

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО**

РОМАНИШИН РУСЛАНА ЯРОСЛАВІВНА

УДК 378.147:373.3.016:51(043.3)

**МЕТОДИЧНА СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ НАВИЧОК
В УЧНІВ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ**

13.00.02 – теорія та методика навчання (математика)

Автореферат

**дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук**



Черкаси – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Міністерство освіти і науки України.

Науковий консультант – доктор педагогічних наук, професор,
член-кореспондент НАПН України
Скворцова Світлана Олексіївна,
Південноукраїнський національний
педагогічний університет імені
К. Д. Ушинського, завідувач кафедри
математики та методики її навчання.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор
Акуленко Ірина Анатоліївна,
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького,
професор кафедри автоматизації та
комп'ютерно-інтегрованих систем;

доктор педагогічних наук, професор
Власенко Катерина Володимирівна,
Донбаська державна машинобудівна академія,
професор кафедри математики та
моделювання;

доктор педагогічних наук, професор
Коваль Людмила Вікторівна,
Бердянський державний педагогічний
університет, професор кафедри початкової
освіти, декан факультету психолого-
педагогічної освіти та мистецтв.

Захист відбудеться 11 травня 2021 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 73.053.02 у Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького за адресою: 18000, м. Черкаси, вул. О. Дашкевича, 24, аудиторія 305.

З дисертацією можна ознайомитися в Науковій бібліотеці імені М. Максимовича Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького, за адресою: 18031, м. Черкаси, вул. Університетська, 22.

Автореферат розісланий 09 квітня 2021 року.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



Т. В. Симоненко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. За умов розвитку суспільства та сучасних технологій особливе місце посідає питання модернізації шкільної освіти, передовсім початкової, яка покликана закласти міцний фундамент у подальшому навчанні людини впродовж життя. Для цього у випускників початкової школи має бути сформована спроможність застосовувати математику у навчальних і практичних ситуаціях, яка увиразнена у понятті математична компетентність школяра. Ця компетентність включена до переліку ключових компетентностей для навчання впродовж життя в оновленій редакції ключових компетентностей (Рамкова програма ЄС щодо оновлених ключових компетентностей) Європейського Парламенту та Ради (ЄС) від 17 січня 2018 року. Складником математичної компетентності є обчислювальна навичка. Державний стандарт початкової загальної освіти визнав володіння випускниками початкової школи обчислювальними навичками, здатність їх застосовувати в навчальних та практичних ситуаціях одним із загальних результатів навчання.

Проблему формування обчислювальних навичок вчені-методисти розробляли в кількох напрямках. Класифікацію прийомів обчислення, які формуються в початковій школі, вивчали М. Бантова, Г. Мартинова, С. Скворцова. Логіка розгортання прийомів обчислення представлена в працях К. Арженникова, Н. Попової, О. Пчолко, М. Бантової та ін.; раціоналізація обчислювальних прийомів, операцій, що входять до їх складу, добір вправ як основного засобу формування усних і письмових обчислень у початковій школі розглянута В. Євтушевським, О. Гольденбергом, Я. Чекмарьовим, Л. Скаткіним, М. Моро, С. Степановою та ін.; прийоми обчислення вузького застосування – раціональні – досліджували О. Валльє, Т. Демидова, О. Івашова, І. Ліпатнікова, Г. Мартинова, С. Скворцова, О. Тонких, Т. Шевченко. Методики формування в учнів обчислювальних навичок у процесі виконання арифметичних дій додавання, віднімання, множення та ділення, як усних так і письмових, у різних концентрах («Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон») розглянуто в працях М. Бантової, Г. Бельтюкової, М. Богдановича, М. Будми-Горяєвої, М. Вайнтрауб, О. Валльє, С. Волкової, Л. Дашевської, Т. Демидової, В. Єлисеєвої, О. Івашової, Н. Істоміної, Т. Кривошеї, Н. Лаврової, І. Ліпатнікової, Г. Мартинової, Н. Менчинської, М. Моро, Н. Нікітіної, О. Онопрієнко, Н. Пиядін, Н. Рудовської, С. Скворцової, С. Степанової, Л. Сухіної, О. Тонких, Т. Фадєєвої, Т. Шевченко, В. Шпакової та ін.; використання діяльнісного підходу до формування обчислювальних навичок досліджували Т. Фадєєва, Л. Сухіна; диференціація та індивідуалізація процесу формування обчислювальних умінь і навичок були предметом вивчення Т. Фаддейчевої; застосування технічних засобів навчання у цьому процесі – М. Данеліч, В. Кузнецов.

Фокус уваги цих досліджень змінювався під впливом суспільних, технологічних і особистісних чинників. На початку 90-х рр. ХХ ст. педагогічній

громадськості було презентовано методичну систему М. Бантової, у якій схарактеризовано обчислювальну навичку, її властивості, запропоновано класифікацію прийомів обчислення й описано в загальному вигляді процес формування обчислювальних навичок. У дослідженнях О. Івашової ця проблема була досліджена з позицій обчислювальної культури учнів. Водночас, науковці поряд із терміном «обчислювальна навичка» використовують термін «обчислювальне вміння», що обумовлено двома напрямками розуміння понять уміння і навички у психолого-педагогічній науці. Так, О. Івашова і К. Останіна розглядають формування обчислювальних умінь учнів з позиції дослідження навчальної діяльності молодших школярів. У своїх наукових розвідках науковці звертаються й до окремих випадків обчислення. Формування обчислювальних навичок учнів на уроках математики в початковій школі з точки зору визначення рівнів автоматизації навичок табличного множення і ділення на різних етапах його формування досліджували І. Михайлова та А. Мендигалієва. Є. Бажан і Л. Анісімова розробили методичні підходи до вивчення позатабличного множення та ділення. Методичні прийоми вивчення письмового множення і ділення в початковій школі з урахуванням індивідуальних особливостей дітей розглядали Є. Бажан і Н. Полякова. Методику організації обчислювальної діяльності молодших школярів, в контексті системи розвивального навчання математики І. Істоміної, досліджено А. Клецкіною.

Сучасні тенденції в освіті зумовлюють переосмислення окремих підходів до процесу формування обчислювальних навичок та врахування напрацювань нейронаук про функціонування та розвиток мозку дитини, даних вікової фізіології і психології про вікові періоди розвитку дитини, педагогічної психології про ефективну організацію процесу формування розумових дій. Проблема формування обчислювальних навичок в молодших школярів актуалізується ще й з огляду на те, що на навчання до початкової школи сьогодні приходять діти – представники іншого покоління, для яких відкрито віртуальний світ, у якому вони звикли перебувати змалечку. Цей світ їх приваблює більше, аніж реальний, своєю яскравістю, динамічністю, доступністю до будь-якого контенту. Тому навчати сучасних школярів так, як навчали учнів попередніх поколінь, не можна. Актуалізує пошук нових підходів до навчання учнів Концепція державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа (НУШ)» на період до 2029 року (Постанова КМУ № 988-р), яка наголошує на навчанні з урахуванням вікових особливостей фізичного, психічного та розумового розвитку дітей, формування у школярів умінь XXI століття, до яких Європейською комісією віднесено й навички з обчислень.

Відповідно до Концепції НУШ початкова школа України з 2018 року працює за новим Державним стандартом початкової освіти, який затверджений Кабінетом Міністрів України (21.02.2018, постанова №87), новими Типовими освітніми програмами Нової української школи для 1-2-го класів, затвердженими Колегією МОН України 22 лютого 2018 року, та для 3-4-го класів, затвердженими 27 грудня 2018 року. Нині в Україні впроваджується нове покоління підручників з математики для початкової школи, авторами яких є

О. Гісь та Д. Філяк; Н. Листопад; С. Скворцова, О. Онопрієнко; Г. Лищенко, С. Тарнавська, К. Лищенко; В. Бевз, Д. Васильєва; С. Логачевська, Т. Логачевська; О. Комар, А. Заїка; М. Козак, О. Корчевська. Але, на жаль, у більшості з них не реалізовано цілісної методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів 1 – 4-х класів.

Отже, на підставі аналізу сучасного стану проблеми формування обчислювальних навичок учнів початкової школи зафіксовано *суперечності* між: соціальними вимогами щодо спрямування освітнього процесу на формування в учнів початкових класів ключових та предметних компетентностей, до складу яких входить обчислювальна навичка, та недостатнім рівнем її сформованості у випускників початкової школи;

соціальним запитом щодо формування в учнів початкової школи обчислювальних навичок та наявним станом теоретичної розробки цієї проблеми відповідно до навчання учнів – представників цифрового покоління;

стрімким розвитком нейронаук та недостатнім відображенням їх результатів у чинних методиках навчання учнів початкової школи, зокрема формування в молодших школярів обчислювальних навичок;

основоположними ідеями Концепції НУШ щодо спрямування освітнього процесу в особистісно зорієнтоване русло та застарілими методами, формами й засобами формування обчислювальних навичок, які не враховують сучасні тенденції та чинники, що впливають на результативність освітнього процесу;

необхідністю ефективного формування в учнів початкових класів обчислювальних навичок та відсутністю відповідної методичної системи, зорієнтованої на сучасних учнів – представників цифрового покоління.

Подолання цих суперечностей потребує розроблення й обґрунтування теоретико-методичних засад формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи на засадах нейрофізіологічного, діяльнісного, компетентнісного й особистісно зорієнтованого підходів. Результати аналізу психолого-педагогічної літератури свідчать, що, попри різноманітність наукових розвідок, аналізована проблема не була предметом спеціального дослідження. Отже, актуальність обраної проблеми та брак її теоретичного осмислення в сучасних умовах зумовили вибір теми дисертації **«Методична система формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Роботу над темою розпочато у Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького і продовжено у Державному закладі «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського». Дисертаційна робота виконана згідно з планом науково-дослідної роботи кафедри математики і методики її навчання ДЗ «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського» з теми «Технології формування методичної компетентності майбутніх учителів у навчанні учнів математики» (0119U002023). Тему дослідження затверджено вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 4 від 24 грудня 2013

року) та узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних та психологічних наук в Україні (протокол № 5 від 27 травня 2014 року).

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та побудові авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи на засадах нейропсиходидактики математики, її апробації і впровадженні в практику навчання молодших школярів.

Відповідно до мети дослідження поставлено дві групи **завдань**.

До *першої групи* належать завдання, пов'язані з розробкою теоретичних основ методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи.

1. Проаналізувати чинний стан теоретичного розроблення проблеми формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи та практики її розв'язання; визначити основні категорії дослідження: прийом обчислення, обчислювальне вміння та обчислювальна навичка, представити класифікацію прийомів обчислення, визначити властивості обчислювальних навичок та критерії і показники їх сформованості, схарактеризувати рівні сформованості обчислювальних навичок.

2. Виокремити нейрофізіологічні передумови обчислювальної діяльності та обґрунтувати психолого-дидактичні та методичні засади, дотримання яких сприятиме формуванню обчислювальних навичок.

3. Науково обґрунтувати та розробити теоретичну концепцію авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи: мету, зміст, методи, форми й засоби навчання. Сконструювати модель процесу формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи.

4. Теоретично аргументувати та розробити методику формування обчислювальних навичок в учнів початкових класів, яка реалізує етапи підготовки, ознайомлення, закріплення і застосування, що спрямовані на формування обчислювальних навичок.

Друга група завдань пов'язана з практичною реалізацією теоретичних положень дослідження:

5. Розробити методики формування обчислювальних навичок у реалізації окремих груп прийомів обчислень.

6. Експериментально перевірити ефективність розробленої методичної системи формування в учнів початкової школи обчислювальних навичок.

Об'єкт дослідження – процес навчання математики в початковій школі.

Предмет дослідження – методична система формування в учнів початкової школи обчислювальних навичок.

Головна концептуальна ідея дослідження. Авторська методична система формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи має: ґрунтуватися на положеннях нейронаук щодо комплексу зон мозку людини та особливостей їх дозрівання в молодшому шкільному віці, які беруть участь в обчислювальній діяльності; ураховувати психолого-дидактичні закономірності перебігу пізнавальних процесів та психолого-дидактичні вимоги до формування

вмінь і навичок; вибудовуватися на засадах Концепції НУШ, яка передбачає впровадження сучасних методик і технологій навчання.

Загальна ідея конкретизована в наведених нижче **положеннях**:

1. Основою проектування й реалізації процесу формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи має слугувати врахування їх вікових нейрофізіологічних і психологічних особливостей, що забезпечують обчислювальну діяльність і впливають на процес формування обчислювальних навичок дітей.

2. Методична система формування обчислювальних навичок учнів початкової школи повинна спрямовуватися на якісне формування обчислювальних навичок і набуття учнями досвіду з успішного виконання різних видів обчислювальної діяльності, тобто вможлилювати компетентісно й особистісно зорієнтований освітній процес, посилювати його дослідницьку спрямованість, сприяти творчій самореалізації школярів.

3. Зміст методичної системи має включати всі можливі прийоми обчислення, які застосовуються в початковій школі, й передбачати доцільну логіку їх введення, перенесення й реконструкції для певних випадків обчислення.

4. Комплекс методів навчання в методичній системі має забезпечувати II-й та III-й типи навчання й етапи формування розумових дій (за П. Гальперінім), а також ураховувати закономірності запам'ятовування навчальної інформації, зберігання в довготривалій пам'яті змісту прийомів обчислення через інтервальне повторення з реконструкцією способу діяльності.

5. Формування обчислювальних навичок в учнів – представників цифрового покоління – має забезпечуватися комплексом засобів навчання, до складу яких входять засоби навчання, створені на основі інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ).

6. Форми навчання мають добиратися відповідно до етапу формування розумових дій (за П. Гальперінім) і забезпечувати процес інтеріоризації як у напрямі переходу від зовнішніх дій з предметами та їх заміниками до внутрішніх – дій у розумовому плані, так і шляхом забезпечення плавного переходу від колективних форм роботи, коли учень стає співучасником творення певних способів обчислювальної діяльності, до індивідуального виконання обчислювальних дій, за хід і результати яких він несе особисту відповідальність і зрештою стає їх ініціатором.

7. Розробляючи методику формування обчислювальних навичок, необхідно враховувати, що цей процес є багатоступеневим процесом із засвоєння змісту прийомів обчислення, що реалізуються в концентрах «Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Багатоцифрові числа» і передбачає етапи підготовки, ознайомлення, закріплення і застосування прийомів обчислення, спрямованих на формування обчислювальних навичок.

8. Формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи відбувається в процесі обчислювальної діяльності, яка має бути належним чином вмотивована та передбачає дослідження окремих випадків обчислення з метою

перенесення відомого способу міркування в нові умови, у такий спосіб забезпечуючи інтервальне повторення з реконструкцією відповідно до нового випадку обчислення.

Провідні ідеї концепції відображено в **загальній гіпотезі** дослідження: теоретичне обґрунтування і розробка авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи на засадах нейропсихологіки забезпечить досягнення обов'язкових результатів навчання математичної освітньої галузі відповідно до Державного стандарту початкової загальної освіти (2018 р., зі змінами 2019 р.), а саме: володіння випускниками 4-го класу обчислювальними навичками в процесі виконання арифметичних дій додавання, віднімання, множення і ділення в межах мільйона.

Загальну гіпотезу дослідження конкретизовано в **часткових гіпотезах**:

1) формування обчислювальних навичок відбувається в процесі обчислювальної діяльності, тому цей процес має враховувати положення загальнопсихологічної теорії діяльності;

2) обчислювальна діяльність людини забезпечується злагодженою роботою комплексу зон мозку, тому процес формування обчислювальних навичок варто будувати на підставі врахування вікових нейрофізіологічних особливостей дозрівання певних зон мозку та психологічних особливостей перебігу пізнавальних процесів в учнів молодшого шкільного віку;

3) підставою для визначення мети і результату авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи є дослідження понять «обчислювальне вміння» та «обчислювальна навичка», визначення властивостей обчислювальних навичок у процесі виконання обчислень, тому формулювання критеріїв сформованості певної обчислювальної навички має враховувати ці властивості, а визначення показників за кожним критерієм та рівень їх вияву презентує рівні сформованості цієї обчислювальної навички;

4) обчислювальні навички є найвищим ступенем оволодіння прийомами обчислення, тому основою формування змісту навчання за авторською методичною системою формування обчислювальних навичок є зміст прийомів обчислення і їх класифікація, а також динаміка введення нових прийомів і застосування відомих прийомів у різних концентрах початкового курсу математики;

5) процес формування обчислювальних навичок має бути побудований на засадах нейропсихологічного, діяльнісного, компетентнісного та особистісно зорієнтованого підходів, тому основою для розробки комплексу методів і форм навчання повинні бути нейропсихологічні передумови обчислювальної діяльності молодших школярів, психолого-дидактичні засади формування умінь і навичок, психологічні закономірності запам'ятовування навчальної інформації та методичні основи формування обчислювальних навичок;

6) у початковій школі навчаються учні, які змалечку звикли до одночасного перебування в реальному і віртуальному світі, тому для формування

обчислювальних навичок у процесі добору засобів навчання доцільно до комплексу засобів включити ще й засоби, створені на основі ІКТ.

Теоретичну основу дослідження становлять положення теорії пізнання, *теорії системного і комплексного підходу* та їх застосування до навчання математики (О. Локшина, А. Пишкало та ін.); *діяльнісного підходу, загальнопсихологічної теорії діяльності, діяльнісних теорій навчання* (Л. Виготський, П. Гальперін, В. Давидов, Д. Ельконін, О. Леонтьєв, Н. Талізїна та ін.); *особистісно зорієнтованого підходу, теорії проблемного, розвивального та диференційованого навчання* (В. Давидов, А. Дусавицький, Д. Ельконін, Л. Занков, Г. Костюк, Є. Кабанова-Меллер, О. Савченко, І. Унт, А. Хуторський, І. Якиманська та ін.); *компетентнісного підходу* (Л. Коваль, О. Савченко, Л. Хоружа, А. Хуторський та ін.); *нейрофізіологічного підходу* (П. Анохін, Т. Ахутїна, М. Безруких, А. Гермаковська, А. Давидович, Д. Диспенза, О. Лурїя, Р. Мачинська, Ю. Мікадзе, Д. Милишев, Д. Медїна, Свааб Дїк, А. Семенович, Т. Скороходова, О. Степкова, Є. Хомська, Л. Цветкова, Т. Чернїгївська); *методологїї і методики навчання математики* (І. Акуленко, М. Бантова, В. Бєвз, Г. Бєвз, М. Бурда, К. Власенко, К. Гнєздїлова, Я. Грудьонов, Л. Коваль, Ю. Мальований, Є. Лодатко, А. Пишкало, С. Скворцова, З. Слєпкань, Н. Тарасєнкова, Л. Фрїдман, В. Швець, О. Школьний та ін.); *результатів психологічних досліджень з формування розумових дїй* (П. Гальперін, Н. Менчинська, Л. Фрїдман та ін.); *положень методики навчання математики щодо процесу формування обчислювальних навичок* (М. Бантова, Т. Демїдова, О. Івашова, А. Клецькіна, О. Корчевська, Л. Коваль, Т. Кривошея, О. Онопрїєнко, Є. Останїна, С. Скворцова, О. Тонких та ін.); *положень інтервального навчання* (Г. Еббїнгауз, Б. Оклі, Я. Грудьонов).

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань, досягнення мети обрано такі методи дослідження: *теоретичні* – аналіз і синтез, систематизація, класифїкація, порівняння й узагальнення психологічної, педагогічної, нейрофізіологічної, науково-методичної літератури з проблеми дослідження; *теоретичний і ретроспективний аналіз наукових розвідок українських та зарубїжних учених з порушеної проблеми для теоретичного осмислення, добору й узагальнення матеріалу з проблеми дослідження, виокремлення нейрофізіологічних передумов набуття школярами обчислювальних навичок та обґрунтування психолого-дидактичних та методичних засад формування обчислювальних навичок учнів початкової школи; аналіз навчальних планів, програм, підручничового фонду та навчально-методичного забезпечення початкового курсу математики для наукового обґрунтування та розроблення концепції авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи на засадах нейропсиходидактики математики; моделювання для розроблення авторської методичної системи формування обчислювальних навичок учнів початкової школи на засадах нейропсиходидактики математики; емпїричні: опитування (анкетування, тестування, бесїди) для дослідження стану сформованості обчислювальних навичок та діагностування рівнів сформованості*

обчислювальних умінь/навичок в учнів початкової школи, визначення критеріїв (форма виконання дії і міра самостійності, правильність, усвідомленість, автоматизація, раціональність, узагальненість, міцність) оцінювання сформованості обчислювальних умінь/навичок та рівнів (початковий, середній, достатній, високий) сформованості обчислювальних навичок; *педагогічне спостереження* за успішністю навчання в класах шкіл, які були охоплені експериментом; педагогічний експеримент (констатувальний, формувальний) для експериментальної перевірки ефективності авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи; *статистичні* – методи математичної статистики для опрацювання емпіричних даних із метою узагальнення результатів, отриманих у процесі експерименту, для перевірки ефективності авторської методичної системи і достовірності одержаних результатів.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає в тому, що *вперше* теоретично обґрунтовано й розроблено авторську методичну систему формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи на засадах нейропсиходидактики математики, що реалізує мету формування в учнів обчислювальних навичок.

У зв'язку з цим *уточнено* поняття «обчислювальне уміння» та «обчислювальна навичка», *уперше* класифіковано обчислювальні уміння на прості та ускладнені й визначено перелік умінь, які можуть бути автоматизовані і засвоєні на рівні навички.

Набуло подальшого розвитку питання про комплекс властивостей обчислювальної уміння/навички (правильність, усвідомленість, автоматизація, раціональність, узагальненість, міцність), який покладено в основу виокремлення критеріїв і показників та характеристики рівнів сформованості обчислювального уміння/навички.

Удосконалено класифікацію прийомів обчислення початкового курсу математики на шість груп (прийоми, теоретична основа яких – суть арифметичних дій, прийоми, теоретичною основою яких слугують властивості арифметичних дій, прийоми, теоретична основа яких – взаємозв'язки між взаємооберненими арифметичними діями, прийоми, теоретична основа яких – залежність результатів арифметичних дій від зміни одного з компонентів, прийоми, теоретична основа яких – питання нумерації, прийоми, теоретична основа яких – правила виконання арифметичних дій); причому в окремих групах виокремлено підгрупи прийомів обчислення для всіх чотирьох арифметичних дій (прийом укрупнення розрядних одиниць, прийом послідовного обчислення, прийом порозрядного обчислення).

Уперше розроблено методику формування обчислювальних навичок, яка реалізує етапи формування обчислювальних навичок (*підготовка* до введення нового прийому; *ознайомлення* з прийомом обчислення; *закріплення* і *застосування* умінь користуватися прийомом обчислення, що спрямовано та формування обчислювальних навичок), у якій до кожного з етапів визначено комплекс вимог до формування розумових дій за Л. Фрідманом, зазначено етапи

формування розумової дії за П. Гальперіним, ураховано закономірності запам'ятовування навчального змісту, систематизовані Я. Грудьоновим; і на етапі застосування прийомів обчислення реалізовано методику інтервального навчання Б. Оклі.

Базуючись на об'єднанні прийомів обчислення в підгрупи в межах кожної групи, *уперше* сконструйовано методику формування прийомів обчислення, яка реалізує інтервальність у процесі вивчення прийому певної підгрупи в кожному із концентрів «Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон» і уможливує його реконструкцію, залежно від змінених умов або перенесення на нові випадки обчислення.

Подальшого розвитку набули питання, пов'язані з оновленням засобів навчання, які використовуються в процесі формування обчислювальних навичок.

Теоретичне значення одержаних результатів дослідження полягає у: розробці теоретико-методичного підґрунтя для конструювання та реалізації авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи на засадах нейропсиходидактики математики; аналізі змісту понять «обчислювальна навичка», «обчислювальне уміння», «обчислювальна діяльність» та процесу формування обчислювальних навичок; узагальненні та адаптуванні розвідок нейронаук стосовно ділянок мозку, які забезпечують якість обчислювальної діяльності; обґрунтуванні на основі досліджень з нейронаук доцільності застосування відновлювального навчання у випадку виявлення труднощів у навчанні, викликаних дискалькулією; з'ясуванні нейрофізіологічних передумов набуття молодшими школярами обчислювальних навичок та психолого-дидактичних і методичних засад формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи, дотримання яких сприятиме їх формуванню; теоретичному обґрунтуванні й розробці моделі процесу формування обчислювальних навичок у молодших школярів, яка містить концептуально-цільовий, змістовий і результатний блоки; теоретичному обґрунтуванні наукового і навчально-методичного забезпечення авторської методичної системи формування обчислювальних навичок на засадах нейропсиходидактики математики, що передбачає використання навчально-методичного комплексу, системоутворювальною основою якого є методика формування підгруп прийомів обчислення в концентрах «Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон» на засадах інтервального навчання, а також комплекс засобів навчання у тому числі, створених на основі ІКТ.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає в тому, що підготовлено навчально-методичний комплекс у вигляді методик формування обчислювальних навичок у різних концентрах («Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон»), які можуть бути використані в освітньому процесі початкової школи та під час розробки навчально-методичних комплектів із математики для початкової школи; дібрано комплекс засобів навчання, у тому числі й створених в онлайн сервісах, актуалізовано ефективний вплив онлайн-сервісів *LearningApps*, *Liveworksheets*, *Wizer.me*, *Mixike* зі створеною

підсистемою *PranGlimine, OnlineMSchool* на формування обчислювальних навичок. Результати дослідження можуть бути застосовані в процесі методичної підготовки майбутніх учителів початкової школи в курсі «Методика навчання математичної освітньої галузі»; зокрема за матеріалами дослідження підготовлено та апробовано курс «Формування обчислювальної компетентності майбутнього вчителя початкової школи» (3 кредити ECTS) для студентів ОС «Магістр» спеціальності «013 Початкова освіта».

Матеріали дисертації та монографії «Теоретико-методичні засади формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи» можуть використовуватися в практиці вищої та післядипломної педагогічної освіти, при написанні підручників і посібників, для розробки навчальних та робочих програм з методики навчання математики, а також для проведення науково-дослідної діяльності та подальших наукових пошуків щодо підвищення якості математичної освіти.

Упровадження результатів дослідження. Дослідницько-експериментальну роботу проведено у Ліцеї № 11 (довідка № 149 від 28.12.2020 р.), Початковій школі № 26 (довідка № 44/88 від 02.12.2020 р.), Початковій школі імені Софії Русової (довідка № 283 від 15.12.2020 р.) – м. Івано-Франківськ; Гвіздській ЗОШ I-III ступенів (довідка № 77 від 11.11.2020 р.), Калуській загальноосвітній школі I-III ступенів № 1 (довідка № 186а/01-14 від 02.12.2020 р.), Княгиницькому ліцеї (довідка № 95 від 23.12.2020 р.), Коломийському ліцеї № 1 імені В. Стефаника (довідка № 104-01/02-04 від 18.12.2020 р.), Коломийському ліцеї № 4 імені Сергія Лисенка (довідка № 146/1/02-07 від 18.11.2020 р.), Лоп'янському ліцеї (довідка № 157 від 19.11.2020 р.), Рожнівському ліцеї «Гуцульщина» імені Федора Погребника (довідка № 199/05-10 від 09.11.2020 р.), Черченському ліцеї імені братів Лепких (довідка № 01-19/37 від 15.12.2020 р.) – Івано-Франківська обл.; Лисківському навчально-виховному комплексі «Загальноосвітній навчальний заклад – дошкільний навчальний заклад» (довідка № 196 від 27.11.2020 р.), Комунальному навчальному закладі Ходорівської міської ради ЗОШ I-II ступенів № 16 (довідка № 12 від 30.12.2020 р.) – Львівська обл.).

Матеріали дисертації використані в процесі навчання курсу «Методика навчання математичної освітньої галузі» у ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» упродовж 2017-2020 рр. «Формування обчислювальної компетентності майбутнього вчителя початкової школи» (3 кредити ECTS) для студентів ОС «Магістр» спеціальності «013 Початкова освіта» (довідка № 01-23/18 від 11.01.2021 р.). Окремі аспекти авторської методичної системи формування обчислювальних навичок на засадах нейропсиходидактики математики впроваджені в роботу Комунального закладу позашкільної освіти «Центр освітніх інновацій Івано-Франківської міської ради» (довідка № 198 від 19.01.2021 р.).

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження доповідалися на наукових конференціях різного рівня: *міжнародних* – «Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя

математики» (м. Вінниця, 2012), «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2013, ПМО – 2015, ПМО – 2017, ПМО – 2019, м. Черкаси), «Карпати-Аппалачі: формування особистості в контексті сталого розвитку гірських регіонів» (м. Івано-Франківськ, 2013), «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу («ІТМ*ПЛЮС – 2014», «ІТМ*плюс – 2018», «ІТМ*плюс – 2020», м. Суми, 2014, 2018, 2020), «Perspective Trends in Scientific Research» (Bratislava, Slovak Republik, 2015), «Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми» (м. Вінниця, 2015), (м. Єреван, Вірменія, 2016), «Глобальні виклики педагогічної освіти в університетському просторі» (м. Одеса, 2017), «Актуальні проблеми початкової школи в контексті освітньої реформи» (м. Коломия, 2017), «Начальное образование: проблемы и решения» (м. Наманган, Узбекистан, 2018), «Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам» (м. Мозиль, Білорусія, 2020), «Неперервна освіта нового сторіччя: досягнення та перспективи» (м. Запоріжжя, 2020); *всеукраїнських із міжнародною участю* – «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*ПЛЮС – 2011» (м. Суми, 2011), «Підготовка сучасного педагога дошкільної та початкової освіти в умовах розбудови Нової української школи» (м. Херсон, 2018), «Монтессорі-педагогіка: історія, теорія, перспективи розвитку» (до 150-річчя від дня народження М. Монтессорі» (м. Херсон, 2020); *всеукраїнських* – «Актуальні проблеми вивчення педагогічної спадщини В. О. Сухомлинського» (м. Коломия, 2013), «Реалізація наступності в математичній освіті: реалії та перспективи» (м. Одеса, 2016), «Варіативність організаційних форм компетентісно орієнтованого навчання у початковій школі» (м. Нікополь, 2016), «Інноваційні рішення у початковій школі: досвід впровадження концепції НУШ» (м. Полтава, 2019); *регіональній* – «Актуальні питання практичної психології у координатах сучасних парадигм (м. Коломия, 2016); матеріали дослідження неодноразово розглядалися на засіданнях кафедри фахових методик і технологій початкової освіти Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника та кафедри математики і методики її навчання Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського (2014–2020 рр.).

Кандидатська дисертація на тему «Педагогічний аспект опіки дітей і молоді в Галичині (друга половина ХІХ – перша третина ХХ ст.)» (спеціальність 13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки) захищена 24 березня 2005 року в Прикарпатському національному університеті імені Василя Стефаника. Її матеріали в тексті докторської дисертації не використано.

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 58 наукових праць (53 одноосібних), із них: 1 монографія, 1 підручник, 2 розділи в монографіях, опублікованих за кордоном, 20 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття (*Scopus*), 33 – засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

Особистий внесок здобувача. У працях, які опубліковані у співавторстві, усі ідеї та розробки, що стосуються проблеми дослідження, належать здобувачці, у дисертаційній роботі використано тільки ті матеріали, які становлять авторські напрацювання. У працях, опублікованих у співавторстві, дисертантці належать такі здобутки: обґрунтовано теоретичну основу та проведено експеримент з подальшим опрацюванням даних [4; 5]; окреслено теоретичні засади та визначено доцільність упровадження технологічного підходу у навчанні математики в початковій школі [6]; схарактеризовано особливості позакласної роботи з математики [8]; обґрунтовано доцільність вивчення різних способів обчислення на основі нейропсихологічного підходу [34].

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (526 найменувань, із них 34 – іноземною мовою), 13 додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи становить 550 сторінок, зокрема 410 сторінок основного тексту (16,5 авт. аркушів). Дисертація містить 41 рисунок і 11 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження; вказано на зв'язок роботи з науковими програмами та темами; визначено мету, завдання, об'єкт, предмет, гіпотезу та методи дослідження; аргументовано наукову новизну, теоретичне та практичне значення роботи; відображено особистий внесок автора в працях, підготовлених у співавторстві; наведено відомості про апробацію та впровадження отриманих у процесі наукового пошуку результатів, а також про обсяг і структуру дисертації.

У **першому розділі** «Обчислювальне вміння та обчислювальна навичка в контексті обчислювальної діяльності» визначено значимість обчислювальних навичок для успішної життєдіяльності людини в сучасному світі в європейських освітнянських документах, у яких вона зарахована до ключових компетентностей, які є необхідними для ефективної життєдіяльності людини в навколишньому середовищі.

Оскільки «обчислювальне уміння» і «обчислювальна навичка» формуються в процесі діяльності, то визначено зміст поняття обчислювальної діяльності з точки зору психологічної теорії діяльності. З огляду на загальнопсихологічне визначення поняття діяльності, *під обчислювальною діяльністю* розуміємо процес, спрямований на знаходження результату арифметичних дій із числами. *Предметом обчислювальної діяльності* учнів початкової школи є виконання арифметичних дій додавання, віднімання, множення і ділення в множині цілих невід'ємних чисел у межах мільйона.

Відповідно до підходу П. Гальперіна, *обчислювальну діяльність* розглядаємо і як систему дій, що адекватна задачі (у психологічному сенсі розуміння цього поняття), вимогою якої є знаходження результату арифметичної дії між числами. Ураховуючи загальнопсихологічне розуміння задачі як єдності мети й умов її досягнення (О. Леонт'єв), *обчислювальну задачу* розглядаємо як розумову задачу, як ситуацію, що вимагає від суб'єкта дії, спрямованої на

знаходження невідомого на основі його зв'язків із відомим (Г. Костюк). Вважаємо, що *обчислювальну задачу* не можна розглядати ізольовано від людини, яка її розв'язує, ізольована від людини обчислювальна задача є лише задачною ситуацією, створеною її автором (Н. Побірченко).

Використання в документах та методичній літературі різних термінів: «обчислювальне вміння» та «обчислювальна навичка» – зумовило потребу в аналізі різних підходів до визначення цих понять. Під *обчислювальним вмінням* розуміємо здатність успішно здійснювати обчислювальну діяльність, яка ґрунтується на засвоєному способі дії, базованому на знаннях його теоретичних основ і навичках виконання дій та операцій, що становлять *прийом обчислення* – систему дій та операцій, виконання яких призводить до знаходження результату арифметичної дії.

Обчислювальні вміння класифікуємо на *прості*, які складаються з невеликої кількості дій/операцій і не передбачають розгалуження, і на *ускладнені*, які характеризуються більшою кількістю дій/операцій і містять розгалуження. *Просте вміння* у виконанні обчислень, хоча й базується на наявних в учня навичках, завдяки вправам *може бути автоматизовано й засвоєно* ним на рівні навички *більш складної будови*. Таким чином, *дію* у виконанні окремих обчислень (зокрема з реалізації усних прийомів) *можна називати і вмінням, і навичкою*. Обчислювальні навички розглядаються як високий ступінь оволодіння обчислювальними прийомами, а сформувані в учнів обчислювальні навички означає, що для знаходження числового значення будь-якого виразу потрібно знати, які операції і в якій послідовності необхідно швидко виконати (М. Бантова).

Якість обчислювальних умінь – простих і ускладнених – визначається знанням правил, законів, властивостей, на основі яких виконується обчислювальна діяльність, а також знаннями змісту обчислювальних прийомів – алгоритмів обчислень, наявністю в учнів навичок у виконанні окремих дій/операцій, що є складниками прийому обчислення.

Дотримуючись класифікації обчислювальних прийомів М. Бантової та С. Скворцової, ми виокремлюємо *прийоми обчислення* з урахуванням їх теоретичних основ і виокремлюємо також *шість груп прийомів обчислення*: 1) прийоми, теоретична основа яких – суть арифметичних дій; 2) прийоми, теоретичною основою яких слугують властивості арифметичних дій; 3) прийоми, теоретична основа яких – взаємозв'язки між взаємооберненими арифметичними діями; 4) прийоми, теоретична основа яких – залежність результатів арифметичних дій від зміни одного з компонентів; 5) прийоми, теоретична основа яких – питання нумерації; 6) прийоми, теоретична основа яких – правила арифметичних дій. Запропонована класифікація поширюється як на усні, так і на письмові обчислювальні прийоми. У межах цих груп прийомів певні прийоми обчислення об'єднані в підгрупи.

Обчислювальна навичка визначена М. Бантовою як найвищий ступінь оволодіння обчислювальними прийомами. Водночас, обчислювальна навичка являє собою автоматизоване вміння, тому лише прийоми усних обчислень

можуть бути засвоєні учнями на рівні навички, а прийоми письмових обчислень засвоюються на рівні умінь, оскільки вони мають складну структуру, яка містить розгалуження.

Виходячи з того, що структурною одиницею обчислювальної діяльності є обчислювальна задача, яка є розумовою за своєю природою, для визначення властивостей сформованих обчислювальних умінь/навичок нами зіставлено властивості розумових дій (П. Гальперін) і властивості повноцінної обчислювальної навички (М. Бантова), й виокремлюємо такі властивості обчислювального уміння/навички: *правильність, усвідомленість, автоматизація, раціональність, узагальненість, міцність*. Оскільки результатом навчання є формування обчислювальних умінь/навичок із переліченими вище властивостями, то для оцінювання рівня сформованості обчислювальних умінь/навичок як критерії обрано, поряд із означеними властивостями ще й додаткові характеристики розумових дій, які є істотними для опису рівня сформованості досліджуваної здатності – форму виконання дії і міру самостійності. Під рівнем сформованості обчислювальних умінь/навичок розуміємо якісну характеристику ступеня вияву показників відповідно до обраних критеріїв і визначаємо чотири рівні сформованості обчислювального уміння/навички – початковий, середній, достатній, високий.

У **другому розділі** *«Нейрофізіологічні та психологічні передумови набуття обчислювальних навичок в учнів початкової школи»* обґрунтовано необхідність розгляду обчислювальної діяльності як з психологічної, так і з нейрофізіологічної точки зору.

Основою пізнавальних процесів є мозок людини, тому для побудови ефективних методик навчання, зокрема формування обчислювальних навичок, потрібно знати, як функціонує мозок людини під час виконання обчислювальної діяльності, і однією з основ при проектуванні й моделюванні процесу навчання має бути врахування психологічних та нейрофізіологічних особливостей сучасних дітей – учнів початкової школи. З'ясування передумов обчислювальної діяльності дітей можливе на основі досліджень нейропсихологічної науки, яка розкриває фізіологічну сторону процесу (О. Леонт'єв).

Розвиток мозку дитини розглядається нейрофізіологами за двома напрямками – функціональним розвитком та розвитком нейронного апарату (М. Безруких). Функціональний розвиток мозку розглядається як прояв психічної діяльності індивіда і його описують з допомогою поняття «психічні функції», які являють собою форми психічної діяльності. У нашому дослідженні обчислювальна діяльність визначається як вища психічна функція (ВПФ) (Л. Виготський, Л. Цветкова). Необхідною передумовою розвитку ВПФ є вікове дозрівання різних структур мозку, з одного боку, і, навпаки, розвиток ВПФ здійснює стимулювальний вплив на розвиток і дозрівання відповідних мозкових структур загалом.

Оскільки до обчислювальної діяльності залучені різні аналізаторні системи – оптична, просторова, сомато-просторова, мовленнєво-рухова та ін., то основою обчислень є спільна робота потиличних, тім'яних, скроневих і лобових

систем мозку, яку ми будемо називати системою зон мозку, що забезпечують обчислювальну діяльність.

Вікові характеристики структурного і функціонального розвитку мозку визначають рівень розвитку пізнавальних (когнітивних) функцій. У 5-6-річному віці простежуються найбільш істотні зміни в перетворенні нейронного апарату і відбувається ключова перебудова морфологічної структури функціональної організації мозку, яка триває до 7-ми років (М. Безруких). До 6-ти років, унаслідок значних перебудов функціональної організації мозку, нейронні мережі створюють усі передумови для реалізації інтегративної діяльності мозку як основи цілеспрямованої поведінки і пізнавальних процесів у дітей. Вік від 5-ти до 7-ми років характеризується інтенсивним морфофункціональним дозріванням кори великого мозку та істотним зростанням динамічності нервових процесів. Отже, на початку шкільного навчання на рівні розвитку мозку дитини створюється готовність до навчальної діяльності. Подальші важливі зміни в перебудові нейронного апарату і функціонального розвитку мозку відбудуться в 9-10-ти років.

За показниками структурного та функціонального розвитку мозку дитини учні початкової школи готові до опанування поняття числа та набуття обчислювальних навичок. З одного боку, певний рівень структурного і функціонального розвитку мозку є необхідною умовою формування в молодших школярів обчислювальних навичок, а з іншого – правильно організований процес навчання, який задіює комплекс (потиличних, тім'яних, скроневих і лобових) зон мозку, сприяє його розвитку. Молодший шкільний вік також характеризується кращим запам'ятовуванням та збереженням у пам'яті конкретних відомостей, подій, предметів, тобто образної інформації, на відміну від словесно-логічної.

За результатами аналізу літератури з нейропсихології встановлено, що труднощі у виконанні обчислень можуть виникати як у дітей зі збереженим психічним розвитком – дискалькулія, так і через недорозвинення/ураження певних відділів головного мозку – акалькулія. Акалькулія пов'язана з низкою нейропсихологічних відхилень, які вимагають нейропсихологічної корекції і медикаментозного лікування, тому в нашому дослідженні були розглянуті проблеми в обчислювальній діяльності, пов'язані з дискалькулією, яка притаманна дітям зі збереженим інтелектом. Визначені можливі шляхи корекції дискалькулії через застосування відновлювального навчання (О. Лурія, Л. Цветкова). Зазначено, що корекція дискалькулії повинна враховувати психічну структуру процесу засвоєння знань та формування навичок, яка базується на засадах принципу планомірно-поетапного формування розумових дій і завершується інтеріоризацією – переходом зовнішніх дій з речами або їх заміниками у внутрішні – ідеальні дії в розумовому плані (П. Гальперін, О. Леонтьєв, Н. Тализіна).

З метою встановлення особливостей обчислювальної діяльності в учнів початкової школи, які обґрунтовуються положеннями нейронаук, та загального стану сформованості обчислювальних навичок було здійснене дослідження

обчислювальної діяльності учнів 2-го класу, результати якого уможливили обґрунтування доцільності формування в школярів різних прийомів обчислення.

У **третьому розділі** *«Психологічні та методичні основи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи»* розкрито теоретичні засади порушеної проблеми. Показано, що їх урахування є необхідним для створення ефективної методичної системи формування обчислювальних умінь та навичок.

Установлено, що для формування обчислювальних навичок із бажаними якостями необхідно дотримуватися психолого-дидактичних закономірностей (Я. Грудьонов) та вимог до процесу формування розумових дій (Л. Фрідман). На основі проведених психологічних досліджень доведено, що дія перед тим, як стати розумовою, проходить низку проміжних етапів, на яких вона опрацьовується в різних формах (від матеріальної й матеріалізованої до розумової) і виконується з різною мірою розгорненості та узагальненості (П. Гальперін).

Для формування повноцінної розумової дії важливу роль відіграє орієнтувальна основа дії (ООД), яка є психологічним механізмом регуляції виконавських та контрольних операцій. ООД має бути правильною і повною, оскільки узагальнення йде лише за тими операціями, які закладено в ООД. ООД може бути надана учням трьома способами – шляхом зразка дії без пояснень, шляхом надання учням готової ООД, шляхом створення і розв'язування проблемної ситуації, унаслідок чого школярі самостійно формулюють ООД.

Процес формування розумових дій відбувається внаслідок організації відповідної роботи з їх засвоєння, яка проходить у кілька етапів: двох підготовчих, що забезпечують умови для успішного виконання дії (*орієнтувальна частина*) – мотиваційний етап та етап попереднього ознайомлення з дією, та чотирьох основних, що забезпечують безпосереднє оволодіння дією (*виконавча та контрольна-корегувальна частини*) – етап матеріальної або матеріалізованої дії, етап виконання дії в голосному мовленні, етап виконання дії в зовнішньому мовленні про себе, розумовий етап.

Визначено основні вимоги до процесу виконання розумових дій: повноту орієнтувальної основи розумових дій; розгорненість дії при її першому показі; поелементне засвоєння складної дії; усвідомленість і повноцінність умінь та навичок; розтягненість процесу формування умінь та навичок; поетапне опрацювання кожного вміння або навички (Л. Фрідман). Ключову роль у цьому процесі відведено планомірно-поетапному формуванню розумових дій (П. Гальперін).

Визначено необхідність організації такого навчання, яке сприятиме не лише формуванню розумової дії, а й зберіганню сформованих понять чи способів дії в пам'яті протягом тривалого часу. На основі аналізу психологічних закономірностей формування математичних понять, умінь і навичок встановлено, що протилежним до процесу запам'ятовування є процес забування (закономірність Г. Еббінгауза) і перервати його можна шляхом повторення (Я. Грудьонов). Повторення шляхом різноманітної діяльності, яка призводить до деякої реконструкції матеріалу, є ефективнішим, ніж його повторення в

незмінному вигляді. Доведено, що переміщення інформації з оперативної пам'яті в довгострокову здійснюється протягом визначеного часу і, щоб його пришвидшити, доцільно застосувати техніку розтягнутого повторення, яке називається *інтервальним* (Б. Оклі).

За результатами аналізу теорії інтервального навчання, яка базується на закономірності забування Г. Еббінгауза, та даних нейронаук щодо впливу навчання на утворення нових нейронних зв'язків встановлено їх повну відповідність. З точки зору нейронаук, формування уміння або навички є формуванням стійких нейронних зв'язків. У процесі навчання виникають нові нейронні зв'язки, що зумовлюють утворення нової функціональної системи. Перші нейронні зв'язки утворюються тоді, коли дитина зрозуміла пояснений матеріал та попрацювала з ним 1-2 рази. Більш стійкий зв'язок виникає тоді, коли в результаті тривалішої практики вивчений фрагмент матеріалу застосовується в різних контекстах. Стійкі нейронні зв'язки утворюються внаслідок інтервального повторення протягом тривалого часу. Загалом мозок формує нові навички та зв'язки протягом 7-ми днів із початку постійних тренувань, однак набута нова навичка без підтримки зникає так швидко, як і з'являється (Б. Оклі).

Оскільки засвоєння змісту обчислювальної діяльності та формування на його основі обчислювальних умінь і навичок є складним та тривалим процесом, то для забезпечення його ефективності необхідно, щоб він відповідав об'єктивним законам набуття знань та законам психічного, зокрема розумового, розвитку учнів початкової школи. У зв'язку з цим проаналізовано основні методичні комплекти, які функціонують у початковій школі за умов традиційного навчання. З'ясовано, що логіка авторського викладу змісту навчання в них відрізняється, проте всі вони спрямовані на досягнення обов'язкових результатів, передбачених Типовою освітньою програмою з математики початкової школи (ТОП НУШ1 і ТОП НУШ2). Але у більшості з них формування обчислювальних навичок відбувається не системно – розглядаються лише окремі прийоми обчислення, крім того відсутня логіка подання прийомів обчислення у концентах.

З метою визначення і врахування практик, відмінних від традиційного навчання, проаналізовано концепції *розвивального навчання* та їх реалізацію в підручниках із математики за системами Л. Занкова, Д. Ельконіна та В. Давидова, за системою розвивального навчання математики Н. Істоміної на предмет визначення особливостей формування в них обчислювальних навичок. Установлено, що в підручниках, які реалізують різні напрями теорії розвивального навчання, використані істотно відмінні методичні підходи, але спільним є розгляд різних способів розв'язування проблемної ситуації, яка виникає в конкретному випадку обчислення. Виклад матеріалу в підручниках розгортається таким чином, щоб спонукати учнів визначати власні способи дії та аналізувати способи дії, запропоновані іншими учнями.

Пошук ефективних шляхів, які можуть позитивно вплинути на процес формування в учнів обчислювальних умінь та навичок, зумовив аналіз і нетрадиційних підходів. З'ясовано, що про сформованість обчислювальної

навички в методиці «ментальної арифметики» говорити не можна. Однак вона позитивно впливає на розвиток мозку дитини через виконання обчислень на час. Завдяки таким вправам відбувається залучення великої кількості ділянок мозку дитини до виконання завдань, що позитивно позначається на інтелектуальному розвитку дитини. При швидкому виконанні обчислення діти виконують маніпуляції з пальцями, які імітують дії на абакусі, що є свідченням того, що дія з обчислення в них не набула розумової форми, а виконується лише в перцептивній формі.

Показано, що завдяки залученню до процесу запам'ятовування *мнемотехніки* (в основі якої лежить вербально-логічне мислення) та *ейдетики* (заснована на конкретно-уявному мисленні) можна домогтися кращих результатів запам'ятовування таблиць додавання і віднімання в межах 10 і 20, множення і ділення. На підставі аналізу праць із нейронаук показано, що в учнів початкової школи відбувається перемикавання системи пам'яті на інший рівень – від безпосереднього запам'ятовування, властивого дошкільникам, до запам'ятовування, опосередкованого конкретними смисловими завданнями. Ці факти обґрунтовують доцільність використання мнемотехніки та ейдетики в процесі формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи.

У **четвертому розділі** «*Методична система формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи*» схарактеризовано компоненти авторської методичної системи (МС): цілі (мета), зміст, методи, організаційні форми, засоби навчання. Мета МС відповідно до завдань (цілей) математичної освітньої галузі визначена Державним стандартом початкової освіти і Типовими освітніми програмами, вона передбачає формування в учнів початкової школи обчислювальних навичок, які є ознакою як предметної, так і ключової математичної компетентності.

Змістом навчання за авторською МС є всі можливі прийоми усних та письмових обчислень у виконанні арифметичних дій додавання, віднімання, множення та ділення, які вводяться в певних концентрах («Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон») і видозмінюються відповідно до випадку обчислення або переносяться в нову ситуацію без змін.

У межах кожної групи запропонованої класифікації прийомів виокремлено ще й підгрупи прийомів обчислення для всіх чотирьох арифметичних дій: прийом укрупнення розрядних одиниць, прийом послідовного обчислення, прийом порозрядного обчислення. За такого підходу є можливість підведення учнів до найвищого щабля узагальнення прийому обчислення, формування в них системного поняття прийому обчислення, варіації ООД прийому залежно від виконуваної арифметичної дії (додавання, віднімання, множення, ділення), від випадку обчислення (без переходу або з переходом через розряд), від концентру, у якому виконується обчислення («Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон»). Таке подання прийомів обчислення уможливило розробку методики формування прийомів обчислення і методики формування обчислювальних навичок на основі порівняння відомого способу дії для вивчених випадків обчислення з новим випадком, з'ясування відмінностей випадків обчислень і визначення можливості

застосування відомого способу дії для нової ситуації обчислення та необхідних змін в ООД прийому.

У авторській МС методи навчання розглянуто як упорядковані способи взаємопов'язаної діяльності вчителя та учнів, які спрямовані на розв'язання навчально-виховних завдань та узгоджуються з *цілями* і *змістом* навчання. Пріоритетними методами є проблемні і дослідницькі, які дають змогу реалізувати навчання за III типом (за П. Гальперінім), забезпечуючи відкриття учнями ООД прийому обчислення для певної ситуації обчислення. Пояснювально-ілюстративний метод використовується в окремих випадках.

У процесі формування обчислювальних навичок на етапі організації навчального відкриття учнями прийому обчислення, на етапі виконання дії в матеріальній або матеріалізованій формі та на етапі голосного мовлення МС передбачено колективну роботу вчителя з класом. Коли дія з опанування прийому обчислення починає скорочуватися і переходить на етап зовнішнього мовлення про себе, можлива робота учнів у парах, а на етапі переходу дії в розумовий план доцільною є самостійна робота учнів. Вона може передбачати обмеження в часі або виконання обчислень на час, що стимулює роботу більшої кількості ділянок мозку дитини. Також, коли прийом обчислення сформований – на заключних етапах формування розумових дій та під час інтервального повторення, доцільно включати групову роботу учнів над видозміненими, трансформованими завданнями на обчислення.

У пропонованій МС визначено комплекс засобів навчання, у тому числі й створених на підставі ІКТ. З метою відкриття учнями способів дії при ознайомленні з новими випадками обчислення, при перенесенні та видозмінненні відомого способу міркування застосовуються математичні Монтессорі-матеріали («Арифметичні штанги», «Золотий матеріал») та інший роздатковий матеріал. При формуванні дії в матеріалізованій формі, у формі голосного мовлення, зовнішнього мовлення про себе учням пропонуються завдання у вигляді карток з друкованою основою, в яких подана схема ООД, а також, створені за допомогою онлайн сервісів Liveworksheets, Wizer.me., які дають змогу представити процес застосування прийомів з різною мірою розгорненості. На завершальних стадіях формування прийому обчислення при переході дії в розумову форму, для набуття обчислювальної навички використовуються онлайн тренажери Міксіке (Pranglimine), OnlineMSchool а також інтерактивні вправи на обчислення, у тому числі й зашифровані (Р. Кавашима), створені у зазначених онлайн сервісах, а також у онлайн сервісі LearningApps.

Отже, в комплекс засобів навчання, у розробленій МС включено й засоби навчання, створені на підставі ІКТ, і таким чином ураховуються особливості дітей – представників цифрового покоління.

На основі характеристики компонентів авторської МС створено модель процесу формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи, яка включає в себе три блоки: концептуально-цільовий, змістовий – авторську методичну систему та результатний блоки (рис. 1).

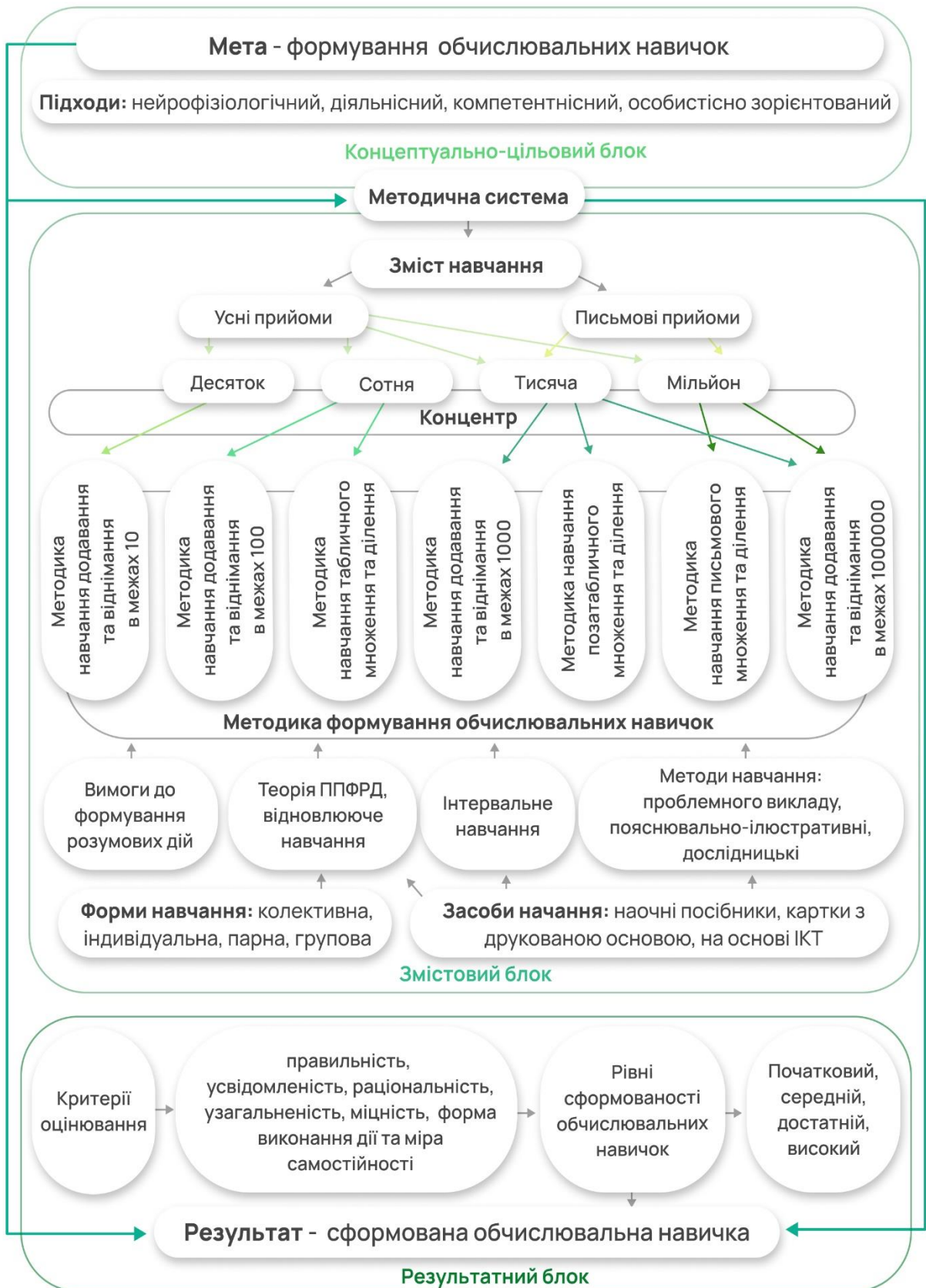


Рис.1. Модель процесу формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи

Центральною ланкою змістового блоку моделі є методика формування обчислювальних навичок. Теоретичною основою розроблення методики є вимоги до формування розумових дій, які забезпечують високу ефективність формування вмінь і навичок Л. Фрідмана, теорія планомірно-поетапного формування розумових дій і понять П. Гальперіна, яка найбільшою мірою задовольняє ці вимоги, а також методика інтервального навчання Б. Оклі, яка ґрунтується на закономірностях запам'ятовування навчального матеріалу в навчанні математики.

Запропонована методика формування прийомів обчислення побудована з урахуванням нейрофізіологічного підходу, зокрема відновлювального навчання О. Лурії та передбачає реалізацію етапів формування розумових дій П. Гальперіна і розгортається в кожному центрі («Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон»).

З огляду на розуміння обчислювальних навичок як найвищого ступеня оволодіння прийомами обчислення, у процесі формування обчислювальних навичок виокремлено чотири етапи: *підготовку, ознайомлення, закріплення й застосування* прийому обчислення; причому у двох останніх етапах – закріплення та застосування прийому обчислення – виділено стадії. До кожного із зазначених етапів визначено вимоги до формування розумових дій за Л. Фрідманом, зазначено відповідний етап формування розумової дії за П. Гальперіним та вимоги до змісту та форми завдань, а також закономірності запам'ятовування змісту прийому обчислення за Я. Грудьоновим. На етапі застосування прийому обчислення на останній його стадії – максимального скорочення виконуваних операцій передбачено інтервальне повторення прийому за методикою Б. Оклі.

Перший етап – підготовка до введення прийому обчислення – реалізує вимоги до формування розумових дій Л. Фрідмана: поелементне засвоєння складної дії; усвідомленість навичок та вмінь; розтягненість процесу формування навичок і вмінь.

Другий етап – ознайомлення з прийомом обчислення – відбувається з урахуванням вимог Л. Фрідмана (поелементне засвоєння складної дії; розгорненість дії при її першому показі, поетапне опрацювання кожної навички або вміння), водночас передбачає реалізацію етапів формування розумових дій за П. Гальперіним: I. Мотиваційний етап. Попереднього ознайомлення з дією; II. Етап матеріальної або матеріалізованої дії. Також ознайомлення з прийомом обчислення відбувається із урахуванням закономірностей пам'яті, сформульованих Я. Грудьоновим.

Третій етап – закріплення прийому обчислення містить дві стадії: 1) виконання з коментарем усіх операцій, що складають прийом; 2) часткове згортання виконання операцій. Цей етап також розроблено із урахуванням вимог Л. Фрідмана, етапів формування розумової дії П. Гальперіна (III етап – голосного мовлення, IV етап – зовнішнього мовлення про себе) та закономірностей запам'ятовування навчальної інформації.

Четвертий етап – застосування прийому обчислення у навчально-пізнавальних та практично зорієнтованих ситуаціях передбачає також дві стадії: 1) повне згорнення операцій; 2) максимальне скорочення у виконанні операцій. На цьому етапі реалізується V – розумовий етап за П. Гальперінім та ураховано закономірності запам'ятовування і методика інтервального навчання Б. Оклі.

Інтервальність у вивченні певного прийому обчислення, шляхом його реконструкції, залежно від змінених умов, продемонстровано шляхом об'єднання прийомів обчислення в межах кожної групи в підгрупи.

У процесі розробки методики формування прийомів обчислення враховано теорію укрупнення дидактичних одиниць під час навчання математики П. Ерднієва, вимоги до форми і змісту завдань на кожному етапі формування розумової дії Н. Тализіної, а при формуванні обчислювальних навичок – види обчислювальних вправ, які позитивно впливають на розвиток мозку (Р. Кавашима). З урахуванням цього визначено підґрунтя для створення системи навчальних завдань: 1) одночасне вивчення взаємообернених дій – додавання і віднімання, множення і ділення (П. Ерднієв, М. Ерднієв); 2) розгляд прямих вправ, які передбачають знаходження результату арифметичної дії, та обернених – трансформованих, які передбачають відновлення пропущеного компонента арифметичної дії (П. Ерднієв, М. Ерднієв); 3) подання неоднотипних вправ на перших етапах формування розумової дії і однотипних – на заключних етапах (Н. Тализіна); 4) дотримання відповідності форми подання вправ формі виконання розумової дії (Н. Тализіна); 5) вправи з лічби на одну або дві дії на час, у тому числі й закодовані – такі, у яких знаки арифметичних дій у виразах замінені певними позначками (Р. Кавашима).

У **п'ятому розділі** *«Експериментальна перевірка ефективності методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи»* схарактеризовано мету, завдання, методи і результати педагогічного експерименту, який проходив упродовж 2011-2020 рр. та виконувався в чотири етапи: інформаційно-пошуковому (2011-2014 рр.), констатувальному (2014-2016 рр.), формувальному (2016-2020 рр.) і контрольно-оцінювальному (2020 р.).

На етапі *інформаційно-пошукового* дослідження вивчено проблему формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи в науково-методичній літературі, здійснено інформаційний пошук з порушеної проблеми та опрацьовано науково-методичну літературу в галузі методики, педагогіки, психології, нейрофізіології, біології, медицини.

На *констатувальному етапі* експерименту досліджено стан сформованості обчислювальних навичок та рівні сформованості обчислювальних вмінь/навичок в учнів початкової школи. Визначено критерії (форма виконання дії і міра самостійності, правильність, усвідомленість, автоматизація, раціональність, узагальненість, міцність) оцінювання сформованості обчислювальних вмінь/навичок та рівні сформованості обчислювальних вмінь/навичок (початковий, середній, достатній, високий). За результатами контрольного зрізу та спостережень за успішністю учнів

початкової школи, які були охоплені експериментом, визначено контрольну (235 учнів) та експериментальну групи (241 учень).

Формувальний етап експерименту передбачав реалізацію авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи. У контрольній групі навчання здійснювалося традиційним шляхом, а в експериментальній – за запропонованою авторською методичною системою формування обчислювальних навичок на засадах нейропсиходидактики.

Результати *формувального етапу* дослідницько-експериментальної роботи, метою якого була реалізація авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи із застосуванням нейрофізіологічного, діяльнісного, компетентнісного, особистісно зорієнтованого підходів, засвідчили, що показники рівнів сформованості обчислювальних навичок в учнів 4-го класу (на час завершення експерименту, який тривав 4 роки) у експериментальній та контрольній групах відрізняються. Результати контрольного зрізу в експериментальній (247 учнів) та контрольній (236 учнів) групах подано в табл. 1.

Таблиця 1

Результати контрольного зрізу в контрольній та експериментальній групах (формувальний етап дослідницько-експериментальної роботи)

Рівні	Групи			
	Експериментальна група (ЕГ ₄)		Контрольна група (КГ ₄)	
	Абс. знач.	У %	Абс. знач.	У %
Високий	64	25,9	34	14,4
Достатній	103	41,7	91	38,6
Середній	70	28,4	96	40,6
Низький	10	4,0	15	6,4
Усього	247	100,0	236	100,0

Як бачимо, показники рівнів сформованості обчислювальних навичок в учнів 4-го класу в експериментальній та контрольній групах відрізняються. Так, у експериментальній групі низький рівень сформованості на 2,4 % нижчий порівняно з контрольною групою. Середній рівень сформованості на 12,2% нижчий, аніж в контрольній групі. Однак достатній рівень сформованості обчислювальних навичок на 3,1 % вищий в експериментальній групі. Тенденція зростання відзначена і на високому рівні: він на 11,5 % в експериментальній групі вищий, аніж у контрольній, що свідчить про ефективність запропонованої методичної системи.

Доведення вірогідності й достовірності отриманих результатів кожного діагностичного зрізу здійснювалося за допомогою методів математичної статистики (критерій χ^2 Пірсона). Результати проведених обчислень наведено в табл. 2.

Таблиця 2

**Значення χ^2 для результатів вимірювання рівня сформованості
обчислювальних навичок учнів експериментальної і контрольної груп
(формувальний етап дослідницько-експериментальної роботи)**

Зрізи	Групи		Емпіричне значення χ^2
Другий	ЕГ ₂	КГ ₂	0,988
Третій	ЕГ ₃	КГ ₃	4,831
Контрольний	ЕГ ₄	КГ ₄	14,755

Після проведення кожного зрізу на рівні $\alpha=0,05$ перевірялася гіпотеза H_0 про відсутність відмінностей між експериментальною та контрольною групами, при альтернативній гіпотезі H_1 , згідно з якою відмінності є вагомими.

Згідно з результатами табл. 2, для другого і третього зрізу прийнято статистичне рішення і сформульований висновок: на рівні $\alpha=0,05$ приймається статистична гіпотеза H_0 про відсутність відмінностей у рівнях сформованості обчислювальних навичок учнів експериментальної і контрольної груп. Оскільки для другого зрізу $\chi^2_{\text{емп}} = 0,988 < \chi^2_{\text{кр}} = 7,815$ і третього зрізу $\chi^2_{\text{емп}} = 4,831 < \chi^2_{\text{кр}} = 7,815$. А отже, рівень сформованості обчислювальних навичок учнів експериментальної групи за статистичними показниками достовірно не вищий від рівня сформованості обчислювальних навичок учнів контрольної групи ($p > 0,05$).

Проте маємо зазначити: хоча статистично доведено відсутність значних відмінностей між рівнями сформованості обчислювальних навичок учнів, числове значення χ^2 зростало від першого ($\chi^2=0,008$) до контрольного зрізу ($\chi^2=14,755$). Відповідно до результатів контрольного зрізу на рівні $\alpha=0,05$ прийнято статистичну гіпотезу H_1 про існування відмінностей у рівнях сформованості обчислювальних навичок учнів експериментальної і контрольної груп. Рівень сформованості обчислювальних навичок учнів експериментальної групи за статистичними показниками достовірно вищий за рівень сформованості обчислювальних навичок учнів контрольної групи $\chi^2_{\text{емп}} = 14,755 > \chi^2_{\text{кр}} = 7,815$ ($p < 0,05$).

Результати дослідно-експериментальної роботи, проаналізовані й інтерпретовані за допомогою методів математичної статистики (критерію χ^2 Пірсона), свідчать про ефективність авторської методичної системи формування обчислювальних навичок учнів початкової школи.

Педагогічні спостереження за учнями в групах засвідчили, що в експериментальній групі в процесі обчислювальної діяльності школярі застосовували різні способи обчислень, пояснюючи їх вибір зручністю в кожному конкретному випадку, за потреби могли повернутися до розгорнутого пояснення всіх дій, які входять до складу прийому, у випадку допущення помилок у більшості випадків самостійно могли їх знайти та виправити, переносили вивчені прийоми в нові ситуації та вдавалися до їх реконструкції. Ці

результати є свідченням того, що сформовані обчислювальні навички характеризуються формою виконання дії і мірою самостійності, правильністю, усвідомленістю, автоматизацією, раціональністю, узагальненістю та міцністю.

У контрольній групі на час завершення експерименту учні оперували кількома прийомами, однак вимога представити їх у розгорнутому поясненні (пояснити виконувані дії) викликала труднощі, а реконструкція прийому була можлива лише в окремих випадках.

З огляду на все зазначене вище можемо констатувати, що запропонована авторська методична система формування обчислювальних навичок учнів початкової школи є ефективною.

ВИСНОВКИ

1. Необхідність модернізації математичної освіти, зокрема методичної системи формування обчислювальних навичок, спричинена вимогами європейських освітніх документів, якими математичну компетентність, у тому числі обчислювальні навички, віднесено до ключових компетентностей. Володіння випускниками початкової школи обчислювальними навичками, здатність їх застосовувати в навчальних та практичних ситуаціях визнано одним із загальних результатів навчання Державним стандартом початкової загальної освіти.

Обчислювальне вміння і обчислювальна навичка формуються в результаті обчислювальної діяльності, тому в дисертації, відповідно до загальної теорії діяльності О. Леонтєва, В. Давидова, обчислювальну діяльність визначено як процес, результатом якого є виконання арифметичних дій між числами.

Під час обчислювальної діяльності формується обчислювальне вміння, яке розуміємо як здатність успішно діяти, що ґрунтується на засвоєному способі дії, базованому на знаннях його теоретичних основ та навичках виконання дій і операцій певного прийому обчислення. Здійснено класифікацію обчислювальних умінь на *прості вміння* у виконанні діяльності з обчислення (складається з невеликої кількості дій/операцій, які можуть бути однозначно потрактовані, оскільки не передбачають розгалужень) і на *ускладнені вміння* (характеризуються більшою кількістю дій/операцій і містять розгалуження).

З урахуванням розуміння навички у психолого-дидактичній науці як автоматизованого вміння встановлено, що *просте вміння* у виконанні обчислень, хоча й базується на наявних в учня навичках, завдяки вправам може бути автоматизовано і засвоєно ним на рівні *навички більш складної будови*. Таким чином, дію у виконанні окремих обчислень, зокрема з реалізації усних прийомів, можна називати *і вмінням, і навичкою*. Доведено, що прийоми усних обчислень засвоюються на рівні навичок, а прийоми письмових обчислень не можуть бути автоматизовані, тому засвоюються на рівні умінь.

Для визначення мети та результату авторської методичної системи формування обчислювальних навичок на засадах нейропсиходидактики у результаті зіставлення властивостей розумових дій (П. Гальперін) та

властивостей обчислювальної навички (М. Бантова) встановлено властивості обчислювальних вмінь/навичок: правильність, усвідомленість, автоматизація, раціональність, узагальненість, міцність. На цій підставі визначено критерії оцінювання сформованості обчислювальних вмінь/навичок, до яких належать правильність, усвідомленість, автоматизація, раціональність, узагальненість, міцність, а також форма виконання дії та міра самостійності. Відповідно до зазначених критеріїв сформульовано показники їхнього вияву і схарактеризовано рівні сформованості обчислювального вміння/навички: початковий, середній, достатній, високий.

З метою визначення змісту навчання за авторською методичною системою на основі функціонального аналізу процесу обчислювальної діяльності досліджено *орієнтувальну* (керівну) частину дії/діяльності, яка є центральною частиною дії та забезпечує її успіх. Установлено, що орієнтувальна основа дії (ООД) обчислювальної діяльності є схемою (маркерами) послідовності дій та операцій, виконання яких приводить до знаходження результату арифметичної дії, а сама система таких дій і операцій утворює прийом обчислення. Вивчено ООД прийомів усних та письмових обчислень, які вивчаються в курсі математики початкової школи; подано динаміку вивчення прийомів обчислення у концентрах початкового курсу математики.

Здійснено аналіз класифікацій прийомів обчислення та запропоновано авторську класифікацію, у якій виокремлено шість груп прийомів обчислення з урахуванням їхніх теоретичних основ: 1) прийоми, теоретична основа яких – суть арифметичних дій; 2) прийоми, теоретичною основою яких є властивості арифметичних дій; 3) прийоми, теоретична основа яких – взаємозв'язки між взаємооберненими арифметичними діями; 4) прийоми, теоретична основа яких – залежність результатів арифметичних дій від зміни одного з компонентів; 5) прийоми, теоретична основа яких – питання нумерації; 6) прийоми, теоретична основа яких – правила виконання арифметичних дій. Цю класифікацію поширено як на усні, так і на письмові обчислювальні прийоми.

2. З урахуванням того, що основою всіх пізнавальних процесів є функціональний розвиток і дозрівання нейронного апарату мозку людини, досліджено питання нейрофізіологічних та психологічних передумов набуття обчислювальних навичок молодшими школярами. Показано, що їх урахування необхідне для побудови ефективних методик навчання, зокрема у процесі формування обчислювальних умінь та навичок.

Задля розробки методики формування обчислювальних навичок, яка враховує вікові та індивідуальні особливості учнів початкової школи, досліджено обчислювальну діяльність учня початкової школи з нейрофізіологічної точки зору. На підставі аналізу праць українських і закордонних учених встановлено, що до виконання обчислювальної діяльності залучений комплекс зон мозку людини, які функціонують як єдине ціле та мають здатність до перебудови через заміну одних компонентів іншими. Також з'ясовано, що для виконання складних завдань люди залучають різні ділянки мозку, що обґрунтовує використання ними різних способів обчислень.

Досліджено та з'ясовано, що для виконання обчислень у дитини мають розвинутися певні зони мозку, які беруть участь в *обчислювальній діяльності*, а з іншого боку – виконання обчислень розвиває ці зони. Установлено, що мозковою основою обчислень є спільна робота *потиличних, тім'яних, скроневих і лобових* систем мозку, яку ми в дослідженні називали *системою зон мозку, що забезпечують обчислювальну діяльність*. За показниками структурного та функціонального розвитку мозку, починаючи з шестирічного віку, діти вже готові до опанування поняття числа та набуття обчислювальних навичок, оскільки на цей час припадає також інтенсивний розвиток усіх *когнітивних функцій*.

З'ясовано, що навичка є елементом селективної зміни мозку, результатом реорганізації та утворення нових стійких нейронних зв'язків, і встановлено, що перші нейронні зв'язки утворюються тоді, коли дитина зрозуміла пояснений матеріал та попрацювала з ним 1-2 рази. На основі аналізу досліджень із нейронаук зазначено, що мозок формує нові навички та зв'язки протягом 7-ми днів з початку постійних занять, однак набута нова навичка без тренувань зникає так швидко, як і з'являється.

3. Для добору методів, засобів і форм навчання визначено психолого-дидактичні засади формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи. Установлено, що для формування обчислювальних навичок із бажаними якостями необхідно дотримуватися психолого-дидактичних закономірностей та вимог до процесу формування розумових дій, зокрема *планомірно-поетапного формування розумових дій* (П. Гальперін). Для формування розумової дії велику роль відіграє *орієнтувальна основа дії (ООД)*, яка є психологічним механізмом регуляції виконавчих та контрольних операцій та має бути правильною і повною, оскільки *узагальнення йде лише за тими операціями, які закладено в ній*. Доведено, що при формуванні обчислювальних навичок доцільно використовувати *другий* – шляхом надання учням готової ООД, та *третій* типи навчання – шляхом створення і розв'язування проблемної ситуації, унаслідок чого учні самостійно формулюють ООД.

Визначено основні вимоги до процесу формування обчислювальних навичок: повноту ООД; розгорненість дії з обчислення при її першому показі; поелементне засвоєння всіх операцій, які складають прийом обчислення; усвідомленість у виборі прийому обчислення і повноцінність виконуваних операцій; розтягненість у часі процесу формування обчислювальних навичок за рахунок опрацювання на попередніх етапах навчання дій та операцій, які складають прийом обчислення та після вивченого прийому обчислення – його безперервного повторення з реконструкцією; поетапне опрацювання кожного прийому обчислення. Показано, що вимога щодо поетапності процесу формування розумових дій знаходить своє підтвердження у нейронауках (О. Лурія); а вимога розтягненості процесу формування умінь і навичок у часі підтверджується даними нейрофізіології щодо того, що навички чи вміння утворюються у випадку наявності стійких нейронних зв'язків (Б. Оклі, Д. Диспенза). Стійкішим нейронний зв'язок стає тоді, коли в результаті тривалої

практики вивчений фрагмент матеріалу застосовується в різних контекстах, тобто внаслідок *інтервального* повторення протягом тривалого часу.

4. Розроблено та науково обґрунтовано теоретичну концепцію авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи, яка охоплює п'ять ієрархічно пов'язаних компонентів: мету, зміст, методи, форми й засоби навчання. Теоретичним підґрунтям методичної системи визначено теорію діяльності; нейрофізіологічні особливості нейронного та функціонального розвитку мозку дітей; нейрофізіологічні засади обчислювальної діяльності; методика відновлювального навчання О. Лурії у випадку відхилень у нормальному перебігу процесу обчислення в учнів початкової школи; закономірності формування розумових дій, які забезпечують високу ефективність формування вмінь і навичок (Л. Фрідман); теорія планомірно-поетапного формування розумових дій і понять (П. Гальперін); методика інтервального навчання (Я. Грудьонов, Б. Оклі).

Метою авторської методичної системи (МС) є формування в учнів початкової школи обчислювальних навичок, що характеризуються правильністю, усвідомленістю, автоматизацією, раціональністю, узагальненістю, міцністю.

Змістом навчання за МС є прийоми усних та письмових обчислень у процесі виконання арифметичних дій додавання, віднімання, множення та ділення, які вводяться в певних концентрах («Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон») і реконструюються відповідно до змінених умов або переносяться в нову ситуацію без змін.

Основними методами ознайомлення із прийомом обчислення в авторській методичній системі визначено методи проблемного навчання, методи організації навчальних досліджень. Для організації навчальних досліджень дібрано комплекс засобів навчання, серед яких і математичні Монтессорі-матеріали. Зміст навчання, запитання і завдання для формування обчислювальних навичок, представлено зокрема в роздатковому та демонстраційному матеріалі та їх віртуальних аналогах. Обґрунтовано використання у МС комплексу засобів навчання, створених на підставі ІКТ. Показано ефективний вплив на формування обчислювальних навичок онлайн сервісів *LearningApps*, *Liveworksheets*, *Wizer.me*, онлайн тренажера *Міксіке* з підсистемою *Прангліміне*, *OnlineMSchool*.

З урахуванням теорії планомірно-поетапного формування розумових дій, а також двох напрямів інтеріоризації – переходу зовнішніх матеріальних дій у внутрішні розумові, в авторській методичній системі визначено динаміку форм навчання – від колективної діяльності вчителя з учнями до роботи в парах, а потім до індивідуальної – самостійної. Доведено ефективність групової роботи на завершальних етапах, коли обчислювальні навички вже сформовані.

5. Розроблено методику формування обчислювальних навичок, яка реалізує етапи формування умінь застосовувати прийом обчислення: підготовка до введення нового прийому; ознайомлення з прийомом обчислення; закріплення і застосування умінь користуватися прийомом, що спрямовані на формування обчислювальних навичок. До кожного з цих етапів визначено

комплекс вимог до формування розумових дій за Л. Фрідманом, зазначено етапи формування розумової дії за П. Гальперінім, ураховано закономірності запам'ятовування навчального змісту, систематизовані Я. Грудьоновим. Третій етап – закріплення умінь застосовувати прийом обчислення, містить визначені дві стадії: 1) виконання всіх операцій, що становить прийом, і коментар до кожної з них; 2) часткове згортання виконання операцій. Четвертий етап – застосування умінь користуватися прийомом обчислення також містить дві стадії: 1) повне згортання операцій; 2) максимальне скорочення у виконанні операції. На останній стадії показано доцільність реалізації методики інтервального навчання Б. Оклі.

Можливості реалізації методики інтервального навчання продемонстровано шляхом об'єднання прийомів обчислення в межах кожної групи в підгрупи; інтервальність під час вивчення прийому певної підгрупи кожного з концентрів «Десяток», «Сотня», «Тисяча», «Мільйон» уможливило його реконструкцію, залежно від змінених умов або перенесення на нові випадки обчислення.

6. У процесі розробки методики формування обчислювальних навичок ураховано теорію укрупнення дидактичних одиниць під час навчання математики (П. Ерднієв, Б. Ерднієв), вимоги до форми і змісту завдань на кожному етапі формування розумової дії (Н. Тализіна) та запропоновано види обчислювальних вправ, які позитивно впливають на розвиток мозку (Р. Кавашима). Визначено підґрунтя для створення системи навчальних завдань, які передбачають: одночасне вивчення взаємообернених дій – додавання і віднімання, множення і ділення; розгляд прямих вправ, які передбачають знаходження результату арифметичної дії, та обернених – трансформованих, які передбачають відновлення пропущеного компонента арифметичної дії; подання неоднотипних вправ на перших етапах формування розумової дії і однотипних – на заключних етапах; дотримання відповідності форми подання вправ формі виконання розумової дії; вправи з лічби на одну або дві дії на час, у тому числі й закодовані – такі, у яких знаки арифметичних дій у виразах замінені певними позначками.

7. З метою доведення ефективності запропонованої методичної системи на початку формувального етапу дослідницько-експериментальної роботи обрано експериментальні (ЕГ) і контрольні (КГ) групи учнів. Вірогідність і достовірність отриманих результатів підтверджені в ході експериментальної роботи за допомогою методів математичної статистики (за допомогою χ^2 – критерію Пірсона).

Результати *формувального етапу* дослідно-експериментальної роботи, метою якого була реалізація авторської методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи із застосуванням нейрофізіологічного, діяльнісного, компетентнісного, особистісно зорієнтованого підходів, засвідчили, що показники рівнів сформованості обчислювальних навичок в учнів 4-го класу в експериментальній та контрольній групах відрізняються. Зокрема, у експериментальній групі низький рівень

сформованості на 2,4 % нижчий порівняно з контрольною групою. Середній рівень сформованості на 12,2% нижчий, аніж в контрольній групі. Однак достатній рівень сформованості обчислювальних навичок на 3,1 % вищий в експериментальній групі. Тенденція зростання відзначена і на високому рівні – він на 11,5 % в експериментальній групі вищий, аніж у контрольній, що свідчить про ефективність запропонованої методичної системи.

На *контрольно-оцінювальному етапі* дослідження встановлено, що зниження показників низького та середнього рівнів та збільшення показників достатнього та високого рівнів пояснюється тим, що в процесі формувального експерименту із застосуванням авторської методики учні експериментальної групи з низького рівня перейшли на середній, із середнього – на достатній, а кількість учнів, які перебували на достатньому та високому рівнях, доповнилась учнями нижчих рівнів.

Загалом результати дослідно-експериментальної роботи, проаналізовані й інтерпретовані за допомогою методів математичної статистики (критерію χ^2), свідчать про ефективність запропонованої методичної системи формування обчислювальних навичок учнів початкової школи.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми. Подальшими науковими пошуками можуть стати розробка на основі нейропсиходидактики математики сучасних методик формування окремих прийомів або груп прийомів обчислення як у певних концентрах, так і у курсі початкової математики в цілому, дослідження використання при формуванні обчислювальних навичок сучасних, зокрема електронних (цифрових), освітніх ресурсів та створення інноваційного навчально-методичного забезпечення, що враховуватиме запити освіти. Також являє інтерес аналіз з точки зору нейропсиходидактики математики нетрадиційних методик навчання обчисленням, їхнього впливу як на формування обчислювальних навичок, так і з точки зору впливу на розвиток мозку учня.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія

1. Романишин Р. Я. Теоретико-методичні засади формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи : монографія. Івано-Франківськ : ТЗОВ «ВГЦ «Просвіта», 2020. 424 с.

Підручник

2. Романишин Р. Я. Математика. Цілі невід’ємні числа. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2014. 196 с. (Гриф МОН – Лист № 1/11-8233 від 30 травня 2014).

Розділи монографій

3. Romanyshyn R. Didactic Fundamentals for Forming the Computing Component of the Subject Mathematical Competency in Primary School Children. *Information and technologies in the development of socio-economic systems : monograph.*

Katowicach Wydawnictwo Wyższej Szkoły Technicznej w Katowicach. Katowice, 2016. P. 105–111.

4. Skvortsova S., Romanyshyn R. Using formation of primary school learners' of online simulators for the computing skills. *Innovative Educational Technologies. Tools and Methods for E-learning Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska «E-learning»*. 12. Katowice–Cieszyn, 2020. P. 207–219.

Статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз

5. Skvortsova S., Romanyshyn R. The Computational Activity of Younger Students : Neuropsychological Approach. *Universal Journal of Educational Research*. 2019. №7(12). P. 2817–2829. DOI: 10.13189/ujer.2019.071232. URL: http://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=8534 (Scopus)

Статті в наукових фахових виданнях України

6. Романишин Р. Я. Лучків І. М. Впровадження технологічного підходу в процесі вивчення математики у початковій школі. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*. Серія : Педагогіка. 2006. № 2. С. 89–92.
7. Романишин Р. Я. Шляхи формування математичних компетентностей молодших школярів. *Вісник Прикарпатського університету*. Педагогіка. Вип. XXV. Івано-Франківськ : Плай, 2008. С. 346–353.
8. Романишин Р. Я., Мандзій О. І. Формування пізнавальних інтересів молодших школярів у процесі позакласної роботи з математики. *Джерела : науково-методичний вісник*. 2009. № 3-4 (59-60). С. 82–89.
9. Романишин Р. Я. Застосування технологічного підходу на уроках математики у початковій школі. *Психолого-педагогічні проблеми сільської школи : науковий збірник*. Вип. 37. Умань, 2011. С. 127–133.
10. Романишин Р. Я. Фахова компетентність вчителя і розвиток пізнавальних інтересів молодших школярів на уроках математики. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : науковий журнал*. Суми, 2011. С. 201–205.
11. Романишин Р. Я. Формування обчислювальних навичок молодших школярів на уроках математики. *Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету*. Педагогічні науки. Бердянськ : БДПУ, 2012. № 1. С. 265–271.
12. Романишин Р. Я. Реалізація компетентнісного підходу у навчанні молодших школярів у нових програмі та підручниках з математики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. Вип. 33 / редкол.: І. А. Зязюн (голова) та ін. Київ; Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2012. С. 125–129.*
13. Романишин Р. Я. Формування обчислювальних навичок молодших школярів в умовах реалізації нової програми з математики. *Вісник Черкаського університету*. Педагогічні науки. Черкаси, 2013. № 17 (270). С. 80–84.

14. Романишин Р. Я. Проблеми логіко-математичної підготовки дітей до школи у гірській місцевості. *Гірська школа Українських Карпат*. 2013. № 8–9. С. 125–127.
15. Романишин Р. Я. Підготовка вчителів початкових класів до розв'язування сюжетних задач на засадах компетентнісного підходу. *Вища освіта України : теор. та наук.-метод. часопис*. 2013. № 3 (50). Додаток 1 : Педагогіка вищої школи: методологія, теорія, технології. Т. 1. С. 305–308.
16. Романишин Р. Я. Визначення обчислювальної компетентності як ключової у документах європейського освітнього простору. *Проблеми сучасної педагогічної освіти* : зб. статей. Серія : Педагогіка і психологія. Ялта : РВВ КГУ, 2014. Вип. 43. Ч. 3. С. 196–204.
17. Романишин Р. Я. Обчислювальна компетентність у курикулярній теорії європейських держав. *Вісник Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника*. Педагогіка. Вип. LI. Івано-Франківськ, 2014. С. 33–37.
18. Romanyshyn R. Elementary Mathematics Education of Preschool Children in the Ukrainian Highlands. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*. 2014. Volume 1. Number 2, 3. P. 215–219.
19. Романишин Р. Я. Обчислювальне вміння та обчислювальна навичка: сутність та співвідношення понять. *Гірська школа Українських Карпат*. 2018. № 18. С. 55–61.
20. Романишин Р. Я. Обчислювальна діяльність: структура та функціональні частини. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. Суми, 2018. Вип. 1 (11). С. 35–41.
21. Романишин Р. Я. Нейропсихологічні основи обчислювальної діяльності учня початкової школи: теоретичний аспект. *Гірська школа Українських Карпат*. 2019. № 20. С. 116–120.
22. Романишин Р. Я. Прийоми обчислення в курсі математики початкової школи. *Освітні обрії*. 2020. № 1 (20). С. 84–88.
23. Романишин Р. Я. Властивості дій з обчислення та характеристики обчислювальної навички. *Гірська школа Українських Карпат*. 2020. № 22. С. 31–34.
24. Романишин Р. Я. Формування обчислювальної навички в учнів початкової школи в умовах розвивального навчання. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького*. Серія : Педагогічні науки : науковий журнал / рекомендовано до друку та поширення через мережу Інтернет Вченою радою Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького (протокол № 3 від 22.12.2020). 2020. № 4. С. 207–213.
25. Романишин Р. Я. Формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи в умовах нетрадиційних технологій навчання. *Молодь і ринок*. 2020. С. 72 – 79.

Статті в зарубіжних наукових періодичних виданнях

26. Романишин Р. Я. Формирование предметной математической компетентности у младших школьников на принципах аксиологического

- подхода. *Моделирование образовательной среды на основе аксиологического подхода* : международный сборник научных трудов : в 2-х ч. Ч. 2 / под общ. ред. М. И. Лукьяновой, Е. А. Лодатко. Черкассы; Ульяновск : УИПКПРО, 2014. С. 113–119.
27. Romanyshyn R. Problems of Logical-Mathematical Preparation of Children for School in the Highlands. *Wykształcenie i nauka bez granic – 2014* : materiały X Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji. Volume 17. Pedagogiczne nauki. Muzyka i życie: Przemysł. Nauka i studia. P. 13–17.
28. Романишин Р. Я. Обчислювальна культура молодших школярів як складова математичної культури. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. III (2), Issue: 45. Budapest, 2015. P. 46–49.
29. Романишин Р. Я. Формування обчислювальних навичок молодших школярів актуальна проблема початкової школи. *Perspective Trends in Scientific Research* : materials of International scientific and practical conference. Volume 2. Bratislava, 17–22 october 2015. Bratislava; Slovak Republik, 2015. P. 43–45.
30. Романишин Р. Я. Вычислительная культура личности с позиции ценностных ориентиров в образовании. Вычислительная культура личности с позиции ценностных ориентиров в образовании. *ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱԿԱՆՆ ԿՐԹՈՒԹՅՈՒՆ 4-ԸՂ ՉԻՏԱԺՈՂՈՎԻ ԾՐԱԳԻՐ* 14–15 հոկտեմբերի, 2016 թ. РА, Ереван, RA, Yerevan, 2016. С. 157–160.
31. Romanyshyn R. The need for defining the computing competency as a key one. *Journal Association 1901 «SEPIKE»* : Social Educational Project of Improving Knowledge in Economics. Edition 12. Poitiers, Frankfurt, Los Angeles: L'Association 1901 «SEPIKE», 2016. P. 55–58.
32. Romanyshyn R. The notion of «digit»: semiotic aspect. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. V (57), Issue: 129. Budapest, 2017. P. 37–40.
33. Романишин Р. Я. Вычислительная деятельность младших школьников в психологической теории деятельности. *Начальное образование: проблемы и решения* : сборник научных статей. Ч. 2. Наманган (Узбекистан), 2018. С. 56–63.
34. Skvortsova S., Romanyshyn R. Neuropsychological principles of computational activity of younger students. *Proceedings of the international conference MITAV Matematika, Informační Technologie a Aplikované Vědy*. Brno (Czech Republic), 2019. P. 88–101.
35. Романишин Р. Я. Вычислительная деятельность младшего школьника в контексте психологической теории деятельности. *Инновационные технологии обучения физико-математическим и профессионально-техническим дисциплинам = Innovative teaching techniques in physics, mathematics, vocational and mechanical training* : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., г. Мозырь, 5–6 марта 2020 г. : в 2-х ч. Ч. 1 / УО МГПУ им. И. П. Шамякина; редкол.: И. Н. Ковальчук (отв. ред.) и др. Мозырь (Белорусия) : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2020. С. 194–196.

Опубліковані праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації

36. Романишин Р. Я. Фахова компетентність вчителя і розвиток пізнавальних інтересів молодших школярів на уроках математики. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу* : матеріали Всеукраїнської дистанційної науково-методичної конференції з міжнародною участю. в 3-х т. Т. 1. м. Суми, 11 лютого 2011 р. Суми, 2011. С. 201–205.
37. Романишин Р. Я. Компетентнісний підхід у навчанні молодших школярів в умовах впровадження нової програми з математики. *Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики* : зб. наук. праць за матеріалами Міжнар. наук.-практ. коф., м. Вінниця, 26-27 квітня 2012 р. / М-во освіти, науки, молоді та спорту України, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського та ін. Вінниця : ВДПУ, 2012. С. 278–280.
38. Романишин Р. Я. Пріоритетність формування обчислювальних навичок молодших школярів у нових освітніх документах. *Проблеми математичної освіти* : матеріали Міжнародної науково-методичної конференції, м. Черкаси, 8–10 квітня 2013 р. Черкаси : видавець Чабаненко Ю., 2013. С. 95–96.
39. Романишин Р. Я. Обчислювальна компетентність молодших школярів як складова предметної математичної компетентності. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу* : матеріали Міжнародної дистанційної науково-методичної конференції, м. Суми, 20-21 березня 2014 р. : у 3-х ч. Ч. 1 / упорядн. О. С. Чашечникова. Суми : Видавничо-виробниче підприємство «Мрія», 2014. С. 58–60.
40. Романишин Р. Я. Формування обчислювальних умінь та навичок як психолого-педагогічна проблема. *Проблеми математичної освіти* : матеріали міжнародної науково-методичної конференції, м. Черкаси, 4–5 червня 2015 р. Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2015. С. 72–74.
41. Романишин Р. Я. Проблема наступності у формуванні обчислювальних навичок в учнів початкової та основної шкіль. *Реалізація наступності в математичній освіті: реалії та перспективи* : збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Харків, 15-16 вересня 2016 р. / Міністерство освіти і науки України, ДЗ «ПНПУ ім. К. Ушинського» та ін. Харків : Вид-во «Ранок», 2016. С. 34–37.
42. Романишин Р. Я. Психологічні особливості процесу формування обчислювальних навичок молодших школярів. *Актуальні питання практичної психології у координатах сучасних парадигм* : матеріали регіонального науково-практичного семінару, м. Коломия, 21-23 квітня 2016 р. / за ред. О. Поясик, О. Петрів, Г. Микитюк, І. Юрченко. Івано-Франківськ : НАІР, 2016. С. 67–71.
43. Романишин Р. Я. Формування обчислювальних навичок молодших школярів на засадах компетентнісного підходу. *Варіативність організаційних форм компетентнісно орієнтованого навчання у початковій школі* : матеріали

- Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Нікополь, 19 квітня 2016 р. / упор. А. Д. Цимбалару. Київ : Інститут педагогіки, 2016. С. 82–87.
44. Романишин Р. Я. Дидактичні засади формування поняття «число» у молодших школярів. *Глобальні виклики педагогічної освіти в університетському просторі* : матеріали III Міжнародного Конгресу, м. Одеса, 18-21 травня 2017 р. / ДЗ «ПНПУ імені К. Д. Ушинського». Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2017. С. 283–285.
45. Романишин Р. Я. Інтерпретація поняття «цифра» через призму семіотики. *Актуальні проблеми початкової школи в контексті освітньої реформи* : зб. наукових праць учасників міжнародної науково-практичної конференції, м. Коломия, 30 листопада 2017 р. / за заг. ред. О. І. Поясик, О. П. Петрів, В. В. Лаппо. Івано-Франківськ : НАІР, 2017. С. 133–138.
46. Романишин Р. Я. Обчислювальне вміння: сутність поняття. *Проблеми математичної освіти* : матеріали міжнародної науково-методичної конференції, м. Черкаси, 26-28 жовтня 2017 р. Черкаси : Вид. ФОП Гордієнко Є. І., 2017. С. 80–81.
47. Романишин Р. Я. Проблеми у формуванні обчислювальної навички в молодшому шкільному віці, викликані дискалькулією. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу* : матеріали III Міжнародної науково-методичної конференції, м. Суми, 8-9 листопада 2018 р. : у 2-х т. Т.1 / упоряд. О. С. Чашечнікова. Суми : ФОП Цьома Ч.С.П., 2018. С. 230–231.
48. Романишин Р. Я. Співвідношення понять обчислювальне вміння та обчислювальна навичка. *Підготовка сучасного педагога дошкільної та початкової освіти в умовах розбудови Нової української школи* : збірник матеріалів Всеукраїнської з міжнародною участю науково-практичної конференції, 2018 р. Херсон : ТОВ «Борисфен-про», 2018. С. 204–207.
49. Романишин Р. Я. Нейрофізіологічні основи обчислювальної діяльності учня початкової школи. *Проблеми математичної освіти* : матеріали міжнародної науково-методичної конференції, м. Черкаси, 11-12 квітня 2019 р. Черкаси : Вид. ФОП Гордієнко Є. І., 2019. С. 95–96.
50. Романишин Р. Я. Порушення в обчислювальній діяльності у дітей молодшого шкільного віку та можливості її корекції. *Інноваційні рішення у початковій школі: досвід впровадження концепції НУШ* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф., м. Полтава, 27-28 листопада 2019 р. / Полтав. нац. пед. ун-т ім. В. Г. Короленка; Інститут педагогіки НАПН України. Полтава : ПНПУ ім. В. Г. Короленка. Київ : Педагогічна думка, 2019. С. 23–27.
51. Романишин Р. Я. Проблеми в обчислювальній діяльності молодших школярів: причини та шляхи подолання. *Наступність у навчанні математики в умовах реформи загальної середньої освіти: реалії та перспективи* : збірник наукових праць за матеріалами Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Харків, 20-21 вересня 2019 р. /

- Міністерство освіти і науки України, ДЗ «ПНПУ імені К. Д. Ушинського» та ін. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. С. 54–56.
52. Романишин Р. Я. Використання знаково-символічних засобів в організації обчислювальної діяльності молодших школярів. *Матеріали звітної наукової веб-конференції викладачів, докторантів, аспірантів університету за 2019 рік ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»*, м. Івано-Франківськ, 6-8 квітня 2020 р. Івано-Франківськ, 2020. С. 195–197.
53. Романишин Р. Я. Методика формування обчислювальних навичок учнів початкової школи із врахуванням нейрофізіологічних особливостей учнів 6-10 років. *Монтессорі-педагогіка: історія, теорія, перспективи розвитку* (до 150-річчя від дня народження М. Монтессорі) : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Херсон, 29 жовтня 2020 р. / за ред. І. Я. Жорової, Т. В. Комінарець, Т. Г. Чикалової : у 2-х ч. Ч. І. Херсон : КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2020. С. 289–293.
54. Романишин Р. Я. Обчислювальна діяльність молодших школярів за трьома типами навчання: психологічний аспект. *Неперервна освіта нового сторіччя: досягнення та перспективи* : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, м. Запоріжжя, 12-18 травня 2020 р. Запоріжжя, 2020. № 2(39). URL: https://www.zoippo.zp.ua/pages/e1_gurnal/pages/vip39.html.
55. Романишин Р. Я. Орієнтувальна основа обчислювальної діяльності: психологічний аспект. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу* : матеріали III Міжнародної дистанційної науково-методичної конференції, м. Суми, квітень-травень 2020 р. / упоряд. О. С. Чашечникова. Суми : ФОП Цьома С. П., 2020. С. 176–178.

Праці, що додатково відображають наукові результати дисертації

56. Романишин Р. Я. Особливості підготовки дітей до школи у гірській місцевості. Карпати-Аппалачі: формування особистості в контексті сталого розвитку гірських регіонів : матеріали II Міжнародної спільної українсько-американської науково-практичної конференції, м. Івано-Франківськ, 24-26 вересня 2013 р. / гол. ред. В. Д. Хрущ. Івано-Франківськ : НАІР, 2013. С. 171–173.
57. Романишин Р. Я. Розвиток математичного мислення молодших школярів у контексті педагогічної спадщини В. О. Сухомлинського. *Актуальні проблеми вивчення педагогічної спадщини В. О. Сухомлинського* : зб. наук. праць / за ред. Г. С. Тарасенко, О. І. Поясик та ін. Івано-Франківськ : НАІР, 2013. С. 206–210.
58. Романишин Р. Я. Підготовка майбутнього вчителя початкових класів до формування обчислювальних навичок у молодших школярів. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : зб. наук. пр. Вип. 43. Київ; Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2015. С. 424–427.

АНОТАЦІЇ

Романишин Р. Я. Методична система формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук зі спеціальності 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). – Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького МОН України, Черкаси, 2020.

У дисертації запропоновано авторську методичну систему формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи. Здійснено аналіз основних понять наукового дослідження та подано їх інтерпретацію. Досліджено поняття «обчислювальне вміння» та «обчислювальна навичка», подано класифікацію обчислювальних умінь. Розглянуто обчислювальну діяльність та її структуру в контексті загальної теорії діяльності, орієнтувальну основу обчислювальної діяльності та прийом обчислення, класифікацію прийомів обчислення, особливості застосування різних прийомів для окремих випадків обчислення, динаміку вивчення прийомів обчислення в початковому курсі математики. Досліджено нейрофізіологічні та психологічні передумови набуття обчислювальних навичок учнями початкової школи. Установлено, що обчислення належить до вищих психічних функцій, визначено комплекс зон мозку, які впливають на якість обчислювальної діяльності й ураження яких призводить до порушення обчислювальної діяльності. У процесі визначення можливих труднощів у навчанні розглянуто таке порушення, яке має нейропсихологічне підґрунтя – дискалькулію – та встановлено шляхи її корекції. На засадах психологічного, нейропсихологічного та діяльнісного підходів розроблено авторську методичну систему обчислювальних навичок в учнів початкової школи, визначено її мету, зміст, методи, форми й засоби навчання. Теоретичним підґрунтям авторської методичної системи є теорія діяльності, нейрофізіологічні особливості нейронного та функціонального розвитку мозку дітей, нейрофізіологічні засади обчислювальної діяльності та методика відновлювального навчання О. Лурії при виявленні відхилень у нормальному перебігу процесу обчислення в учнів початкової школи, закономірності формування розумових дій, які забезпечують високу ефективність формування умінь і навичок Л. Фрідмана, теорія планомірно-поетапного формування розумових дій і понять П. Гальперіна та методика інтервального навчання Б. Оклі.

Експериментально перевірено ефективність розробленої методичної системи формування обчислювальних навичок в учнів початкової школи та доведено доцільність її застосування.

Ключові слова: методична система, обчислювальна діяльність, обчислювальна навичка, обчислювальне вміння, обчислювальний прийом, дискалькулія, інтервальне навчання.

Романишин Р.Я. Методическая система формирования вычислительных навыков в учащихся начальной школы. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора педагогических наук по специальности 13.00.02 – теория и методика обучения (математика). – Черкасский национальный университет имени Богдана Хмельницкого МОН Украины, Черкассы, 2020.

В диссертации представлена авторская методическая система формирования вычислительных навыков в учащихся начальной школы. Осуществлен анализ основных понятий научного исследования и представлена их интерпретация. Исследовано понятие «вычислительное умение» и «вычислительный навык», представлена классификация вычислительных умений. Рассмотрены вычислительная деятельность и ее структура в контексте общей теории деятельности, ориентировочная основа вычислительной деятельности и приемы вычисления, классификация приемов вычисления, особенности применения различных приемов для отдельных случаев вычисления, динамика изучения приемов вычисления в начальном курсе математики. Исследованы нейрофизиологические и психологические предпосылки приобретения вычислительных навыков учащихся начальной школы. Установлено, что вычисление принадлежит к высшим психическим функциям, определен комплекс зон мозга, которые влияют на качество вычислительной деятельности и поражения которых приводит к нарушению вычислительной деятельности. При определении возможных трудностей в обучении рассмотрено такое нарушение, которое имеет нейропсихологическую основу – дискалькулию, и установлены пути ее коррекции. На основе психологического, нейропсихологического и деятельностного подходов разработана авторская методическая система вычислительных навыков у учащихся начальной школы, определены ее цели, содержание, методы, формы и средства обучения. Теоретической основой методической системы является теория деятельности, нейрофизиологические особенности нейронного и функционального развития мозга детей, нейрофизиологические основы вычислительной деятельности и методика восстанавливающего обучения А. Лурии при отклонениях в нормальном течении процесса вычисления у детей, закономерности формирования умственных действий, обеспечивающие высокую эффективность формирования умений и навыков Л. Фридмана, теория планомерно-поэтапного формирования умственных действий и понятий П. Гальперина и методика интервального обучения Б. Окли.

Экспериментально проверена эффективность разработанной методической системы формирования вычислительных навыков у учащихся начальной школы и доказана целесообразность ее применения.

Ключевые слова: методическая система, вычислительная деятельность, вычислительный навык, вычислительное умение, вычислительный прием, дискалькулия, интервальное обучение.

Romanyshyn R.Ya. Methodical System of Forming Computing Skills in Primary School Students. – Qualification scientific work on the rights of manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences in specialty 13.00.02 – Theory and Methods of Teaching (Mathematics). – Bohdan Khmelnytsky Cherkasy National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Cherkasy, 2020.

The dissertation presents an author's methodical system of forming computing skills in primary school students. The analysis of the basic concepts of scientific research is carried out and their interpretation is given. The concepts of «computing sub-skills» and «computing skills» are studied, and the classification of computing skills is given. The paper differentiates the concepts of computing sub-skills and computing skills, given that not for all cases of calculation, methods of action can be automated and mastered at the skill level. In the scientific work, the computational activity (and its structure) is studied in the context of general theory of activity. The research considers approximate basis of computational activity and method of calculation, classification of calculation methods, features of application of various methods for separate cases of calculation, and the dynamics of studying calculation methods in the initial course of mathematics. Based on the properties of mental actions, the features of a full-fledged computing skill are determined. In addition, on this basis, the criteria for the formation of computing (sub) skill are worked out (form of action performance, measure of independence, correctness, reasonableness, awareness, automation, deployment, criticality, rationality, generalization and strength) and the levels of skill formation are characterized (initial, intermediate, sufficient and high).

Given the fact that the basis of all cognitive processes is the human brain, we studied the age characteristics of neural and functional development of the brain, which affect the quality of computational activities of primary school children. It is established that in the process of child development and as a result of performing tasks the functional structure of the process changes and the formation of computational activities in the following stages can be based on another system of zones that work together. In identifying possible learning difficulties, a disorder that has a neuropsychological basis – dyscalculia – was considered and ways to correct it were identified. It is shown that for the formation of computing skills with the desired qualities it is necessary to follow the psychological and didactic laws and requirements for the process of mental actions formation. This is possible under the conditions of building a methodical system based on the theory of systematic and gradual formation of mental actions and concepts of P. Halperin in compliance with the requirements for the mental actions formation of L. Friedman. These include completeness of the orienting basis of mental actions; awareness and fullness of skills; stretching of the process of skills formation, and systematic elaboration of each sub-skill or skill. It is also based on the the method of interval learning of B. Oakley, which takes into account the patterns of memorization of educational material, generalized by Ya. Grudionov.

The analysis of non-traditional approaches to the formation of computing skills (mental arithmetic, eidetics, and mnemonics), their positive impact on this process and

their shortcomings are identified. Based on the analysis of psychological patterns of mathematical concepts, skills, and abilities formation, it was found that the process of repetition through various activities that lead to a certain reconstruction of the material is more effective than its repetition in the same form. In addition, the transfer of information from short-term memory to long-term memory is carried out over a period and to speed it up, it is advisable to use the technique of stretched repetition, which is called interval. On the basis of psychological, neuropsychological, and activity approaches the methodical system of computing skills formation in younger school children is developed, its purpose, maintenance, methods, forms and means of training are defined.

On this basis, a methodology for the formation of computational techniques and computing skills as the highest degree of mastery of computational techniques has been developed, which provides for three stages: preparation for the introduction of a new technique; acquaintance with the method of calculation; consolidation of reception and formation of computing skills. Moreover, at each of these stages the requirements of L. Friedman are determined, which should be followed, the corresponding stages of formation of mental actions according to P. Halperin are clarified with the indicated moments to the content and form of presentation of tasks by N. Talyzina, which should be taken into account. At the final stage, the stages of forming computing skills as the highest degree of mastering the technique of calculation are established and emphasis is placed on taking into account the laws of memorization and implementation of the method of interval learning of B. Oakley. Combining computational techniques within each group according to the author's classification into subgroups makes it possible to demonstrate the interval in the study of a particular technique and the possibility of its reconstruction, depending on the changed conditions.

The efficiency of the developed methodical system of forming computing skills in primary school students is experimentally checked and the expediency of its application is proved.

Key words: methodical system, computational activity, computing sub-skill, computing skill, computational technique, dyscalculia, interval learning.