта розгляду, та вміння шукати аналогії потребує наявності в учнів вмінь аналізу та синтезу.
3. Уміння класифікації. В його основу покладено операцію поділу обсягу поняття, аналіз, синтез, інтерпретування, а також побудова причинно-наслідкових зв'язків, узагальнення.
4. Компонентами вміння моделювання є попередній аналіз та переклад (інтерпретація, тлумачення) змісту, узагальнення.
5. Стратегія, як спосіб надбання, збереження та використання інформації з метою отримання певного результату, передбачає всі перелічені вище вміння. Її метою є утворення ширшого поняття внаслідок зіткнення з найменшою кількістю випадків при мінімальному навантаженні пам'яті та роботи логічного мислення,

зведення нанівець кількості хибних дій у процесі утворення поняття, забезпечення суб'єктивної впевненості у факті його виникнення.

Для проведення експерименту уточнено й розроблено показники, рівні та критерії сформованості вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів.

У ході констатувального експерименту обґрунтовано доцільність використання елементів математичного моделювання під час розв'язання прикладних задач у школі та виявлено основні причини вкрай рідкісного використання методу математичного моделювання як інструменту дослідження на уроках. Отже, діагностуючи за результатами констатувального експерименту стан систематичного розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників як незадовільний, ми дійшли висновку про необхідність пошуку шляхів подолання цієї ситуації, про нагальну потребу в цілеспрямованому, систематичному розвитку в старшокласників відповідних умінь у процесі вивчення природничо-математичних предметів, окремого спецкурсу з математичного моделювання.

У другому розділі дисертації *«Розвиток у старшокласників умінь математичного моделювання у навчанні природничо-математичних предметів»* — визначено і теоретично обґрунтовано дидактичні умови розвитку умінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів, розглянуто особливості планування роботи вчителя, структурування змісту навчального матеріалу, вивчення теоретичного матеріалу, пов'язаного з математичним моделюванням, розкрито роль практичних занять у формуванні навичок і вмінь в учнів, дібрано систему задач, сформульовано вимоги до неї та описано методiku її використання в процесі навчання математичного моделювання, представлено програму курсу за вибором *«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»*.

Планування роботи вчителя математики та природничих предметів загальноосвітньої школи з математичного моделювання — багатогранний процес, який відображено в планах різного виду: тематичних та робочих програмах, планах-конспектах занять. Загальні закономірності планування навчання математичного моделювання такі: наступність та послідовність; органічне поєднання основної теми заняття з необхідністю її практичного застосування з використанням елементів методу математичного моделювання; доступність; чітко виражена прикладна спрямованість навчання кожного природничого предмета.

Навчальний процес у сучасній школі побудовано на таких основних дидактичних принципах: науковості, доступності, послідовності, зв'язку теорії з практикою, систематичності та ін.

Принципи навчання становлять органічну єдність, є складовою загальної концепції дидактичного процесу, яку можна представити як систему, компонентами якої вони виступають. Тому дослідники оперують саме системою дидактичних принципів. Дія цих принципів чітко простежується в діяльності вчителя та учня в процесі використання метода математичного моделювання.

Керуючись сучасними підходами до організації процесу навчання (діяльнісний, особистісно-орієнтований, компетентнісний) ми змодельовали систему загальних

дидактичних принципів розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників, а саме:

- 1) *науковості та цілісності світосприйняття*, який полягає в широкому відображенні у змісті навчання ролі й значення методу математичного моделювання в досягненнях сучасних науки та виробництва. Це дає змогу поєднати різні галузі науки, що, у свою чергу, сприяє цілісності світосприйняття;
- 2) *доступності та наочності*, який полягає в тому, що наукових знань учні набувають у доступній формі, а математичні моделі реальних ситуацій дають змогу їх унаочнити;
- 3) *систематичності та послідовності*, який полягає в тому, що формування та розвиток умінь математичного моделювання мають бути систематичним процесом побудови послідовності проміжних моделей, тобто моделі мають бути узагальнені у процесі здобування нових знань та вмінь;
- 4) *комунікативності та колективності*, який полягає в тому, що математичне моделювання постає як мова наукового спілкування, що, у свою чергу, розвиває комунікативні вміння співпраці учнів, а метод проектної діяльності в процесі навчання цих умінь забезпечує освоєння колективної справи;
- 5) *індивідуального підходу та творчості*, який полягає в тому, що в процесі колективного навчання дає можливість кожному учневі оволодіти навчальним матеріалом власним шляхом, що допомагає творчому розвиткові школяра;
- 6) *варіативності та міжпредметності*, який полягає в тому, що за рахунок введення в процес навчання старшокласників курсу за вибором «Математичне моделювання як метод розв'язання прикладних проблем», який складається з двох частин: базової та предметної (фізика, біологія, економіка); така бінарність його структури дає змогу варіювати сам курс залежно від потреб і навчальних можливостей учнів, а також розкриває міжпредметний характер використання методу математичного моделювання;
- 7) *неперервності та міцності*, який полягає в тому, що використання математичних моделей під час вивчення кожної теми забезпечить міцність знань не лише методу математичного моделювання, а і й предметної галузі, де він застосовується.

Визначивши дидактичну систему принципів розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників, розглянемо поняття дидактичних умов та спробуємо розкрити їх у процесі розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання. З урахуванням зазначених умов загальна структура процесу навчання набуває конкретного характеру. Результати нашого дослідження дають змогу зробити висновок про те, що дидактичні умови розвитку в учнів умінь математичного моделювання визначаються характером взаємодії компонентів навчання

Здійснений нами аналіз дидактичних умов розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників базувався на засадах діяльнісного підходу, що зумовлено особливостями навчання природничих предметів у процесі профільного навчання. У зв'язку з цим зроблено висновок про доцільність планування процесу навчання як на теоретичному, так і на змістовому та методичному рівнях.

У нашому дослідженні інтегрований зв'язок між предметами природничо-математичного циклу втілюється також у методологічній спільності розвитку умінь математичного моделювання. Методичне забезпечення процесу розвитку вмінь

математичного моделювання старшокласників буде розроблятися і далі на матеріалі предметів природничо-математичного циклу з урахуванням інтегрованого підходу та подальшою апробацією у навчальному процесі.

Відповідно до викладеного, ми виокремлюємо такі **дидактичні умови** розвитку вмінь математичного моделювання старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів:

- 1) наявність у старшокласників інтересу й потреби у свідомому оволодінні методом математичного моделювання;
- 2) адекватна зумовленість змісту і форм організації навчання методу математичного моделювання;
- 3) забезпечення варіативності змісту навчання в контексті розвитку вмінь математичного моделювання;
- 4) систематичність і послідовність пізнавальної діяльності;
- 5) наявність взаємоконтролю та самоконтролю результатів навчально-пізнавальної діяльності;
- 6) оцінювання сформованості у старшокласників умінь математичного моделювання за результатами діяльності;
- 7) єдності навчальної, науково-дослідної діяльності у процесі розвитку вмінь математичного моделювання.

На підставі аналізу наукової літератури визначено, що з метою вивчення й з'ясування рівня ефективності будь-якого навчального процесу здійснюється дидактичне моделювання, яке є певною ідеалізацією реального процесу і складається із сукупності виявлених і чітко взаємопов'язаних компонентів.

Під *дидактичною моделлю* розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів розуміємо схематизоване подання усіх дидактичних компонентів, які забезпечують здійсненність і результативність цього навчального процесу, їх взаємозв'язок, послідовність застосування.

*Дидактична модель* (рис. 1) розвитку вмінь математичного моделювання старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів має таку блокову структуру: *мотиваційно-цільовий блок*, де вказується мета, принципи й дидактичні умови розвитку відповідних умінь у старшокласників; *змістово-інформаційний блок*, який складається з *стимулюючо-спонукального, розвивально-проективного, емоційно-цілісного, комунікативно-організаційного, творчо-пошукового* компонентів; *операційно-діяльнісний блок*, у якому визначаються форми, методи та засоби навчання. З результативним блоком одночасно створюються дидактичні умови представлення курсу за вибором **«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»**; *діагностико-коригувальний блок*, який доповнено методичними рекомендаціями для здійснення контролю та діагностики рівнів сформованості вмінь математичного моделювання у старшокласників.

Педагогічний експеримент підтвердив ефективність розвитку умінь математичного моделювання за умови їх цілеспрямованого формування у певним чином організованому навчальному процесі.

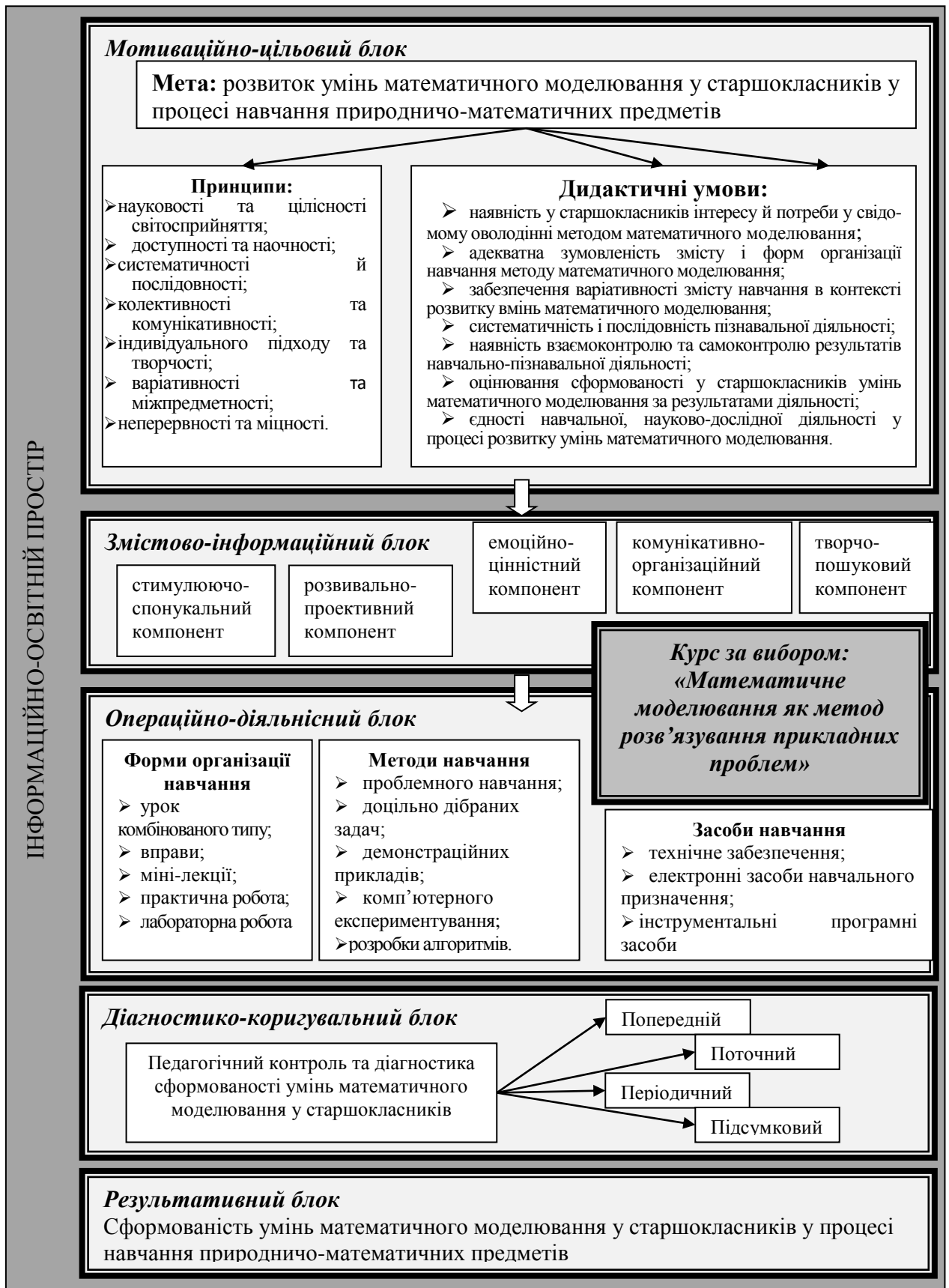


Рис.1. Структурно-дидактична модель розвитку умінь математичного моделювання в старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів

Для практичної реалізації моделі розвитку вмінь математичного моделювання в старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів було розроблено авторський курс за вибором **«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»**. У структурі дидактичної моделі цей курс віднесено і до структурно-змістового (нормування структури й змісту навчання), і до формувально-процесуального (дидактичне забезпечення та здійснення навчального процесу) блоків. Тим самим демонструється "ядерність" навчального курсу в пропонованій дидактичній моделі.

Курс за вибором **«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»** є змістовим ядром і практичною реалізацією дидактичної моделі й визначених дидактичних умов розвитку вмінь математичного моделювання. Сам курс складається з двох блоків: загального (математичного, 17 год.) і предметного (3 предмети на вибір (біологія, економіка, фізика), 18 год.).

Інваріантною ознакою цього курсу є спрямованість на розвиток інтелектуальних здібностей, логічного й алгоритмічного мислення старшокласників у процесі навчання розв'язувати доцільно дібрані прикладні задачі. Варто залучати старшокласників до проведення семінарських та лекційних занять для учнів основної школи

Навчати математичного моделювання необхідно під час вивчення кожного природничо-математичного предмета, а не лише вивчаючи окремий предмет за рахунок введення курсу за вибором, програму якого ми пропонуємо у нашому дослідженні.

Результати педагогічного експерименту підтвердили доцільність такої послідовності етапів у системі навчання математичного моделювання:

1. Вступні лекції з математичного моделювання, на яких мотивується необхідність оволодіння методом математичного моделювання, вводяться поняття «модель», «математична модель», «моделювання», «математичне моделювання», пропонується спрощена евристична схема діяльності математичного моделювання, наводяться приклади розв'язування задач за цією схемою.
2. Лекції, практичні, семінарські та лабораторні заняття (з кожного конкретного природничого предмета) з елементами математичного моделювання, тобто розглядається застосування матеріалу, що вивчається, до розв'язання конкретних практичних проблем через математичне моделювання або демонструється вирішення практичних проблем через математичне моделювання на конкретних математичних моделях.
3. Виконання проектів та робіт для Малої академії наук із суміжних предметів з елементами математичного моделювання.
4. Спецкурси з математичного моделювання для учнів старших класів, вступні лекції для ознайомлення восьми- та дев'ятикласників із методом математичного моделювання, відкриті семінарські заняття тощо.

Упровадження в навчальний процес дидактичної моделі розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів на основі курсу за вибором **«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»** здійснюється з одночасною комплексною цілеспрямованою реалізацією визначених дидактичних умов.

У третьому розділі «*Організація і результати проведення педагогічного експерименту*» викладено хід та результати експериментального дослідження щодо перевірки ефективності дидактичної моделі розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів, упровадженій на основі курсу за вибором «*Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем*».

Результати констатувального експерименту зумовили особливості здійснення формувального експерименту, який проводився під час вивчення курсу за вибором «*Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем*». Базові поняття, посилені образними уявленнями, формувалися в усіх видах навчальних занять: як у процесі викладення нового матеріалу, так і на лабораторних практикумах, а також у процесі самостійної роботи, на підсумкових тематичних конференціях тощо. Загальну оцінку ефективності формувального етапу експерименту наведено на рис. 2.

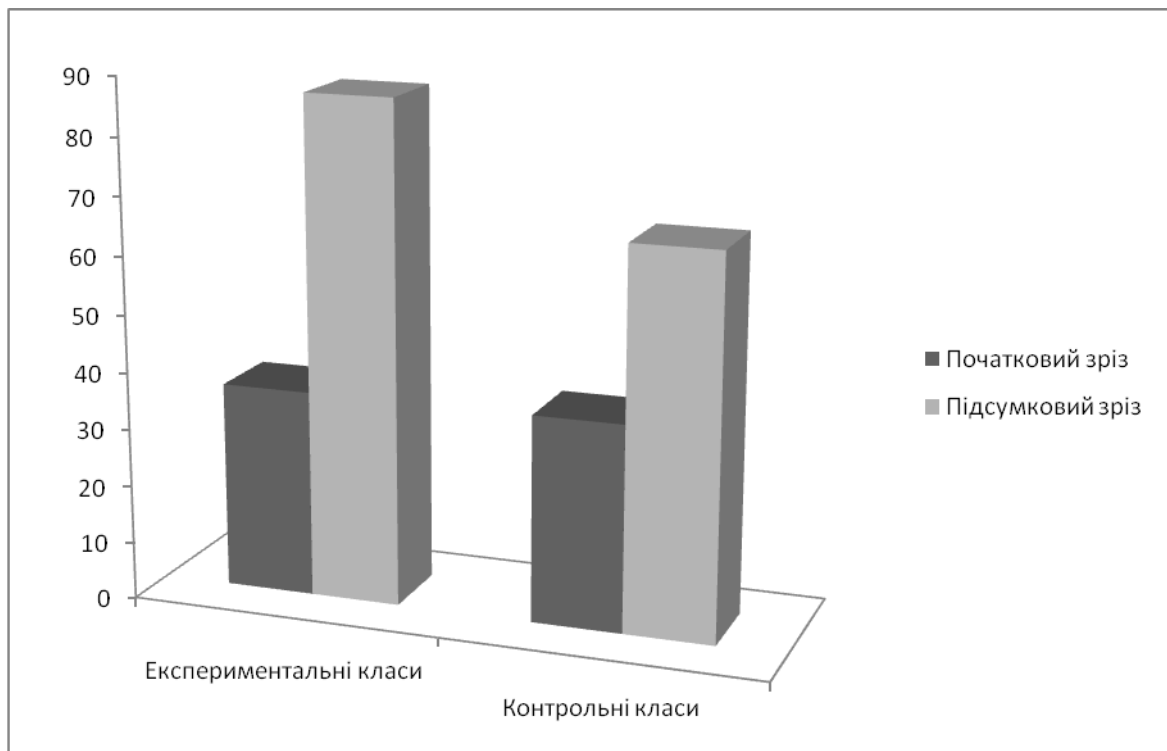


Рис. 2. Оцінка ефективності формувального етапу експерименту

На початковому етапі формувального експерименту за критеріями сформованості вмінь математичного моделювання у старшокласників, як в експериментальних, так і в контрольних класах рівень показників якості математичної підготовки був невисокий і майже однаковий (наприклад, для широти оперування методами математичного моделювання в контрольних групах лише 14,1 % учнів мали найвищу характеристику відповіді, а в експериментальних – 10,4 %; для повноти методу відповідно – 9,9 % і 11,2 %; для усталеності методу – 15,1 % і 14,5 %; для динамічності методу – 8,7 % і 9,8 %; для узагальненості методу – 13,0 % і 12,3 %).

Порівняльний аналіз результатів констатувального та формувального експериментів засвідчив значні позитивні зміни в показниках учнів експериментальних класів. Кількість достатніх та високих балів зросла в 1,7-2,2 раза (для широти оперування методом математичного моделювання було 31,6 %, стало 54,2 %; для повноти методу відповідно – 30,3 % і 68,0 %; для усталеності методу – 32,7 % і 56,9 %; для динамічності методу – 28,7 % і 61,3 %; для узагальненості методу – 34,0 % і 60,2 %). Певну динаміку в поліпшенні якості розвитку вмінь математичного моделювання ми спостерігали й у школярів контрольних груп (наприклад, кількість відповідей типу А і Б для широти оперування методом змінилася з 36,9 % до 42,3 %). Але в учнів експериментальних класів якісні зміни в кращий бік були набагато суттєвіші. Усі ці факти свідчать про те, що традиційна система навчання не забезпечує належної ефективності розвитку методу математичного моделювання.

Одержані результати контрольного зрізу для експериментальних класів, а також спостереження та бесіди з респондентами під час формувального експерименту дали змогу з'ясувати, що виконання конкретних завдань із прикладним змістом сприяло підвищенню не тільки загального рівня їхньої творчої активності, а й зацікавленості старшокласників у здійснюваній роботі. Діяльність учителів та учнів з організації та використання проблемно-пошукового навчання під час вивчення природничо-математичних предметів у всіх видах навчальної діяльності забезпечувала формування пізнавальної активності останніх. Особливу увагу приділено міжпредметній діяльності, залежно від характеру організації якої вирізнялися рівні активності учнів.

Одержані результати експерименту доводять педагогічну доцільність запровадження авторського курсу за вибором «*Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем*», розробленого на основі дидактичної моделі розвитку умінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів, у навчальний процес старшої школи.

## ВИСНОВКИ

Систематизація та узагальнення педагогічного досвіду, і зокрема власного, а також результати констатувального експерименту свідчать про актуальність проблеми розвитку в старшокласників умінь математичного моделювання в процесі навчання математики та природничих предметів: за достатнього рівня основних математичних знань та вмінь (60 %) рівень умінь математичного моделювання дуже низький (12 %). У результаті розгляду різних підходів до використання елементів методу математичного моделювання було зроблено такі висновки:

1. Проведений психолого-педагогічний аналіз ролі математичного моделювання у процесі навчання математики та природничих предметів його застосування до розв'язування задач і проведення лабораторного експерименту, опрацювання опублікованих праць і дисертаційних досліджень з методики математики та природничих предметів, збірників задач, а також розгляд особливостей навчального процесу в сучасних умовах дали змогу висунути та обґрунтувати ідею про необхідність розроблення і доцільність запровадження у процес



навчання природничих предметів системи навчальних завдань з елементами математичного моделювання.

2. З'ясовано, що математичне моделювання, як загальнонауковий метод дослідження, виконує пояснювальну, систематизуючу й узагальнюючу функції, сприяє відкриттю нового і за відповідності певним методичним умовам залишається доступним у застосуванні старшокласниками для розв'язання навчальних задач.
3. Доведено, що використання елементів математичного моделювання природних явищ є ефективним засобом активізації навчально-пізнавальної діяльності старшокласників на практичних та лабораторних заняттях. Застосування побудованих моделей дає можливість інтенсифікувати навчання за рахунок диз'юнкції процесів засвоєння навчальної інформації та формування пізнавальних умінь у здобутті нових знань, сприяє підвищенню теоретичної підготовки учнів з математики та природничих предметів, впливає на рівень науковості набутих знань.
4. Встановлено, що використання системи навчальних завдань з елементами математичного моделювання сприяє розвитку творчих здібностей та наукового типу мислення старшокласників, підвищує рівень їхніх теоретичних знань із математики та природничих предметів, стимулює розвиток логічного мислення та інтелектуальних умінь. У результаті дослідження відбулося становлення учнів як суб'єктів навчальної діяльності, що забезпечує активне ставлення їх до процесу набуття знань за допомогою загальноприйнятих аспектів наукового пізнання, адаптованих з урахуванням специфіки навчання.
5. Розроблено елементи методичного забезпечення для реалізації математичного моделювання в навчально-виховному процесі з математики в бінарному співвідношенні з природничими предметами, а саме, розроблено курс за вибором **«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»**:

На основі впровадження розроблених методичних основ використання системи навчальних завдань з елементами математичного моделювання у навчально-виховний процес із математики та природничих предметів як засобу формування інформаційно-аналітичних умінь учнів виявлено статистично достовірне позитивне зрушення у зростанні рівня їхніх навчальних досягнень.

Результати педагогічного дослідження можуть бути використані під час викладання математики та природничих предметів у профільних класах.

Здійснене науково-методичне дослідження певною мірою збагачує загальнодидактичний підхід до вдосконалення форм і засобів навчання, його впровадження у практичну роботу учнів забезпечує науковий підхід до навчання математики та природничих предметів. Одержані результати підтвердили необхідність, доцільність і ефективність комплексного розроблення методики навчання, спрямованої на широке застосування математичного моделювання в навчальному процесі з метою отримання більш глибоких і повних знань, розвитку інтелектуального потенціалу учнів.

Дослідження доцільно продовжити в майбутньому в напрямі створення та впровадження в навчально-виховний процес системи лабораторних практикумів й індивідуальної дослідницької роботи учнів, яка передбачає використання

комп'ютерних технологій у математичному моделюванні природничих процесів; виявлення можливостей та особливостей інтеграції курсів математики і природничих предметів на рівні дидактичної цілісності. Подальші дослідження з цієї проблеми пов'язуватимуться з підготовкою навчального посібника до курсу за вибором *«Математичне моделювання як метод розв'язування прикладних проблем»*.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Опубліковані праці, які відображають основні результати дисертації*

1. Волошена В. В. Аналіз прикладної спрямованості сучасних підручників з алгебри / В. В. Волошена // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: наук. вид. / редкол.: І. А. Зязюн (голова) та ін. — Київ; Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2013. — Вип. 38. — С. 342—346.
2. Волошена В. В. Математичне моделювання як інтегруючий фактор у навчанні природничих предметів / В. В. Волошена // Теорія та методика вивчення природничо—математичних і технічних дисциплін: зб. наук.-метод. пр. / Рівненський держ. гуманіт. ун-т.— Рівне: Волинські обереги, 2010. — Вип. 14. — С. 77—80.
3. Волошена В. В. Міжпредметний елективний курс «Математичне моделювання» для класів природничого профілю / В. В. Волошена // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. пр.— Київ, 2010. — № 1 (10). — С. 321—325.
4. Волошена В. В. Результати аналізу прикладної спрямованості сучасних підручників з алгебри / В. В. Волошена // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. пр. / [ред. кол.; наук. ред. — О. М. Топузов]. — К.: Педагогічна думка, 2012. — Вип. 12. — С. 326—331.
5. Волошена В. В. Формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання як складової математичної компетентності / В. В. Волошена // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. / редкол.: І. А. Зязюн (голова) та ін. — Київ; Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2014. — Вип. 40. — С. 37—40.
6. Волошена В. В. Математичне моделювання в процесі розв'язування фізичних задач / В. В. Волошена // Математика в рідній школі. — 2015. — № 6.— С. 30—32.
7. Волошена В. В. Математичне моделювання як фактор розвитку ключових компетентностей учнів / В. В. Волошена // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. / редкол.: І. А. Зязюн (голова) та ін.. — Київ; Вінниця: ТОВ фірма «Планер», 2016.— Вип. 45. — С. 58—62.
8. Волошена В. В. Особливості розвитку умінь математичного моделювання в старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів

/ В. В. Волошена // Педагогічна освіта: теорія і практика: зб. наук. пр. — Кам'янець-Подільський, 2016. — Вип. 20 (1-2016), — ч. 1. — С. 261—267.

*Публікації у наукових фахових виданнях іноземних держав та у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз*

9. Волошена В. В. Математичне моделювання в процесі формування практичних компетентностей учнів / V. Voloshena // Science and education a new dimension. Pedagogy and Psychology. — 2013. — Vol. 5. — P. 64—67.
10. Волошена В. В. Математическое моделирование при решении физических задач / V. Voloshena // Mathematical modeling in solving physical problems // Austrian Journal of Humanities and Social Sciences. — 2014. — № 7-8. — July—August.— P. 76—78.
11. Voloshena V. V. Mathematical modeling as a component integrating physical and mathematical education / V. Voloshena // Proceedings of the 4th International conference on development of pedagogical science in Eurasia / «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH. — Vienna, 2015.— P. 36—40.
12. Voloshena V. V. Mathematical modeling as an integrating factor of realization of intersubject communications in the conditions of profile training of mathematics / V. Voloshena // European Journal of Education and Applied Psychology: Scientific journal. — Vienna, 2015. — № 3 — P. 33—37.

*Опубліковані праці апробаційного характеру*

13. Волошена В. В. Математичне моделювання як інтегруючий компонент шкільної природничо-математичної освіти / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2008 рік. — Київ: Педагогічна думка, 2009. — С. 259—260.
14. Волошена В. В. Розвиток у старшокласників умінь математичного моделювання при навчанні математики і природничих предметів / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2009 рік. — Київ: Педагогічна думка, 2010. — С. 180—181.
15. Волошена В. В. Математичне моделювання як дидактичний засіб розвитку в учнів наукового світогляду / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2010 рік. — Київ: Педагогічна думка, 2011. — С. 203—204.
16. Волошена В. В. Математичне моделювання як дидактичний засіб розвитку в учнів наукового світогляду / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2011 рік. — Київ: Педагогічна думка, 2012. — С. 203—204.
17. Волошена В. В. Математичне моделювання як дидактичний засіб розвитку в учнів наукового світогляду / В. В. Волошена // Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо—математичного циклу «ІТМ\*плюс»: матеріали міжнародної науково-методичної конференції: У 3 ч. Ч. 1 / упорядник Чашечникова О. С. — Суми: Видавничо-виробниче підприємство «Мрія» ТОВ, 2012. — 128 с. — С. 31—32.
18. Волошена В. В. Результати аналізу прикладної спрямованості сучасних підручників з алгебри / В. В. Волошена // Компетентнісні засади змісту освіти в 11—річній

- школі: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 28 — 29 березня 2013 року / ред. кол.: Федоренко О. А., Єрмаков І. Г. (наук. ред.), Ратушна А. М. — К. : Оберіг 2013. — 608 с. — С. 425—429.
19. Волошена В. В. Формування умінь математичного моделювання у старшокласників під час вивчення математики та природничих предметів / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2012 рік. — Київ: Педагогічна думка, 2013. — С. 203—204.
  20. Волошена В. В. Формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання як складової математичної компетентності / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2013 рік: наукове видання. — Київ: Ін-т педагогіки, 2014. — С. 285—286.
  21. Волошена В. В. Формування в учнів основної школи вмінь математичного моделювання як складової математичної компетентності / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2014 рік: наукове видання. — Київ: Ін-т педагогіки, 2014. — С. 289—291.
  22. Волошена В. В. Відмінні особливості організації навчання математики в старшій профільній школі / В. В. Волошена // Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки за 2015 рік: наукове видання. — Київ: Ін-т педагогіки, 2015. — С. 305—307.

## АНОТАЦІЇ

**Волошена В. В. Розвиток умінь математичного моделювання старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів.** — На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук за спеціальністю 13.00.09 – теорія навчання. – Інститут педагогіки НАПН України, Київ, 2017.

У дисертації наведено теоретичне узагальнення і нове практичне розв’язання актуальної проблеми розвитку умінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів. Розкрито сутність, структуру та зміст термінів «модель», «математична модель», «математичне моделювання», виокремлено види математичних моделей, описано евристичну схему діяльності математичного моделювання.

За результатами дослідження з’ясовано дидактичні умови розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів та розроблено й теоретично обґрунтовано структурно-дидактичну модель розвитку цих умінь у школярів.

Для практичної реалізації дидактичної моделі розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників у процесі навчання природничо-математичних предметів та експериментальної перевірки її ефективності розроблено авторський курс за вибором *«Математичне моделювання як метод розв’язування прикладних проблем»*.

Основні результати дослідження впроваджені в навчальний процес загальноосвітніх навчальних закладів.

Здійснене експериментальне впровадження результатів дослідження свідчить, що використання запропонованої дидактичної моделі розвитку вмінь математичного моделювання у старшокласників, яка враховує освітні вимоги сучасного покоління, особливості його навчальної діяльності та віковий чинник, забезпечує: свідоме оволодіння учнями математичним моделюванням як універсальним методом навчального пізнання навколишнього середовища; високий рівень розвитку творчих здібностей школярів; активізацію пізнавального інтересу до вивчення природничо-математичних предметів та ефективність навчання.

**Ключові слова:** дидактична модель, дидактичні умови, модель, моделювання, математична модель, прикладні задачі, уміння.

**Волошена В. В. Развитие умений математического моделирования старшекласников в процессе обучения естественно-математических предметов.** – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата педагогических наук по специальности 13.00.09 – теория обучения. – Институт педагогики НАПН Украины, Киев, 2017.

В диссертации представлены теоретическое обобщение и новое практическое решение актуальной проблемы развития умений математического моделирования у старшекласников в процессе обучения естественно-математическим предметам. В работе определена сущность терминов «математическая модель» и «математическое моделирование», выделены виды математических моделей, последовательность этапов осуществления математического моделирования (расширенная и упрощенная схемы); указаны психолого-педагогические предпосылки обучения учащихся навыкам математического моделирования.

Математическое моделирование определено как метод научного познания, применяемый для решения прикладных задач, и базируется на построении системы математических соотношений (формул, уравнений, систем уравнений, описывающих те или иные стороны объектов (процессов или явлений), которые изучаются) исследование которых проводится с использованием математических методов.

По результатам исследования установлены дидактические условия развития умений математического моделирования у старшекласников в процессе обучения естественно-математических предметов, а также разработана и теоретически обоснована структурно-дидактическая модель развития этих умений у школьников.

Для практической реализации дидактической модели развития умений математического моделирования у старшекласников в процессе обучения естественно-математическим предметам и экспериментальной проверки ее эффективности разработан авторский курс по выбору «Математическое моделирование как метод решения прикладных проблем». Курс состоит из двух блоков, а именно: общего для всех — математического, в котором рассматриваются основы математического моделирования, и трех предметных блоков на выбор (биология, физика, экономика), в которых рассматривается применение моделирования к решению прикладных задач по этим предметам.

Основные результаты исследования внедрены в учебный процесс общеобразовательных учебных заведений.

Проведенное экспериментальное внедрение результатов исследования показывает, что использование предложенной дидактической модели развития умений математического моделирования у старшеклассников, которая учитывает образовательные требования современного поколения, особенности его учебной деятельности и возрастной фактор, обеспечивает: сознательное овладение учащимися математическим моделированием как универсальным методом учебного познания окружающей среды; высокий уровень развития творческих способностей школьников; активизацию познавательного интереса к изучению естественно-математических предметов и эффективность обучения.

**Ключевые слова:** дидактическая модель, дидактические условия, модель, моделирование, математическая модель, прикладные задачи, умения.

**Voloshena V. V. The development of mathematical modeling skills of high school students in the process of natural and mathematical subjects learning.** – As a manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Pedagogical Studies. Specialty 13.00.09. – Theory of Teaching. – Institute of Pedagogy of NAES of Ukraine, Kyiv, 2017.

The thesis presents a theoretical generalization and new practical solution of the topical problem of high school students' mathematical modeling skills development in the process of natural and mathematical subjects learning. The essence, structure and meaning of the terms "model", "mathematical model", "mathematical modeling" is developed, types of mathematical models is selected, heuristic scheme of mathematical modeling is described.

Didactic conditions of high school students' mathematical modeling skills development in the process of learning natural and mathematical subjects are identified; structural-didactic model of these skills formation is developed and theoretically grounded as a result of research findings.

An authorial elective course "Mathematical Modeling as a Method to Solve Applied Issues" aimed at practical realization of didactic model of high school students' mathematical skills modeling in the process of math and natural subjects learning as well as experimental verification of its effectiveness is developed.

Main results of the study are implemented into the education process of the general secondary schools.

The conducted experimental introduction of the research findings testify to the fact that application of the proposed didactic model for skills of mathematical modeling of high school students that takes into consideration educational requirements of the current generation, especially its education activities and the age factor, guarantees responsible mastering of mathematical modeling by students as a universal method to learn the environment; high level of creative abilities of students; activation of cognitive interest to the study of natural and mathematical subjects and learning efficiency.

**Key words:** didactic model, didactic conditions, model, modeling, mathematical model, applied problems,