

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА

БАБІЙЧУК СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА

УДК 373.5.016:004:[629.78:55]:001.32(477)МАН](043.3)

**ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ
ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ
З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ
В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ**

13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки

РЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук



Київ – 2024

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова, Міністерство освіти і науки України.

Науковий консультант: доктор фізико-математичних наук, професор, академік НАН України, академік НАПН України
ДОВГИЙ Станіслав Олексійович,
завідувач відділу фізичного і математичного моделювання Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України.

Офіційні опоненти: доктор педагогічних наук, професор
ШПАК Валентина Павлівна,
професор кафедри початкової освіти Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького;

доктор педагогічних наук, професор,
КУЧАЙ Тетяна Петрівна,
професор кафедри педагогіки, психології, початкової, дошкільної освіти та управління закладами освіти Закарпатського угорського інституту ім. Ференца Ракоці ІІ;

доктор педагогічних наук, професор,
БЛИЗНЮК Микола Миколайович,
професор кафедри професійної освіти, дизайну та безпеки життєдіяльності Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка

Захист дисертації відбудеться «4» липня 2024 року об 10⁰⁰ год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.053.01 в Українському державному університеті імені Михайла Драгоманова за адресою: вул. Пирогова, 9, м. Київ -30, 01601.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (вул. Пирогова, 9, м. Київ-30, 01601) та на сайті університету <http://www.udu.edu.ua>.

Реферат оприлюднено «14» червня 2024 року.

**Учений секретар
спеціалізованої вченої ради**



Наталія ТИТОВА

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Використання технологій дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ) в освітньому процесі Малої академії наук України (далі – МАНУ) поступово стає органічним компонентом формування дослідницької компетентності учня під час вивчення наук про Землю, зокрема, як інструмент для збору, систематизації, обробки, аналізу та відображення геоданих. У час війни актуальність використання супутникових знімків загострилася, оскільки ці дані є джерелом первинної інформації про стан навколишнього середовища територій, які недоступні для польових розвідок (тимчасово-окуповані, заміновані, наближені до лінії фронту тощо).

Тенденції до впровадження інформаційних технологій (далі – ІТ) в освітній процес відображаються у державних правових документах, що стосуються освітньої діяльності, зокрема: у Законі України «Про освіту» (2017), Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, Концепції розвитку освіти України на період 2015 – 2025 років (2014), Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (2020), Проекту Концепції позашкільної освіти в умовах воєнного стану (2023). У законах, положеннях та наказах Міністерства освіти і науки України, які регламентують діяльність роботи Малої академії наук України, зокрема: Закон України «Про позашкільну освіту» (2021), Положення про малу академію наук учнівської молоді (2006), Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Правил проведення Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України» (2021). У міжнародних правових документах, зокрема: Цілях сталого розвитку ООН (2015), Порядку денному у сфері сталого розвитку до 2030 року від ООН, Декларації про науку і використання наукових знань та Науковий порядок денний: Рамкова програма дій, що була представлена на 30 Генеральній Конференції ЮНЕСКО (1999), Декларації про «Майбутнє освіти в галузі наук про Землю та космос», яка схвалена Міжнародним союзом геодезії та геофізики (з англ. – IUGG) Міжнародною картографічною асоціацією, Міжнародним географічним союзом, Міжнародним товариством фотограмметрії та дистанційного зондування (з англ. – ISPRS) та іншими організаціями; Звіти Всеєвропейської академії наук.

Важливим етапом у нашому дослідженні були результати 39-ї сесії Генеральної конференції ЮНЕСКО (2018), де МАНУ отримала статус Центру ЮНЕСКО 2-ої категорії. Це підсилило роль організації як освітньої платформи, яка надає ресурси та можливості для розвитку освіти через впровадження ІТ, просуванні інноваційних методик та інструментів наукової практики в Україні й країнах Східної Європи, а також у країнах Африки, Близького Сходу та Центральної Америки. Передумовою отримання цього статусу була багаторічна робота з організації, масштабування та популяризації дослідницької діяльності серед учнів у нашій країні і за кордоном, зокрема, через розробку, апробацію методик, впровадження ІТ в освітній процес, організацію конкурсів, конференцій, симпозіумів, літніх шкіл тощо. Ще одним важливим етапом міжнародного визнання в напрямку

впровадження технологій ДЗЗ є включення у 2018 році Національного центру «МАН України» до програми Академія Копернікус (з англ. – Copernicus Academy) – програма реалізується в рамках Європейської Космічної стратегії та підтримується Європейською Комісією і Європейським космічним агентством.

Впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі (далі – ІОС з основ ДЗЗ) в МАНУ базується на освітній концепції наукової освіти. Ми визначаємо її як освітню концепцію, націлену на синергію освіти і науки, що базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. Засобами такого освітнього процесу є застосування сукупності наукових методів у процесі дослідження з метою здобуття нових знань, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу, враховуючи вікові та індивідуальні особливості учня. Визначено три цільові групи дослідження: учні МАНУ, педагоги МАНУ та науково-педагогічні працівники МАНУ.

У роботі використано:

– положення філософських концепцій українських учених щодо функціонування та розвитку освітніх систем (В. Андрущенко, С. Гончаренко, С. Довгий, В. Кремень, В. Огнев'юк, С. Сисоєва, О. Савченко, Н. Дем'яненко, С. Терепищій та ін.);

– концептуальні положення загальної педагогіки та історії педагогіки (О. Локшина, Л. Березівська, В. Шпак, Т. Кучай, М. Близнюк, Л. Ваховський, Н. Гупан, А. Бойко, Н. Дем'яненко, Н. Дічек, О. Матвієнко, С. Лобода, О. Биковська, О. Петренко, Г. Падалка, Н. Побірченко, О. Пометун, С. Кушнірук, О. Фізеші, М. Чумак, Н. Сейко, О. Сухомлинська, М. Ярмаченко, О. Кравченко, О. Глазунова та інші);

– концепція наукової освіти, як спосіб системного впливу на якість освітнього процесу (В. Вернадський, Дж. Дьюї, Ж. Шарпак, П. Лена, Л. Ледерман, С. Довгий, Л. Гриневич, Н. Морзе, Ю. Гоцуляк, М. Гальченко, Н. Поліхун, В. Небрат, Д. Свириденко, І. Сліпучіна, І. Чернецький та інші);

– застосування даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі (С. Довгий, О. Нестеренко, Т. Курач, Г. Байрак, С. Кохан, С. Булигін, Л. Даценко, В. Остроух, В. Удовиченко, О. Томченко, Т. Кучма, О. Король, Т. Євсюков та інші).

Водночас державне та міжнародне визнання досягнень МАНУ в розвитку інноваційних методик, впровадження ІТ в освітній процес, створення умов для залучення учнів до дослідницької діяльності і теоретичне обґрунтування практичної реалізації цих умов виявляє ряд прогалин, зокрема у загальній педагогіці, оскільки немає цілісного й системного дослідження, яке би теоретично висвітлювало етапи, компоненти та історію впровадження нових напрямків дослідницької діяльності в МАНУ від рівня ідеї до створення цілої спільноти. В нашій роботі ми описуємо цей процес на прикладі впровадження ІОС з основ ДЗЗ, що стало пусковим механізмом для створення лабораторії «ГІС та ДЗЗ» у Національному центрі «Мала академія

наук України» та мережі секцій «ГІС та ДЗЗ», які сьогодні працюють у 14 її територіальних відділеннях.

Актуальність дослідження зумовлена низкою суперечностей, зокрема:

1. між запитом суспільства на використання ІТ, зокрема ДЗЗ в природничо-наукових дисциплінах позашкілля і недостатнім рівнем теоретичного обґрунтування та практичного впровадження цих технологій в освітній процес;
2. між запитом освітянської спільноти МАНУ до використання ІТ, зокрема технологій ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів та рівнем розробленості навчально-методичних матеріалів;
3. між готовністю та зацікавленістю учнів досліджувати процеси та явища на земній поверхні за допомогою даних ДЗЗ та рівнем організації такої освітньої діяльності в МАНУ.

Актуальність, необхідність та об'єктивний запит, щодо вирішення окресленої проблеми зумовили вибір нашої теми – «Теорія і практика впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження виконано відповідно до тематичних планів наукових досліджень Українського державного університету імені Михайла Драгоманова «Відповідальне громадянство через наукову освіту: соціокультурні механізми реалізації в Україні» (Номер державної реєстрації 0122U600049) та Національного центру «МАН України» «Створення когнітивної інформаційно-аналітичної системи оцінювання рівня інтелектуального потенціалу учня» (Номер державної реєстрації 0122U002189).

Мета дослідження полягає у науковому обґрунтуванні теоретичних засад та результатів практичного впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України.

Для досягнення мети дослідження визначено основні **завдання**:

1. здійснити теоретичний аналіз поняттєво-термінологічного апарату проблеми впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес у психолого-педагогічній, науково-методичній літературі, обґрунтувати ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукову інновацію;
2. визначити смислове поле термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація»;
3. обґрунтувати теоретичний базис: сутність, зміст і зв'язки-залежності ІОС з основ ДЗЗ;
4. окреслити технологію практичної реалізації ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ;
5. визначити організаційно-педагогічні умови впровадження ІОС з основ ДЗЗ;
6. обґрунтувати модель інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ;

7. практично перевірити ефективність впровадження моделі в систему МАНУ за етапами освітньо-наукової інновації.

Об'єктом дослідження є освітній процес Малої академії наук України.

Предметом дослідження є впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України як окремий науковий напрям природничих дисциплін.

Концепція дослідження. Окреслюється концептуальними ідеями, які належать до методологічного, теоретичного й практичного блоків.

Методологічний концепт передбачав звернення до: загальнонаукових ідей і положень щодо цілісності й взаємодії елементів та процесів в освітніх системах; підходів, з-поміж яких фундаментальними для дослідження стали:

- інтеграційний (обґрунтування доцільності введення в науковий обіг поняття «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі»);
- системний (поєднання структурних компонентів ІОС з основ ДЗЗ в цілісну систему); - міждисциплінарний (використання технологій ДЗЗ як інструментарію для міждисциплінарних досліджень, оскільки дані ДЗЗ є першоджерелом інформації про стан навколишнього середовища, що є об'єктом дослідження багатьох наук);
- діяльнісний (освітній процес має бути спроектований таким чином, щоб у його основі було отримання нових знань учнем через дію: пошук, дослід, дослідницьку діяльність, аби здобуття учнем нових знань відбувався через власний досвід);
- компетентнісний (використання технологій ГІС та ДЗЗ в дослідницькій діяльності учнів впливає на формування їх дослідницької компетентності, а також на формування в учнів компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, інформаційно-комунікаційної та екологічної компетентності).

Теоретичний концепт визначається науковим апаратом дослідження, що містить низку філософських, психолого-педагогічних і методичних понять та дефініцій («інновація», «освітня система», «використання ІТ в освітньому процесі», «дослідницька діяльність» тощо), які зумовлюють розуміння сутності та змісту ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукової інновації; визначення передумов та умов впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ; характеризується теоретичним обґрунтуванням структури авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ.

Практичний концепт передбачає перевірку ефективності впровадження авторської моделі інформаційно-освітньої системи з основ ДЗЗ до застосування технологій ДЗЗ через педагогічний експеримент, який був організований серед учнів та педагогів МАНУ.

Методи дослідження. Для досягнення зазначеної мети, завдань та перевірки гіпотези дослідження, було використано:

- теоретичні методи (теоретичний аналіз наукових джерел з метою визначення стану, місця та ролі технологій ДЗЗ в освітньому процесі закладів загальної

середньої та позашкільної освіти; термінологічний метод використано для уточнення смислового поля головних дефініцій дослідження – «інформаційно-освітня система», «ІОС з основ ДЗЗ» та «освітньо-наукова інновація»; порівняння, зіставлення та узагальнення міжнародного та українського досвіду впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес; систематизація – обґрунтування структурних компонентів та зв'язків-залежностей в ІОС з основ ДЗЗ; моделювання – створення моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ – «ІОС з основ ДЗЗ»).

- емпіричні методи (спостереження за освітнім процесом та дослідницькою діяльністю учнів МАНУ; анкетування, бесіди, інтерв'ю для визначення динаміки формування дослідницької компетентності учнів та тенденції професійного зростання педагогічних працівників МАНУ; педагогічний експеримент серед учнів та педагогів МАНУ для перевірки ефективності впровадження авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ).
- методи математичної статистики (кількісний та якісний аналіз результатів експериментальних досліджень серед учнів та освітян МАНУ; статистичні методи оброблення (критерій Стьюдента) і порівняння результатів кількісного та якісного аналізу здобутих даних).

Організація дослідження. Дослідження проводилося протягом 2017–2023 років і охоплювало три етапи:

На першому етапі (2017–2018 роки) – зародження ідеї, було опрацьовано літературні джерела для визначення сучасного стану предмету дослідження та обґрунтування актуальності дослідження; визначено об'єкт, предмет, мету та завдання дослідження; сформульовано гіпотезу; окреслено теоретико-методологічний базис дослідження; класифіковано провідні підходи дослідження; визначено категоріально-поняттєвий апарат.

На другому етапі (2018–2019 роки) – теоретичне обґрунтування, апробаційний етап та аналіз його результатів, розробка авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ. На цьому етапі було окреслено смислові поля термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація»; означені ролі наукового методу в аналізі геоданих – як інструментарію пошуку та перевірки інформації; визначені передумови, умови, процесуальний та технічний базис організації роботи секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ.

На третьому етапі (2019–2023 роки) – практичне впровадження авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ. Здійснено педагогічне дослідження через етапи впровадження інформаційно-наукової інновації в діяльність лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «МАН України»

та мережу секцій «ГІС та ДЗЗ» її територіальних відділень; розроблено методику «Основи дистанційного зондування Землі», яка складається з рівнів: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine»; започатковано щорічні курси для освітян за кожним з рівнів; організовано щорічні Всеукраїнські конкурси «Екопогляд» та «Save Спадок» та освітній проєкт Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ; організовано щорічні міжнародні проєкти: Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ та Міжнародні курси для освітян з основ ДЗЗ; проведено якісний і кількісний аналіз результатів дослідження; окреслено необхідні корективи в змістовий компонент методичних матеріалів; визначено перспективи дослідження; узагальнено результати та сформульовано висновки.

Основні положення та результати дослідження **впроваджено** в освітній процес Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (довідка від 11 квітня 2024 року № 249), Київського національного університету будівництва і архітектури (довідка від 9 березня 2024 року № 14-1.9/442), Київського національного університету імені Тараса Шевченка (довідка від 18 квітня 2024 року № 050/119-30), Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (довідка від 27 червня 2023 року № 01-10/1234), Львівського національного університету імені Івана Франка (довідка від 15 квітня 2024 року № 1089-Н).

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що:

- *вперше*: теоретично обґрунтовано ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукову інновацію; *розроблено* модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ; *розроблено* модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, окреслено зв'язки-залежності в ній; досліджено ефективність моделі впровадження ІОС з основ ДЗЗ у МАНУ через етапи впровадження інновації; запропоновано авторське визначення термінів «інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі», «освітньо-наукова інновація» та «наукова освіта»; визначено та обґрунтовано засоби, форми та методи застосування технологій ГІС та ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів МАНУ; розроблено, впроваджено і апробовано трирівневу методику «Основи Дистанційного зондування Землі» (посібники, робочі зошити, навчальні програми, відеокурси, методичні рекомендації тощо) для методичної підтримки освітнього процесу секцій «ГІС та ДЗЗ» територіальних відділень МАНУ; організовано щорічні заходи освітнього та конкурсного характеру для учнів та педагогів МАНУ з напрямку використання технологій ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ; створено лабораторію «ГІС та ДЗЗ» в структурі Національного центру «МАН України» та мережу секцій «ГІС та ДЗЗ» у 14 територіальних відділеннях МАНУ.

- *удосконалено*: розуміння ролі інформаційних технологій в дослідницькій діяльності учня; смислові поля понять «дослідницька діяльність», «дослідна діяльність», «пошукова діяльність» та «проєктна діяльність»; конкретизовано розуміння терміну навички 4К;

- *подальшого розвитку* набули положення щодо використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі позашкілля, зокрема в Малій академії наук України та роль інформаційних технологій у дослідницькій діяльності учнів.

Практичне значення дослідження полягає у тому, що:

- розроблено й апробовано програми з позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрямку: «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (zareєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0013-2023), «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» (zareєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0027-2023); «Дистанційне зондування Землі» (zareєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0089-2023);

- укладено навчальні посібники: «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України, лист від 24.05.19 р. №1/11–4919); «Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України», протокол № 3 від 15 жовтня 2020 р.); «Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України», протокол № 4 від 27 вересня 2023 р.);

- укладено робочі зошити: «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України», протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.); «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 2. Аналіз космічних знімків в ГІС» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України» протокол № 2 від 16 червня 2021 р.); «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України» протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.);

- укладено умови і започатковано щорічні Всеукраїнські конкурси «Екопогляд» та «Save Спадок»;

- розроблено та оприлюднено відеокурси: «Дистанційне зондування Землі: практикум» та «Екопогляд»: супутникові дані у дослідженні природи»;

- підготовлено методичні рекомендації для вчителів та дидактичні матеріали для учнів, щодо застосування технологій ГІС та ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів.

Особистий внесок дисертантки, щодо отриманих результатів дослідження, поданих у співавторстві, представлено: у розділі монографії про теоретичні аспекти застосування інформаційних технологій у дослідницькій діяльності старшокласників [1]; у розділі монографії про інтерпретацію (дешифрування) та аналіз супутникових знімків [2]; у статтях, які присвячені створенню інноваційної освітньої методики «Основи дистанційного зондування Землі» в МАНУ [18];

визначенню та опису результатів застосуваннями супутникових знімків у дослідницьких роботах учнями МАНУ [21]; визначенню результатів професійного зростання педагогів, які взяли участь у курсах для освітян [22]; обґрунтуванню ролі інформаційних технологій в науковій освіті в умовах індустрії 4.0 [23]; визначенню та систематизації результатів учнівських досліджень, поданих на Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд» [24]; обґрунтуванню ролі технологій ДЗЗ у дослідницькій діяльності учасників Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ [25]; формуванню кліматичної грамотності учнів через використання технологій ДЗЗ [26]; визначенню та аналізі результативності курсів для освітян за програмою «Основи ДЗЗ» [27]; обґрунтуванню можливостей використання хмарного сервісу EO Browser в умовах освітнього процесу МАНУ [30]; у працях, в яких автором розкрито фізичні основи функціонування технологій ДЗЗ [31]; встановлено можливості використання технологій ГІС в освітній діяльності закладів освіти [32]; описано функціональні можливості використання ресурсу Google Earth Engine в освітній та дослідницькій діяльності [33]; розроблено навчально-тематичний план та зміст програм [34], [35], [36]; описано та спроектовано можливості використання даних ДЗЗ для дослідження надзвичайних ситуацій [37]; розкрито можливості використання даних ДЗЗ для дослідження вулканічної активності та наслідків глобальних змін клімату [38]; змодельовано можливості дослідження вегетаційних процесів з використанням ГІС технологій [39]; обґрунтовано та описано приклади дослідження вегетаційних індексів тимчасово окупованих територій в середовищі Google Earth Engine [40]; визначено ролі технологій ГІС та ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів Київської МАНУ [41]; аргументовано результати дослідницьких проєктів учасників курсів для освітян [42]; розкрито місце та роль даних ДЗЗ у формуванні кліматичної грамотності учнів МАНУ [43]; укладено зміст розділу «Освітній курс «Основи дистанційного зондування Землі» та Паспорт Міжнародної літньої школи з основ дистанційного зондування Землі лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного Центру «Мала академія наук України» [44]; описано приклад використання технологій ДЗЗ для моніторингу театру бойових дій на околицях столиці у лютому-березні 2022 року, забруднення атмосферного повітря в наслідок обстрілів нафтобази у місті Чернігів у березні 2022 року та наслідки підриву дамби Каховського водосховища у червні 2023 року [45].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дослідження доповідалися й обговорювалися на міжкафедральних семінарах, щорічних звітно-наукових конференціях Українського державного університету імені Михайла Драгоманова у 2017-2024 роках, а також оприлюднені та обговорені на наукових, науково-практичних та науково-методичних конференціях різних рівнів, зокрема:

- *міжнародних*: Генеральній асамблеї Європейського геонаукового союзу 2021 року (General Assembly of European Geosciences Union 2021) (онлайн, 2021); 41-ому симпозиумі Європейської асоціації лабораторій дистанційного зондування (41st Symposium of The European Association of Remote Sensing Laboratories) (Кіпр, 2022); Міжнародній конференції молодих професіоналів «GeoTerrace-2023» (International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023») (онлайн, 2023);

Генеральній асамблеї Європейського геонаукового союзу 2024 року (General Assembly of European Geosciences Union 2024) (Відень 2024);

- *всеукраїнських*: III Міжнародній науково-практичній конференції «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку» (Київ, 2017); Всеукраїнському науково-практичному семінарі «Феномен нового вчителя в системі професійної підготовки освітянина» (Київ, 2017); Другому Всеукраїнському відкритому науково-практичному онлайн-форумі «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії» (Київ, 2020); Круглому столі «Оновлення та стандартизація методичної бази системи Малої академії наук України» (Київ, 2021); Міжнародній онлайн-конференції проєкту «Зміни педагогічних факультетів для XXI століття» (онлайн, 2021); семінарі-практикумі «Місце та роль геоданих у сучасному освітньому процесі» (Львів, 2023); I, II та III Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Обдаровані діти – скарб нації» (Київ, 2021, 2022, 2023); II та III Всеукраїнській науково-практичній онлайн-конференції «Інноваційні практики наукової освіти» (Київ, 2022, 2023); V Всеукраїнському відкритому науково-практичному онлайн-форумі «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії» (Київ, 2023).

Методичні матеріали впроваджені в курс «Технології ГІС та ДЗЗ в науковій освіті», який розроблений для магістрів кафедри ЮНЕСКО з наукової освіти Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.

Частина результатів дисертаційного дослідження увійшли до праці за темою «Наукова освіта на засадах цифровізації суспільства. Теорія і практика», яка була удостоєна премії Президента України для молодих вчених 2021 року (Указ Президента України №659/2021).

Кандидатська дисертація на тему «Дидактичні умови застосування геоінформаційних систем у дослідницькій діяльності старшокласників» за спеціальністю 13.00.09 – теорія навчання, захищена 2017 року в Інституті педагогіки НАПН України. Її матеріали в тексті докторської дисертації не використовуються.

Публікації. Результати дослідження відображено у 46 публікаціях (18 з яких одноосібні): 2 монографії, 3 навчальні посібники, 3 робочі зошити, 3 навчальні програми. 21 стаття у фахових наукових виданнях, з них 18 – у вітчизняних фахових виданнях категорії Б, 2 – проіндексовано у наукометричній базі даних Web of Science Core Collection, 1 – проіндексована у наукометричній базі даних Scopus. Праць, які додатково відображають наукові результати дисертації – 14.

Структура дисертації. Дисертація складається з анотації українською й англійською мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (налічує 426 позицій), додатків (розміщено на 137 сторінках). Роботу викладено на 640 сторінках, основного тексту – 440 сторінок. Основний текст дисертації містить 7 таблиць та 56 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

У **вступі** визначено актуальність теми дослідження, його мету, завдання, об'єкт, предмет та гіпотезу; обґрунтовано концепцію, методологічні та теоретичні

засади, методи дослідження; охарактеризовано джерельну базу; розкрито наукову новизну, практичне значення одержаних результатів і представлено їх апробацію.

У першому розділі «**Наукові засади дослідження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі**» здійснено наукове обґрунтування феномену «інформаційно-освітня система»; окреслено відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення учня; визначено смислове поле термінологічного апарату дослідження, зокрема, смислові поля термінів «інформаційно-освітня система» та «інформаційно-освітнє середовище», суб'єкт-об'єктні та суб'єкт-суб'єктні відносини в інформаційно-освітній системі; окреслено ІОС з основ ДЗЗ як авторську освітньо-наукову інновацію, теорію і практику її впровадження в МАНУ; визначено смислове поле терміну «освітньо-наукова інновація» в контексті базових понять «інновація» та «освітня інновація»; розглянуто передумови впровадження, розвитку, освітні підходи щодо впровадження ІОС з основ ДЗЗ у структурі МАНУ.

Окреслено, що філософські ідеї створення авторської ІОС з основ ДЗЗ базуються на роботах Ж.-Ж. Руссо, Й. Песталоцці, В. Вернадського, Дж. Дьюї та інших, а також працях сучасних філософів та педагогів, зокрема В. Андрущенко, С. Гончаренка, С. Довгого, В. Кременя, В. Огнев'юка, О. Савченко, А. Бойко, Н. Дем'яненко, С. Сисоєвої, Н. Рідей, О. Матвієнко, О. Биковської, М. Чумак, С. Кушнірук, О. Кравченко, О. Фізеші С. Терепищого та інших. Обґрунтовано феномен «інформаційно-освітня система» з позиції трьох філософських течій, зокрема прагматизму, конструктивізму, та неопрогресивізму. Розглянуто погляди та праці Дж. Дьюї та В. Вернадського з позиції поглядів на сферу освіти і науки і їх системотворчу роль для розвитку суспільства.

Окреслено відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення учня, що зумовлено унікальністю даних ДЗЗ, які учень може самостійно знайти, обробити, проаналізувати та візуалізувати відповідно до своїх потреб дослідження. Описано цілісну єдність наукового пізнання у взаєминах формування наукової картини світу та наукового мислення. Однією з причин розвитку наукового мислення, які ми розглядаємо у дослідженні, є усвідомлення, що наявні знання неповні, неточні чи недостовірні. Навмисний процес узгодження доказів (емпіричних, теоретичних) та пояснення (гіпотези) є процесом пізнання, ми розглядаємо його як чинник і результат розвитку наукового мислення. Сукупність наукового пізнання дійсності формує в учня розуміння її законів, механізмів та правил – що є основою конструювання наукової картини світу учня. Наукова картина світу – це умовний термін, який дозволяє визначити наскільки учень розуміє, усвідомлює та визначає складність та комплексність явищ і процесів у світі на фізичному та теоретичному рівнях. Дослідницька діяльність відіграє в цьому процесі особливу роль, оскільки становище учня зводиться не лише до акцептора знань, але й до створення нових даних та висновків у процесі дослідження. Використання геоданих через ДЗЗ та їх аналіз в ГІС як розширює, так і поглиблює наукову картину учня.

Описано, що особливістю використання даних ДЗЗ є формування в учня уявлення про обмеженість власних органів чуття, адже мультиспектральні

супутникові дані надають інформацію поза діапазоном електромагнітного випромінювання, в якому сприймає інформацію про навколишній світ людське око. Діапазони знімання штучних супутників Землі виходять за межі сенсорного сприйняття інформації людиною, зокрема, учень може аналізувати дані у мікрохвильовому, ультрафіолетовому, інфрачервоному діапазонах, комбінувати їх, проводити математичні маніпуляції тощо.

На основі наукової літератури визначено ключові поняття нашого дослідження: інформаційно-освітня система, інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі, уточнено поняття термінів «інформаційно-освітнє середовище» та «освітнє середовище». Запропоновано авторське тлумачення терміну «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» як комплекс умов та процес з їх створення, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій ГІС та ДЗЗ, в тому числі геоданих та способів їх обробки й аналізу. Система у цьому розумінні використовується на позначення взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів освітнього процесу, зокрема: суб'єктів та об'єктів освітнього процесу, дидактико-методичного та організаційно-процесуального блоків. Кожен з цих блоків містить у собі ще низку компонентів, які можна розширити залежно від типу інформаційно-освітньої системи, в яких умовах та з якою метою вона впроваджується в освітній процес.

Також впровадження інформаційно-освітньої системи в освітній процес можна умовно поділити на декілька рівнів, залежно від того, яким чином використовуються дані, інформаційні технології, інформаційні ресурси, зокрема на рівні пошуку наявної інформації – репродуктивний рівень; на рівні аналізу наявної інформації – продуктивний рівень; на рівні створення нової інформації – творчий рівень. Під час впровадження інформаційно-освітньої системи в освітній процес суб'єкти можуть бути включені в декілька рівнів поступово, одночасно, або змішано залежно від мети та умов.

Обґрунтовано, що використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі є освітньо-науковою інновацією, через такі фактори, як: часовий (відносно нова галузь знань), практичний (потребує значних напрацювань, щодо впровадження в освітній процес шкільного рівня) та технологічний (галузь науки та економіки, яка стрімко розвивається). Окреслено, що процес впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ має враховувати такі освітні підходи, як: діяльнісний, інтеграційний, компетентнісний та системний.

Описано три типи суб'єкт-об'єктних відносин: суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані, суб'єкт-інформаційні ресурси та три блоки суб'єкт-суб'єктних взаємодій: учень-учень, учень-вчитель («учень-керівник секції», «учень-педагогічний керівник», «учень-науковий керівник») та вчитель-вчитель (фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ»-керівник секції, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ»-науковий керівник, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ»-педагогічний керівник). Окреслено, що результатом цих взаємодій є формування спільноти, що є одночасно умовою і результатом впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ. Визначено, що передумовами до впровадження нових наукових напрямків в МАНУ

є: сформована мережа закладів територіальних відділень у систему, де працюють горизонтальні та вертикальні зв'язки; сприятливе середовище для апробації інноваційних методик; можливість працювати як з учнями, так і з освітянами – задля імплементації інноваційної ідеї.

Умовами до впровадження інноваційних методик в МАНУ є: стратегічне планування в контексті світових тенденцій; контекстуальний аналіз; залучення стейкхолдерів; залучення наукового потенціалу від інших організацій; організація курсів для освітян; організація заходів для учнів; методична та дидактична підтримка освітнього процесу територіальних відділень МАНУ; підтримка розвитку технічної інфраструктури; підтримка діяльності спільноти. Описано ретроспективу впровадження технологій ГІС та ДЗЗ від ідеї та організації освітнього процесу у першій секції у Київському міському територіальному відділенні до сучасного етапу – роботи лабораторії «ГІС та ДЗЗ» у Національному центрі «МАН України» та мережі з 14 секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ.

У другому розділі **«Теоретичне обґрунтування сутності і змісту інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі»** окреслено методiku дослідження ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукової інновації; визначено сутність та зміст ІОС з основ ДЗЗ; описано перспективно-прогностичні напрями впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі МАНУ.

Окреслено методiku дослідження ІОС з основ ДЗЗ через етапи впровадження освітньо-наукової інновації, зокрема: виявлення суперечності (між об'єктивною необхідністю впроваджувати нові напрями освітньо-наукової інновації в практику МАНУ та рівнем теоретичного розроблення цієї теми; між закордонним досвідом впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес шкільного рівня і українським; між запитом освітянської спільноти до використання технологій ДЗЗ та рівнем розробленості методичних матеріалів; між готовністю та зацікавленістю учнів використовувати технології ДЗЗ та рівнем організації такої діяльності в МАНУ). Зародження ідеї спричинено об'єктивною наявністю певних передумов (технічні: хмарні сервіси з відкритим доступом до даних: EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Engine, Giovanni NASA тощо, програмні ГІС середовища з відкритим кодом – Quantum GIS; методичні: розробка сервісів, проєктів та програм для шкільної освіти фахівцями ЄКА та НАСА, створення відповідних центрів освіти; організаційні: сприятливе середовище в структурі МАНУ для впровадження освітньо-наукової інновації).

Розробка інновації: розробка курсу «Основи ДЗЗ». Апробація інновації: з 2017 по 2019 рік організовано очні семінари для вчителів міста Києва за програмою «Основи ДЗЗ». Перевірка ефективності інновації: аналіз анкет освітян, щодо участі у курсі «Основи ДЗЗ». Корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу – розробка моделі впровадження ІОС з основ ДЗЗ. Масштабування – впровадження моделі ІОС з основ ДЗЗ у територіальних відділеннях МАНУ; проведення педагогічного експерименту; створення 14 нових секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ. Перевірка ефективності інновації у масштабуванні: дослідження динаміки розвитку дослідницької компетентності учнів та тенденцій професійного зростання педагогів

у територіальних відділеннях МАНУ. Удосконалення інновації – потенціал до розширення мережі секцій ГІС та ДЗЗ у територіальних відділеннях МАНУ, організація апробаційних курсів для удосконалення дидактико-методичного блоку. Органічна інтеграція або стагнація – удосконалення уже не є можливим, або має передбачуваний характер.

Визначено, що сутністю ІОС з основ ДЗЗ є освіта через дослідження, в цьому контексті ми опираємося на концепцію наукової освіти. Уточнено визначення наукової освіти як освітньої концепції, яка націлена на синергію освіти і науки та базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. Засобами такого освітнього процесу є застосування сукупності наукових методів у процесі дослідження з метою здобуття нових знань, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу враховуючи вікові та індивідуальні особливості учня. Стратегічними цілями такої освіти виступають: виховання науково грамотних і відповідальних громадян, а також підготовка нової генерації науковців, новаторів та винахідників.

Завданнями наукової освіти є розвиток дослідницької компетентності та формування навичок 4К (критичне мислення, креативність, комунікація та колективна робота). Освітній процес побудований на принципах: науковості, системності, доступності, самостійності, наочності, зв'язку навчання з життям, індивідуального підходу до учня. Зміст навчання характеризується: міждисциплінарністю (синергія природничих, технічних та гуманітарних наук), системністю, орієнтованістю на інтереси та практичні потреби учня. Формами організації освітнього процесу є: індивідуальна, групова та колективна робота. Головними методами наукової освіти виступають дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проектна діяльність. Застосування методів освіти та їх комбінація залежить від теми та проблеми дослідження. Умовно наукову освіту можна розглядати як трикомпонентну систему, що складається з цілеспрямованої дослідницької діяльності учня, вивчення історії науки, та популяризації наукового знання. Під науковою грамотністю ми розуміємо як якісну ознаку мисленнєвої так і практичної діяльності учня з метою аргументованого, логічного, критичного розуміння й усвідомленого оцінювання дійсності. Наукова грамотність формується в тому числі через системні учнівські дослідження і як наслідок розвивається механізм розуміння причинно-наслідкових зв'язків між прийнятим рішенням і можливими варіантами розвитку подій.

До змісту ІОС з основ ДЗЗ віднесено обов'язкові структурні елементи системи, які зібрані у комплекси: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», який складається з курсу для освітян за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування», Міжнародних курсів для освітян, Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ; Міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ та посібника, робочого зошита, навчальної програми й відеокурсу першого рівня методики «Основи ДЗЗ». Комплекс «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах» складається з курсу для освітян за програмою

«Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», апробаційних курсів за темами «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» та «Радарні технології в ДЗЗ» та посібника, робочого зошита, навчальної програми й відеокурсу другого рівня методики «Основи ДЗЗ». Комплекс «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine» складається з курсу для освітян за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine» та апробаційного курсу за цією ж темою.

Окреслено декілька перспективно-прогностичних напрямів впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі МАНУ, зокрема через: музеї науки; вивчення змін клімату; моніторинг військових дій; сільськогосподарські дослідження; розвиток STEM-освіти; геопросторовий аналіз для відновлення розвитку територіальних громад, які постраждали від військової агресії; співпраця з профільними науковими та громадськими організаціями.

У третьому розділі **«Моделювання інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в Малій академії наук України»** розроблено структурні блоки моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ; змодельовано наповнення її блоків-модулів, зокрема дидактико-методичного та процесуально-організаційного; визначено зв'язки-залежності структурних компонентів та змодельовано партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини в моделі ІОС з основ ДЗЗ.

Визначено, що створення моделі було здійснено у відповідності до запиту на використання даних ДЗЗ в природничій освіті МАНУ. Метою створення моделі є теоретичне обґрунтування та практичне впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ, відповідно до мети окреслено завдання. Процес практичного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ ґрунтується на концепції наукової освіти. Здійснено моделювання процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ – «Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ» (рис.1) в освітній процес МАНУ, який умовно складається з декількох структурних компонентів: теоретичний (цілепокладальний, методологічно-концептуальний, змістово-процесуальний та технологічний компоненти, окремо визначено передумови та організаційно-педагогічні умови), практичний (структурні компоненти та етапи впровадження освітньо-наукової інновації – ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ та географія її впровадження), результуючий (дослідження динаміки формування дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогів МАНУ та як результат: створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ).

Визначено, що створення моделі було здійснено у відповідності до запиту на використання даних ДЗЗ в природничій освіті МАНУ. Метою розроблення моделі є теоретичне обґрунтування та практичне впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ, відповідно до мети окреслено завдання. Процес практичного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ ґрунтується на концепції наукової освіти.

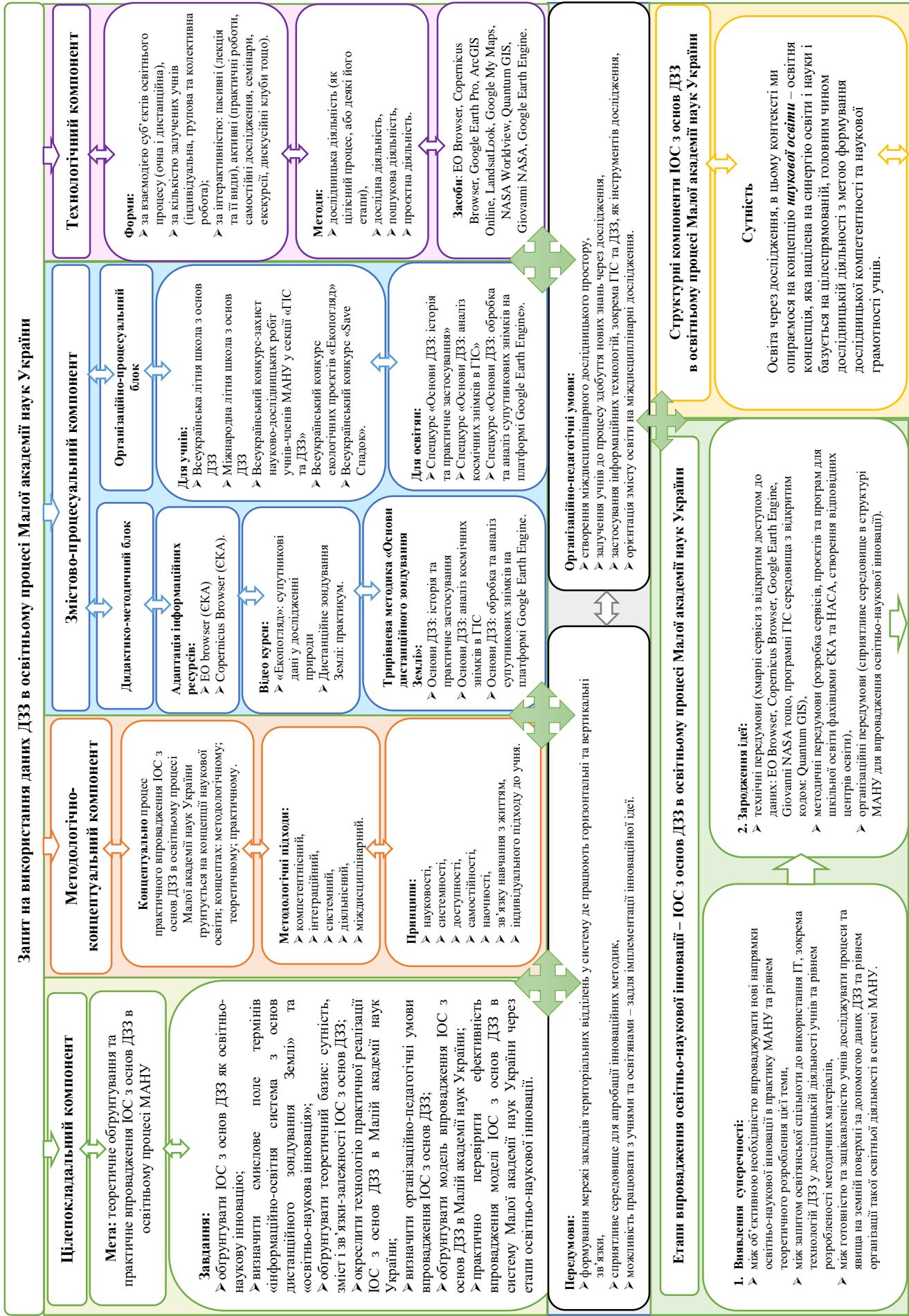


Рис.1 Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ

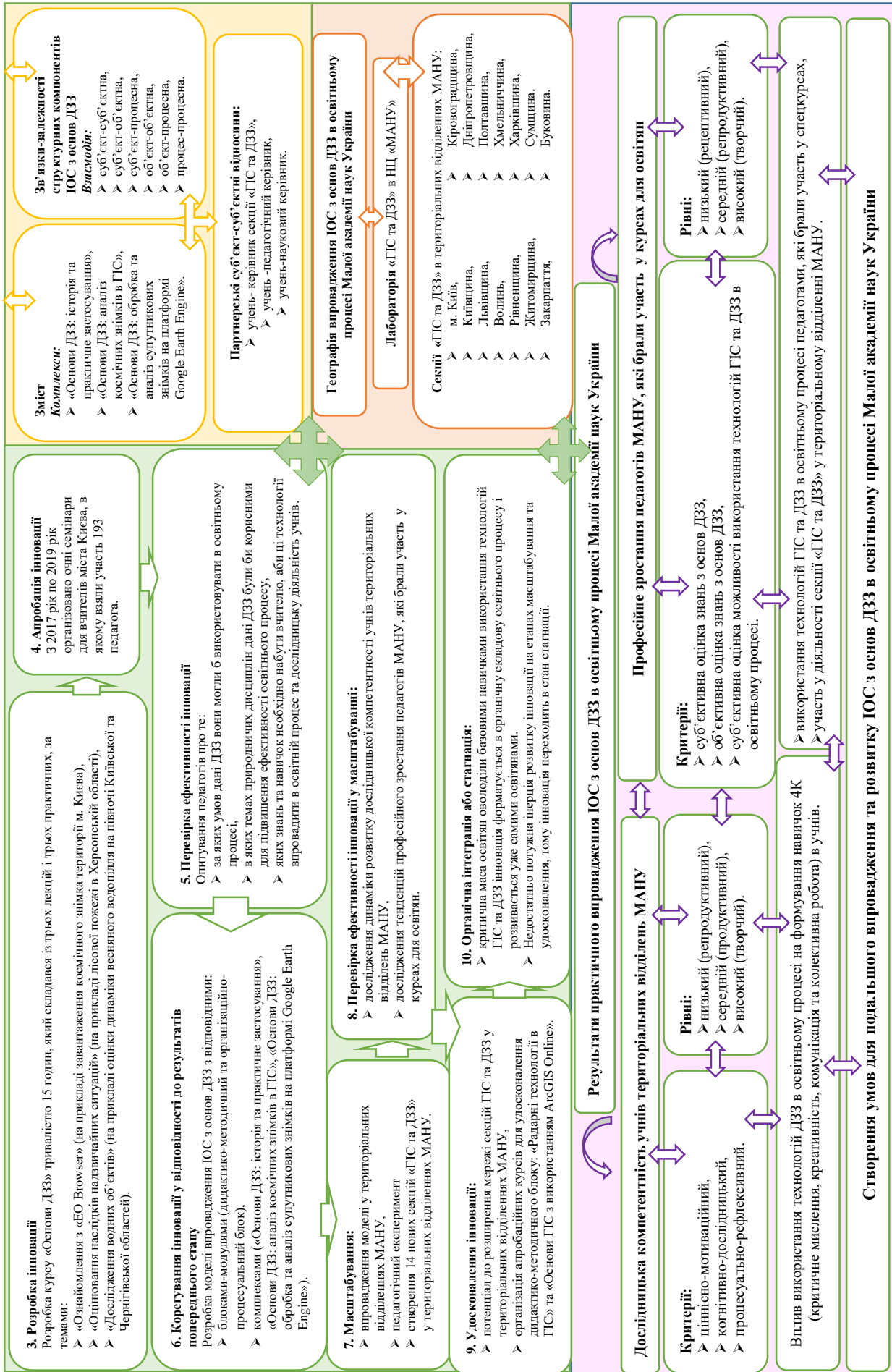


Рис.1 Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ (продовження)

Змістово-процесуальний компонент складається із дидактико-методичного блоку (адаптація інформаційних ресурсів, укладання відеокурсів та трирівневої методики «Основи ДЗЗ») та організаційно-процесуального блоку (складається із освітніх та конкурсних заходів для учнів та курсів для освітян). Головними компонентами дидактико-методичного блоку-модуля є: трирівнева методика «Основи дистанційного зондування Землі» («Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»), «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine»), відеокурси («Дистанційне зондування Землі: практикум» та «Екопогляд: супутникові дані у дослідженні природи»), апробаційні методики («Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» та «Радарні технології в ДЗЗ») та адаптація інформаційних ресурсів (переклад українською мовою функціоналу хмарних сервісів Європейського космічного агентства: EO browser та Copernicus Browser).

Головними компонентами організаційно-процесуального блоку-модуля є: заходи для освітян (спецкурси за рівнями: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»), «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» та «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine») і заходів для учнів (навчальні: «Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ» та «Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ» та конкурсні: «Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ», «Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», та «Всеукраїнський конкурс «Save Спадок»). До технологічного компоненту віднесено засоби, форми та методи освітнього процесу. Окреслено головні методи (дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність), форми (за взаємодією суб'єктів освітнього процесу: очна і дистанційна; за кількістю залучених учнів: індивідуальна, групова та колективна робота; за інтерактивністю: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо) та засоби (Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview Quantum GIS, ArcGIS Online, Giovanni NASA, Google Earth Engine) організації освітнього процесу під час впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ.

Окреслено, що передумовами впровадження ІОС з основ ДЗЗ є: формування мережі закладів територіальних відділень у систему де працюють горизонтальні та вертикальні зв'язки; сприятливе середовище для апробації інноваційних методик; можливість працювати з учнями та освітянами – задля імплементації інноваційної ідеї. Визначено, що до організаційно-педагогічних умов відноситься: створення міждисциплінарного дослідницького простору, залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження, застосування ІТ, зокрема ГІС та ДЗЗ, як інструментів дослідження та орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження.

У дослідженні визначено і описано десять етапів впровадження освітньо-наукової інновації – ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ: виявлення суперечності, зародження ідеї, розробка інновації, апробація інновації, перевірка

ефективності інновації, корегування інновації відповідно до результатів попереднього етапу, масштабування, перевірка ефективності інновації у масштабуванні, удосконалення інновації та органічна інтеграція або стагнація.

Окреслено структурні компоненти ІОС з основ ДЗЗ, зокрема визначено, що сутністю ІОС є освіта через дослідження. Змістовими компонентами є комплекси: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» та «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine». Описано зв'язки-залежності структурних компонентів ІОС з основ ДЗЗ та виокремлено партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини за такими типами взаємодії: учень-керівник секції «ГІС та ДЗЗ», учень-педагогічний керівник та учень-науковий керівник. Окреслено географію впровадження ІОС з основ ДЗЗ, яка охоплює 14 територіальних відділень МАН.

Окреслено три складові зв'язків-залежностей в ІОС з основ ДЗЗ: суб'єкт – об'єкт – процес, які мають 6 типів взаємодій: суб'єкт-суб'єктну (учень–керівник секції–науковий керівник–педагогічний керівник), суб'єкт-об'єктну (суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані та суб'єкт-інформаційні ресурси), суб'єкт-процесну (взаємодії між суб'єктами освітнього процесу та дидактико-методичним блоком, організаційно-процесуальним блоком, технічним, технологічним, цілепокладальним, оцінювальним елементами системи), об'єкт-об'єктну (взаємодія між ІТ, використання ІІ), об'єкт-процесну (взаємодія між ІТ та елементами освітнього процесу) та процес-процесну (взаємодія між освітнім процесом та процесом оцінювання його результатів чи результатів дослідження). Змодельовано партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини в ІОС з основ ДЗЗ на рівні «вчитель-учень» через взаємодії «учень- керівник секції «ГІС та ДЗЗ», «учень - педагогічний керівник» та «учень-науковий керівник».

Окреслено, що в сукупності усі заходи із впровадження ІОС з основ ДЗЗ сприяють тому, аби створити нову спільноту із учасників освітнього процесу, які зацікавлені та використовують дані супутникового моніторингу Землі, це виражається зокрема через розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» в територіальних відділеннях МАНУ та створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ.

У четвертому розділі **«Процес упровадження моделі авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в структурі Малої академії наук України»** описано впровадження ІОС з основ ДЗЗ, як багатоаспектне явище; окреслено роль та місце ІТ в освітньому процесі, зокрема технологій ДЗЗ у вивченні наук про Землю; визначено організаційно-педагогічні умови, принципи, напрямки та критерії впровадження моделі ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ; окреслено технологічне забезпечення процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, зокрема форми, методи, дидактичне та методичне забезпечення; описано досвід широкого впровадження ІОС з основ ДЗЗ у практику регіональних осередків Малої академії наук України, що впливає на формування дослідницької компетентності та навичок 4К в учнів.

Обґрунтовано, що впровадження ІОС з основ ДЗЗ є багатоаспектним явищем, зокрема з позиції – користі для суспільства, ми розглянули екологічний,

економічний, суспільний, політичний та науковий аспекти, і з позиції впливу на освітній процес визначено такі блоки: доступність (дані ДЗЗ є відкритими для усіх, хто має доступ до мережі Інтернет), міждисциплінарність (використання технологій ДЗЗ сприяє розвитку міждисциплінарності освітнього процесу, оскільки включає елементи з різних наукових та технічних галузей, таких як географія, екологія, фізика, інформатика, історія, математика тощо), глобальність (дані ДЗЗ покривають усю планету (враховуючи певні часові та технічні обмеження), підвищення мотивації (оскільки учні мають можливість самостійно аналізувати дані про стан території їх проживання чи території інтересу та практично застосовувати дані у власних спостереженнях чи дослідженнях), розвиток критичного мислення (оскільки учні використовують реальні, об'єктивні дані з першоджерела та досліджують різні аспекти природних явищ, учні можуть самостійно перевіряти інформацію, яку знаходять у ЗМІ чи соціальних мережах, за допомогою супутникових знімків) та STEM-освіту (оскільки дає можливість учням отримувати практичний досвід з використання сучасних ІТ та наукових методів у дослідженнях, застосовуючи усі галузі знань, що входять у STEM).

Визначено, що оскільки модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ впроваджувалася у чотирнадцяти територіальних відділеннях МАНУ і, відповідно, зазнавала адаптацій, видозмін її компонентів, в тому числі, за краєзнавчим принципом навчання, тому було розроблено та узагальнено модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ. Модель умовно складається з блоків: організаційного, адаптаційного та результуючого (рис. 2).

Організаційний блок складається із умов впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ, які згруповані в нормативні, матеріально-технічні, навчально-методичні, кадрово-адміністративні та комунікаційні групи. До нормативних належить: внесення в структуру відділення Наук про Землю територіального відділення МАНУ секції «ГІС та ДЗЗ», затвердження навчальної програми, та навчального плану роботи секції, нормативна підтримка участі учнів та педагогів територіального відділення у заходах освітнього та змагального характеру організованих в рамках діяльності МАНУ та поза її межами в сфері вивчення та використання в дослідницькій діяльності технологій ДЗЗ та ГІС. До матеріально-технічних ми відносимо: персональні комп'ютери, швидкісний Інтернет, програмні забезпечення (для отримання та обробки даних супутникового моніторингу Землі, ГІС, візуалізації просторово-прив'язаної інформації тощо), доступ до хмарних сервісів, технології дистанційного навчання тощо. До навчально-методичних ми відносимо освітні матеріали, які розроблені фахівцями: лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру МАНУ, Європейського космічного агентства, NASA, українськими та зарубіжними фахівцями, щодо впровадження технологій ДЗЗ та ГІС у сферу освіти закладів середньої загальної та позашкільної освіти. До кадрово-адміністративної групи ми відносимо створення умов для залучення в освітній процес територіального відділення МАНУ фахівців сфери ГІС та ДЗЗ, наукових та педагогічних керівників учнів секції «ГІС та ДЗЗ».

наукової спільноти територіальних громад, які географічно охоплює освітнім процесом територіальне відділення МАНУ. До комунікаційної групи ми відносимо: розроблення комунікаційної стратегії, щодо популяризації освітнього напрямку сфери ГІС та ДЗЗ територіального відділення МАНУ, результатів дослідницької діяльності учнів секції «ГІС та ДЗЗ», комунікація в межах та поза межами системи МАНУ на різних рівнях тощо.

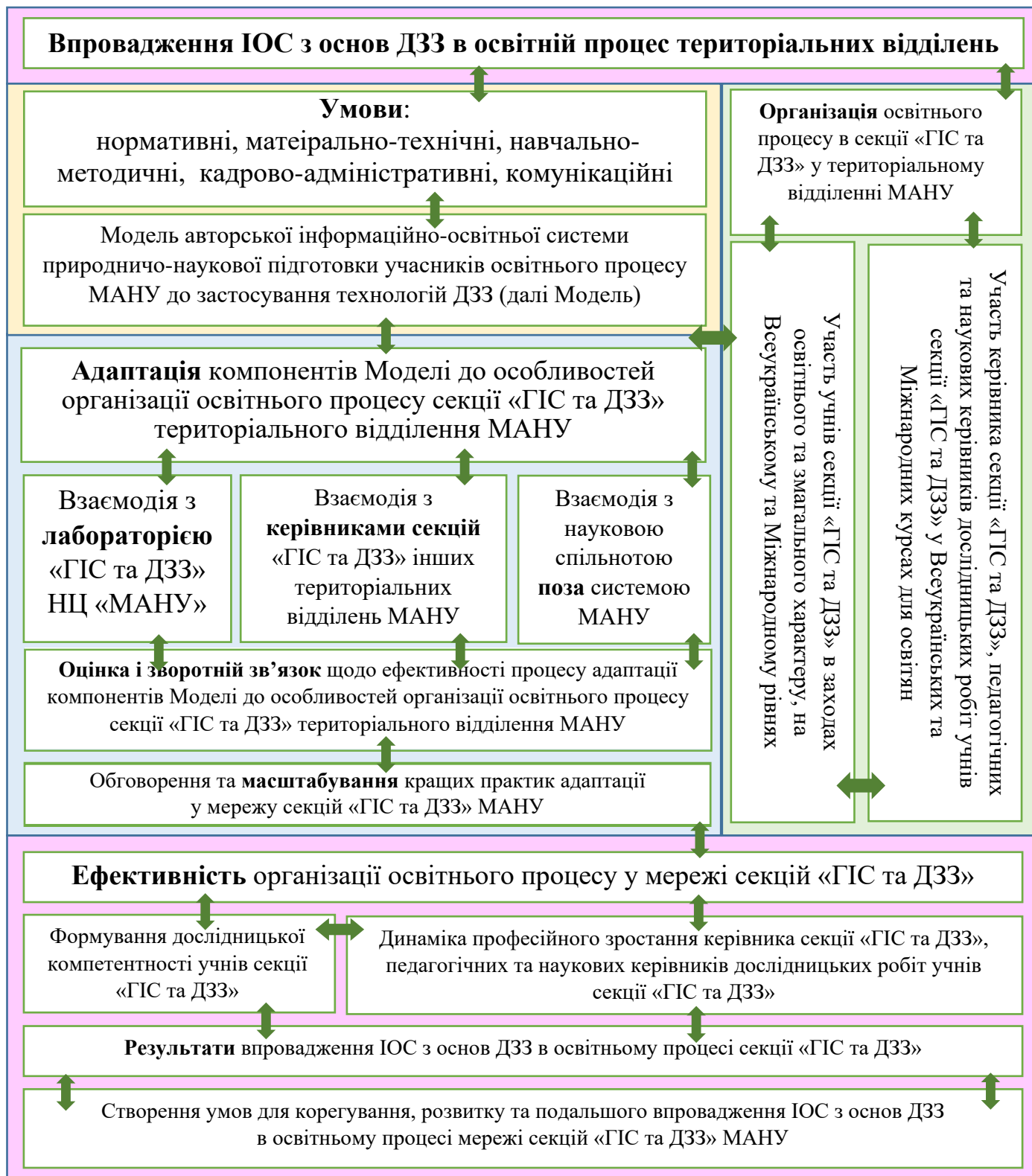


Рис. 2. Модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ

В основі моделі впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ є статична модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, яка узагальнено описує умови, етапи та результати впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес системи МАНУ від ідеї до практичного впровадження. В процесі адаптації деякі компоненти цієї моделі, зокрема, зміст, форми, методи та засоби тощо, зазнають змін у відповідності до особливостей організації освітнього процесу секції «ГІС та ДЗЗ» територіального відділення МАНУ.

Для дослідження процесу та результатів адаптації організовано три рівні взаємодії, зокрема з фахівцями лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру МАНУ, керівниками секції «ГІС та ДЗЗ» й педагогами МАНУ інших територіальних відділень МАНУ та взаємодія з науковою спільнотою поза межами системи МАНУ.

Оскільки кожне територіальне відділення МАНУ має певну різницю в умовах та способах впровадження компонентів моделі авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, важливим етапом є оцінка і зворотній зв'язок щодо ефективності процесу такої адаптації до особливостей організації освітнього процесу секції «ГІС та ДЗЗ» територіального відділення МАНУ. Цей етап є передумовою для дослідження того, які адаптовані компоненти є ефективними для подальшого масштабування в межах мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» МАНУ. Також, освітній процес секцій «ГІС та ДЗЗ» більшою мірою відбувається в рамках моделі авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, за якою визначено дидактико-методичний та організаційно-процесуальний блоки, згідно яких передбачається участь учнів секції «ГІС та ДЗЗ» та педагогів (керівника секції «ГІС та ДЗЗ», педагогічних та наукових керівників дослідницьких робіт учнів секції «ГІС та ДЗЗ») в заходах освітнього та змагального характеру, на Всеукраїнському та Міжнародному рівнях. Організація освітнього процесу згідно визначених чи адаптованих компонентів моделі авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, передбачає проведення досліджень ефективності організації цього освітнього процесу. Зокрема через дослідження динаміки формування дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогів МАНУ. Оскільки освітній процес це багатокомпонентний феномен, який лише умовно можна змодельювати, визначивши за певними критеріями головні блоки, ми передбачаємо, що кінцевим результатом моделі є створення умов для корегування, розвитку та подальшого ширшого впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» МАНУ.

Окреслено, що ІТ мають революційний вплив на науку загалом і на цикл наук про Землю, зокрема. Цикл наук про Землю мають складний та унікальний для цієї галузі набір технологій, які можна впроваджувати в освітній процес, задля підвищення його ефективності, зокрема технології – ГІС та ДЗЗ.

Описано передумови (згруповані у блоки: нормативні, суспільні та особистісні) та організаційно-педагогічні умови (створення міждисциплінарного дослідницького простору; залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження; застосування інформаційних технологій, зокрема ГІС та ДЗЗ, як інструментів дослідження; орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження) впровадження авторської моделі ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ. Окреслено, що впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ має бути побудовано на принципах: науковості, системності, доступності, самостійності, наочності, зв'язку навчання з життям, індивідуального підходу до учня.

Визначено, що ефективність впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ доцільно згрупувати у два блоки критеріїв: теоретичний (розробку дидактико-методичного блоку) і практичний (динаміка дослідницької компетентності учнів (педагогічний експеримент), професійне зростання педагогічних працівників (педагогічний експеримент) та розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ»). Дослідницьку компетентність учнів ми досліджуємо через ціннісно-мотиваційний, когнітивно-дослідницький та процесуально-рефлексивний компоненти. Ціннісно-мотиваційний компонент складається з показників: дослідження зацікавленості у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ в освітній діяльності; зацікавленість у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ у дослідницькій діяльності; зацікавленість у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ для саморозвитку. Когнітивно-дослідницький компонент складається з таких показників: дослідження базових знань з основ ДЗЗ та ГІС; проведення досліджень з використанням даних супутникового моніторингу Землі; використання можливостей ГІС середовищ для обробки, аналізу та візуального представлення результатів дослідження. Процесуально-рефлексивний компонент складається з таких показників: оприлюднення результатів своїх досліджень, власне захисту результатів дослідження, участь у конкурсах, заходах, проєктах та конференціях, рефлексія та самоаналіз результатів. Професійне зростання педагогічних працівників ми досліджуємо через такі критерії: суб'єктивну оцінку знань з основ ДЗЗ; об'єктивну оцінку знань з основ ДЗЗ та суб'єктивну оцінку можливостей впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес закладу, де працює освітянин.

Окреслено напрями реалізації моделі ІОС з основ ДЗЗ, які ми згрупували в блоки: організаційні, методичні, підвищення кваліфікації освітян, заходи для учнів, співпраця з науковими, освітніми закладами та комерційними організаціями.

Описано технологічне забезпечення процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ в структурі МАНУ через форми освітнього процесу, які згруповані за критеріями: взаємодія суб'єктів освітнього процесу (очна і дистанційна); кількість залучених учнів (індивідуальна, групова та колективна робота); інтерактивність: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо). Методи освітнього процесу: дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність. До дидактичного забезпечення ми відносимо технічні (ПК, під'єднання до мережі Інтернет, відеокамери тощо) та інформаційні ресурси (веб-

платформи, хмарні сервіси, програмні забезпечення тощо, зокрема Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview Quantum GIS, ArcGIS Online, Giovanni NASA тощо) до методичного забезпечення – трирівневу методику «Основи дистанційного зондування Землі».

Описано досвід широкого впровадження ІОС з основ ДЗЗ у практику регіональних осередків МАНУ, зокрема через створення та розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ, зокрема м. Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини. У 2022 році, у перший рік роботи секції «ГІС та ДЗЗ» на III етапі конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ, учні з 11 територіальних відділень брали участь у роботі секції на Всеукраїнському етапі. У 2023 році їх кількість зросла до 16.

У курсах для освітян, які організовані в рамках дослідження, брали участь працівники МАНУ, викладачі закладів вищої освіти і наукових установ: з міста Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини, Луганщини, Донеччини, Херсонщини, Івано-Франківщини, Запоріжжя, Одещини, Чернігівщини, Черкащини.

Описано вплив впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ на формування дослідницької компетентності та навичок 4К в учнів. Цінність супутникових знімків зводиться до об'єктивності, відкритості та можливості бачити глобальну картину певних процесів та явищ. Використання даних із супутникових знімків в дослідницькій дивності учнів ми розглядаємо як інструмент, який допомагає отримати, опрацювати та аналізувати інформацію з першоджерела, а отже впливає на формування дослідницької компетентності. Описано, як процес пошуку, обробки та аналізу інформації із супутникових знімків впливає на формування навичок 4К (комунікація (з англ. – communication), командна робота (з англ. – collaboration), критичне мислення (з англ. – critical thinking), креативність (з англ. – creativity).

У п'ятому розділі **«Ефективність упровадження моделі та перспективи авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в розвитку Малої академії наук України»**

Окреслено результативність етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ як освітньо-наукової інновації; описано результати педагогічного експерименту, зокрема динаміку розвитку дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогічних працівників МАНУ; описано процес впливу деяких компонентів ІОС з основ ДЗЗ на формування в учнів навичок 4К; визначено перспективно-прогностичні напрями розвитку авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітньому просторі МАНУ та розроблено методичні рекомендації щодо її ефективного впровадження в масову освітню практику.

Згідно із визначеними етапами упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ окреслено їх результативність, зокрема на першому етапі – виявлення суперечності, описано деякі міжнародні проекти, метою яких є впровадження технологій ДЗЗ в освітню практику шкільного рівня: застосування супутникових

знімків Landsat в шкільній освіті (Сполучене Королівство); проєкт «FIS» (Федеративна Республіка Німеччина); проєкт «Colors of Earth» (Республіка Польща); проєкт «YCHANGE» (Чеська Республіка - Федеративна Республіка Німеччина - Естонська Республіка - Швейцарська Конфедерація); проєкт «GLOBE» (США) та інші, у порівнянні з проєктами, які реалізовувалися в Україні і мають стосунок до сфери ДЗЗ: секція «ГІС у географії» Київської МАН, проєкти від NASA в яких беруть участь учні з України: «Sally Ride EarthKAM» та «GLOBE». Тобто окреслено, що в Україні порівняно з деякими країнами Європи, розробленню та впровадженню проєктів з ДЗЗ приділено недостатньо уваги. Другий етап: зародження ідеї, щодо подолання цієї суперечності, передбачав окреслення технічних передумов розроблення ІОС з основ ДЗЗ, зокрема вибір хмарних сервісів, які надають можливість аналізувати дані ДЗЗ за відкритим кодом (наприклад: EO Browser, Google Earth Pro, WorldView).

Третій етап: розробка інновації, на якому розроблено курс для освітян – «Основи ДЗЗ». Четвертий етап: апробація інновації. З 2017 по 2019 рік проведено курс за програмою «Основи ДЗЗ» для 193 освітян міста Києва. П'ятий етап: перевірка ефективності інновації. Здійснено аналіз анкет учасників курсу для освітян «Основи ДЗЗ», визначено, що більшість вчителів, в тому числі природничих спеціальностей мали низький рівень обізнаності з технологіями ГІС та ДЗЗ, також було зібрано рекомендації від освітян за яких умов вони могли б ознайомитися та впроваджувати ці технології в освітній процес закладів, де вони навчають. Шостий етап: корегування інновації відповідно до результатів попереднього етапу. Розроблено модель авторської ІОС з основ ДЗЗ з відповідними блоками-модулями та комплексами із врахуванням результатів попереднього етапу, укладено дидактико-методичне забезпечення та створено умови для реалізації організаційно-процесуального блоку. Сьомий етап: масштабування. Реалізація організаційно-процесуального блоку, організація педагогічного експерименту серед учнів та освітян МАНУ. Восьмий блок: перевірка ефективності інновації у масштабуванні.

Описано, як модель ІОС з основ ДЗЗ видозмінюється та розширюється внаслідок масштабування у чотирнадцяти територіальних відділеннях МАНУ. Дев'ятий етап: удосконалення інновації. Визначено актуальні напрями удосконалення: розширення україномовного функціоналу EO Browser та Copernicus Browser, оновлення комплексу «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», апробація нових курсів для освітян. Десятий етап: органічна інтеграція або стагнація. В перспективі наше дослідження створює передумови, аби елементи ІОС з основ ДЗЗ органічно інтегрувалися в освітній процес не лише в МАНУ, але й закладах загальної середньої освіти, як засіб підвищення ефективності освітнього процесу.

Педагогічний експеримент передбачав дослідження розвитку дослідницької компетентності учнів секції «ГІС та ДЗЗ» через їх участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ та через участь освітян МАНУ у курсах «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. Участь у заходах відбувалася в онлайн форматі.

У педагогічному експерименті серед учнів (які брали участь у формуальному етапі), ми додатково опрацювали опитувальники учасників Всеукраїнських конкурсів «Екопогляд» та «Save Спадок», а також відкриті дані, щодо результатів конкурсу захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ».

У дослідженні брали участь 286 учнів МАНУ (141 у формуальному етапі педагогічного експерименту). Констатувальний етап експерименту проходив у 2019 році. Завданням цього етапу було: визначити рівень зацікавленості та готовності учнів до ознайомлення з ресурсами та використання даних ДЗЗ у вивченні природничих дисциплін та у дослідницькій діяльності; виявити запити учнів, щодо можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в їх дослідницькій діяльності.

За результатами цієї частини експерименту ми підтвердили необхідність розроблення та системного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Ми визначили, що учні виявляють стійкий інтерес у використанні ІТ в освітньому процесі, оскільки ці технології уже є невід'ємною частиною їхнього життя. Теми, які учні досліджували чи хотіли би досліджувати за даними супутникового моніторингу Землі, стосуються вивчення: гідрології, глобальних змін клімату, кліматології, геології, ландшафтознавства, геоморфології та надзвичайних ситуацій. Одними із компонентів, які учні визначили найважчими у процесі досліджень у галузі наук про Землю, є окреслення наукової новизни та особистого внеску дослідника. Використання технологій ГІС та ДЗЗ можуть підсилити розуміння цих компонентів учнівських досліджень.

У формуальному етапі педагогічного експерименту взяли участь 141 учень: 73 у контрольній групі (учні МАНУ, які не брали участі у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року) та 68 в експериментальній (учні МАНУ, які брали участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року).

Окреслено основні завдання формуального етапу педагогічного дослідження, який тривав протягом 2022-2023 років, зокрема, організація заходів: Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ (за результатами, якого проводилося дослідження формування дослідницької компетентності), III етапу конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ», та Всеукраїнських конкурсів «Екопогляд» і «Save Спадок», розроблення дистанційного курсу до Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів – «Екопогляд», з метою визначення рівня знань учнів до та після педагогічного експерименту; організація процесу впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ; порівняльний аналіз рівнів сформованості дослідницької компетентності учнів в КГ і ЕГ.

Визначено критерії та показники сформованості дослідницької компетентності. Ціннісно-мотиваційний критерій, містить три показники: сформованість інтересу до використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній та дослідницькій діяльності; зацікавленість у використанні даних ДЗЗ для моніторингу процесів і явищ на земній поверхні; прагнення до самостійного дослідження можливостей та використання нових ресурсів й інструментів ГІС та ДЗЗ. Когнітивно-дослідницький критерій містить також три показники: знання

з основ ДЗЗ та ГІС; рівень системності та самостійності проведення досліджень з використанням даних ДЗЗ на різних територіях інтересу; дослідження нового функціоналу та використання нових ГІС інструментів для обробки, аналізу та візуалізації результатів дослідження. Процесуально-рефлексивний компонент також містить три показники: широке оприлюднення результатів своїх досліджень та успішне представлення результатів свого дослідження в освітніх заходах, літніх школах, конференціях тощо; успішний захист результатів свого дослідження на конкурсах; рефлексія та самоаналіз результатів.

За результатами педагогічного експерименту (рис. 3) визначено, що існує істотна відмінність у рівнях сформованості дослідницької компетентності учнів у КГ та ЕГ, згідно з визначеними критеріями. За ціннісно-мотиваційним критерієм кількість учнів в ЕГ з низьким рівнем знизилася на 10,29% (у КГ на 2,75%), середнім – знизилася на 8,83% (у КГ на 4,11%), з високим рівнем зросла на 19,12% (у КГ на 6,84%). За когнітивно-дослідницьким критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 7,84% (у КГ на 9,59%), з середнім рівнем знизилася на 11,76% (у КГ зріс на 8,22%), з високим рівнем зросла на 19,14% (у КГ на 1,37%). За процесуально-рефлексивним критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 13,06% (у КГ на 9,6%), середнім рівнем знизилася на 8,83% (у КГ зріс на 6,85%), з високим зросла на 14,11% (у КГ на 2,74%).

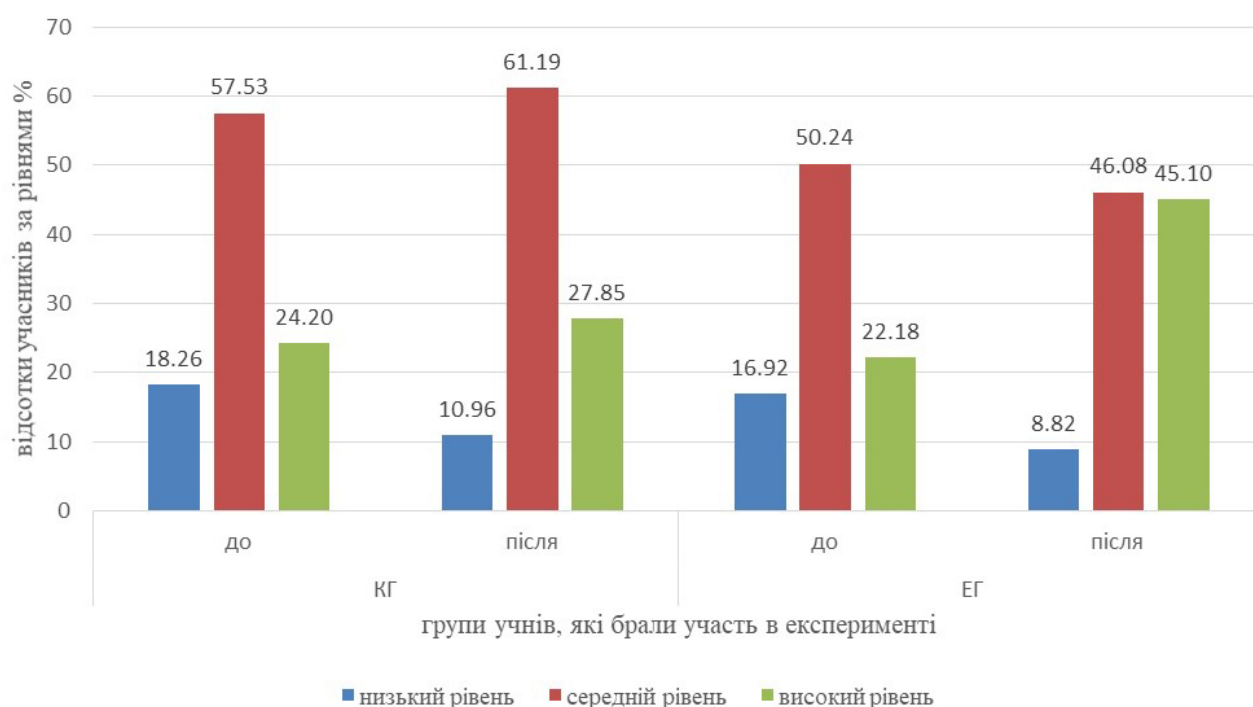


Рис.3 Діаграма усереднених за критеріями дослідження значень відсоткового співвідношення учнів МАНУ, які брали участь у педагогічному експерименті, за рівнями (%)

Отже, після експерименту простежується загальна тенденція до збільшення кількості учнів з високим рівнем в ЕГ та середнім рівнем в КГ, кількість учнів з низьким рівнем мають тенденцію до зменшення в обох групах. Для статистичного обґрунтування наявності відмінностей між результатами експерименту в учнів КГ та ЕГ за рівнями означених критеріїв використано метод перевірки статистичних гіпотез за критерієм Стьюдента. Обчислені показник критерію Стьюдента $t = 4,22$ та кількість ступенів свободи $f = 139$. З чого зроблено висновок, що виконується нерівність $t_{теоретичне} = 2,616 < t_{експериментальне} = 4,22$. Тому приймається за істину альтернативна гіпотеза, яка звучить так: відмінність у результатах (за рівнями) виконання КГ та ЕГ учнів однакових завдань, спричиняється не випадковими причинами (участі у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ).

Проаналізовано розвиток навичок 4К через участь учнів у таких проєктах: Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ, Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», Всеукраїнський конкурс «Save Спадок» та III етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ». Аргументовано, що навички 4К відіграють важливу роль у сучасній освіті, оскільки, з одної сторони, підсилюють м'які навички особистості, які сьогодні не можливо замінити інформаційними технологіями, а з іншого формують ті навички, які будуть необхідні людині в майбутньому: в час стрімкого розвитку технологій індустрії 4.0.

Педагогічний експеримент серед освітян МАНУ передбачав дослідження професійного зростання освітян через їх участь у курсі за темою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. Участь у заходах відбувалася в онлайн форматі.

У дослідженні взяли участь 248 освітян (55 у формувальному етапі педагогічного експерименту). Констатувальний етап експерименту проходив з 2017 року по 2019 рік, у ньому брали участь 193 освітянина закладів загальної середньої освіти міста Києва. Було розроблено та апробовано курс «Основи ДЗЗ» (15 годин), що складався із трьох лекцій і трьох практичних занять, які об'єднані в теми: «Ознайомлення з ЕО Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)»; «Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)» та «Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)». Було опрацьовано анкети 193 учасників курсів, виявлено, що 63% учасників знайомі (або знайомі «поверхнево») з поняттями «супутниковий знімок» та «дистанційне зондування Землі», 4% – працювали із супутниковими знімками під час навчання у закладах вищої освіти і тільки 2% практикує їх використання у закладах загальної середньої та/або позашкільної освіти. Також було зібрано рекомендації та побажання від педагогів щодо умов використання технологій ДЗЗ в освітній діяльності: сервіси і програмні забезпечення, які будуть використовуватися мають бути безкоштовними, із вільним доступом, аби не створювати додаткових труднощів із придбанням ліцензії; дружній (інтуїтивно-зрозумілий) та україномовний інтерфейс сервісів і програмних забезпечень; теми курсу мають безпосередньо стосуватися програми закладів загальної середньої освіти; розробка методичних та дидактичних матеріалів, які

можна взяти повністю, або частково для проведення заняття; методична та дидактична підтримка від фахівців на початку впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

У 2022 році ми проводили формувальний етап дослідження. Критеріями та показниками цього дослідження були: суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ (оцінювання своїх знань та навичок з основ ДЗЗ; оцінювання ролі ДЗЗ в сучасному освітньому процесі та оцінювання власного прогресу); об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ (розуміння фізичних основ ДЗЗ; розуміння базових функціональних можливостей ресурсів ДЗЗ; вміння використовувати ці ресурси в освітніх цілях); суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі (оцінка технічних можливостей використання даних ДЗЗ в освітньому процесі; оцінка своєї готовності використовувати супутникові дані в освітніх цілях; оцінка щодо готовності учнів використовувати дані ДЗЗ в освітніх цілях та дослідницьких цілях).

Згідно з усередненими значеннями за критеріями дослідження можемо зробити висновки про динаміку до збільшення частки освітян з високим рівнем як в КГ, так і в ЕГ, зокрема на 11,1% та 20,24% відповідно (рис. 4). Частка освітян із середнім рівнем в обох групах має незначну тенденцію до зменшення, зокрема в КГ на 1,23%, а в ЕГ на 1,19%. Досить значну тенденцію до зменшення має кількість учасників з низьким рівнем у КГ – на 9,88%, а в ЕГ на 21,43%. Узагальнюючи результати, бачимо зростання кількості освітян з високим рівнем здебільшого за рахунок зменшення частки з низьким рівнем.

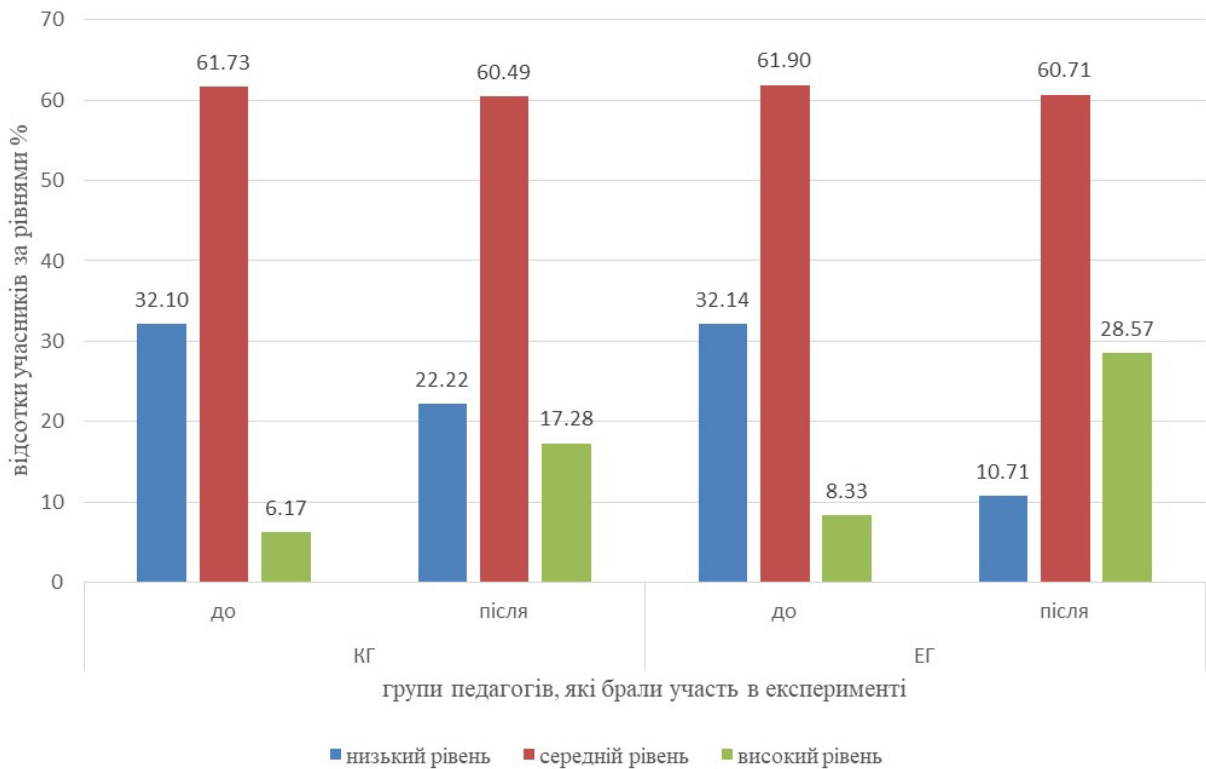


Рис.4 Діаграма усереднених за критеріями дослідження значень відсоткового співвідношення кількості педагогів, які брали участь у педагогічному експерименті, за рівнями (%).

Описано перспективні напрямки впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, це, зокрема: технологізація освітнього процесу, його міждисциплінарність, забезпечення міжнародної співпраці, та розвиток таких напрямків, як освіта для сталого розвитку та відновлення. Окреслено можливості використання технологій штучного інтелекту в сфері ДЗЗ. Також розроблено методичні рекомендації щодо ефективного впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ у масову освітню практику, зокрема в заклади загальної середньої та позашкільної освіти поза системою МАНУ які згрупували у блоки: нормативні, організаційні та рекомендації освітянам, які хочуть впровадити технології ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні розглянуто теоретичне обґрунтування та практичне впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Розроблено та експериментально перевірено модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ».

1. Здійснено теоретичний аналіз поняттєво-термінологічного апарату проблеми впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес у психолого-педагогічній, науково-методичній літературі. Здійснено наукове обґрунтування феномену «інформаційно-освітня система».

Окреслено відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення учня, що зумовлено специфікою даних ДЗЗ. Описано цілісну єдність наукового пізнання у взаєминах формування наукової картини світу та наукового мислення. Окреслено, що використання геоданих через ДЗЗ та їх аналіз в ГІС, як розширює так і поглиблює наукову картину учня. Окреслено, що впровадження інформаційно-освітньої системи в освітній процес можна умовно поділити на декілька рівнів: на рівні пошуку наявної інформації – репродуктивний рівень; на рівні аналізу наявної інформації – продуктивний рівень; на рівні створення нової інформації – творчий рівень.

Обґрунтовано, що використання даних ДЗЗ в освітньому процесі є освітньо-науковою інновацією, через такі фактори, як: часовий (відносно нова галузь знань), практичний (потребує значних напрацювань, щодо впровадження в освітній процес шкільного рівня) та технологічний (галузь науки та економіки, яка стрімко розвивається). Окреслено, що процес впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ має враховувати такі освітні підходи, як: діяльнісний, інтеграційний, компетентнісний та системний.

2. Визначено смислове поле термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація». Запропоновано авторське тлумачення терміну «ІОС з основ ДЗЗ» як комплекс умов та процес з їх створення, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій ГІС та ДЗЗ, в тому числі геоданих та способів їх обробки й аналізу.

Система у цьому розумінні використовується на позначення взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів освітнього процесу, зокрема: суб'єктів та об'єктів освітнього процесу, дидактико-методичного та організаційно-процесуального блоків. Смысловое поле терміна «освітньо-наукова інновація» ми визначаємо як системний та комплексний процес впровадження інноваційних форм, методів, засобів, підходів тощо в освітній процес, який ґрунтується на концепції наукової освіти з метою забезпечення його відповідності сучасним вимогам суспільства та ринку праці.

3. Визначено, що сутністю ІОС з основ ДЗЗ є освіта через дослідження, в цьому контексті ми опираємося на концепцію наукової освіти. Уточнено визначення наукової освіти як освітньої концепції, яка націлена на синергію освіти і науки та базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. До змісту ІОС з основ ДЗЗ віднесено обов'язкові структурні елементи системи, які зібрані у комплекси: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine».

Окреслено перспективно-прогностичні напрями впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі МАНУ: музеї науки; вивчення змін клімату; моніторинг військових дій; сільськогосподарські дослідження; розвиток STEM-освіти; геопросторовий аналіз для відновлення розвитку територіальних громад, які постраждали від військової агресії; співпраця з профільними науковими та громадськими організаціями. Описано три типи суб'єкт-об'єктних відносин: суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані та суб'єкт-інформаційні ресурси та три блоки суб'єкт-суб'єктних взаємодій: учень-учень, учень-вчитель («учень – керівник секції», «учень – педагогічний» керівник, «учень – науковий керівник») та вчитель-вчитель (фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – керівник секції, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – науковий керівник, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – педагогічний керівник). Окреслено, що результатом цих взаємодій є формування спільноти, що є одночасно умовою і результатом впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ.

4. Визначено технологічне забезпечення процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ в структурі МАНУ через набір форм, методів та засобів освітнього процесу. Окреслено головні методи (дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність), форми (за взаємодією суб'єктів освітнього процесу: очна і дистанційна; за кількістю залучених учнів: індивідуальна, групова та колективна робота; за інтерактивністю: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо) та засоби (засоби: Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview Quantum GIS, ArcGIS Online, Giovanni NASA, Google Earth Engine) організації освітнього процесу під час впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ. Описано досвід широкого впровадження ІОС з основ ДЗЗ в практику регіональних осередків МАНУ зокрема через створення та розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних

відділеннях МАНУ, зокрема м. Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини. Описано вплив упровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ на формування дослідницької компетентності та навичок 4К в учнів.

5. Визначено організаційно-педагогічні умови впровадження ІОС з основ ДЗЗ, зокрема: створення міждисциплінарного дослідницького простору; залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження; застосування інформаційних технологій, зокрема ГІС та ДЗЗ, як інструментів дослідження; орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження.

6. Обґрунтовано модель ІОС з основ ДЗЗ – «Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ», база якої умовно складається з декількох структурних компонентів: теоретичний (цілепокладальний, методологічно-концептуальний, змістово-процесуальний та технологічний компоненти, окремо визначено передумови та організаційно-педагогічні умови), практичний (структурні компоненти та етапи впровадження освітньо-наукової інновації – ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ та географія її впровадження), результуючий (дослідження динаміки формування дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогів МАНУ та як результат: створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ). Описано зв'язки-залежності структурних компонентів ІОС з основ ДЗЗ та виокремлено партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини за такими типами взаємодії: учень-керівник секції «ГІС та ДЗЗ», учень - педагогічний керівник та учень-науковий керівник. Окреслено географію впровадження ІОС з основ ДЗЗ, яка охоплює 14 територіальних відділень МАНУ. Окреслено, що в сукупності усі заходи із впровадження ІОС з основ ДЗЗ сприяють тому, аби створити нову спільноту із учасників освітнього процесу які зацікавлені та використовують дані ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Обґрунтовано, що впровадження ІОС з основ ДЗЗ є багатоаспектним явищем. Визначено, що ІТ мають революційний вплив на науку загалом і на цикл наук про Землю, які мають складний та унікальний для цієї галузі набір ІТ, зокрема технології – ГІС та ДЗЗ. Описано передумови та організаційно-педагогічні умовами впровадження авторської моделі ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ.

Визначено, що ефективність впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ доцільно згрупувати у два блоки критеріїв: теоретичний (розробка дидактико-методичного блоку) і практичний (динаміка дослідницької компетентності учнів (педагогічний експеримент), професійне зростання педагогічних працівників (педагогічний експеримент) та розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ»). Окреслено напрями реалізації моделі ІОС з основ ДЗЗ: організаційні, методичні, підвищення кваліфікації освітян, заходи для учнів, співпраця з науковими, освітніми закладами та комерційними організаціями.

7. Практично перевірено ефективність впровадження моделі в систему МАНУ відповідно до етапів освітньо-наукової інновації. Окреслено

результативність десяти етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ як освітньо-наукової інновації. Описано результати педагогічного експерименту, який передбачав дослідження розвитку дослідницької компетентності учнів секції «ГІС та ДЗЗ» через їх участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ та через участь педагогів МАНУ в курсах «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. Участь у заходах відбувалася в онлайн форматі. У дослідженні взяли участь 286 учнів (141 в формульованому етапі педагогічного експерименту: 73 у контрольній групі (учні МАНУ, які не брали участі у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року) та 68 в експериментальній). Визначено критерії (ціннісно-мотиваційний, когнітивно-дослідницький та процесуально-рефлексивний) та показники сформованості дослідницької компетентності.

За результатами педагогічного експерименту визначено, що існує істотна відмінність у рівнях сформованості дослідницької компетентності учнів у КГ та ЕГ, згідно визначених критеріїв. За ціннісно-мотиваційним критерієм кількість учнів в ЕГ з низьким рівнем знизилася на 10,29% (у КГ на 2,75%), середнім – знизилася на 8,83% (у КГ на 4,11%), з високим рівнем зросла на 19,12% (у КГ на 6,84%). За когнітивно-дослідницьким критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 7,84% (у КГ на 9,59%), з середнім рівнем знизилася на 11,76% (у КГ зріс на 8,22%), з високим рівнем зросла на 19,14% (у КГ на 1,37%). За процесуально-рефлексивним критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 13,06% (у КГ на 9,6%), середнім рівнем знизилася на 8,83% (у КГ зріс на 6,85%), з високим зросла на 14,11% (у КГ на 2,74%). Отже після експерименту простежується загальна тенденція до збільшення кількості учнів з високим рівнем в ЕГ та середнім рівнем в КГ, кількість учнів з низьким рівнем мають тенденцію до зменшення в обох групах. Для статистичного обґрунтування результатів дослідження використано метод перевірки статистичних гіпотез за критерієм Стьюдента.

Проаналізовано розвиток навичок 4К через участь учнів в таких проєктах як: Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ, Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», Всеукраїнський конкурс «Save Спадок» та III етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ».

Педагогічний експеримент серед освітян передбачав дослідження професійного зростання педагогів через їх участь у курсі за темою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. У дослідженні взяли участь 248 освітян (55 в формульованому етапі педагогічного експерименту). Констатувальний етап експерименту проходив з 2017 року по 2019 рік, у ньому взяли участь 193 освітянина закладів загальної середньої освіти міста Києва. Було розроблено та апробовано курс «Основи ДЗЗ».

Визначено критерії (суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ та суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі) та показники дослідження. Згідно усереднених значень за критеріями дослідження можемо зробити висновки про динаміку до збільшення частки освітян з високим рівнем як в КГ, так і в ЕГ, зокрема на 11,1% та 20,24%

відповідно. Частка освітян з середнім рівнем в обох групах має незначну тенденцію до зменшення, зокрема в КГ на 1,23%, а в ЕГ на 1,19%.

Досить високу тенденцію до зменшення має кількість учасників з низьким рівнем у КГ на 9,88%, а в ЕГ на 21,43%. Узагальнюючи результати визначено зростання кількості освітян з високим рівнем здебільшого за рахунок зменшення частки з низьким рівнем. Для статистичного обґрунтування результатів дослідження використано метод перевірки статистичних гіпотез за критерієм Стюдента.

Встановлено перспективні напрямки впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ: технологізація освітнього процесу, його міждисциплінарність, забезпечення міжнародної співпраці, та розвиток таких напрямків, як освіта для сталого розвитку та відновлення. Також розроблено методичні рекомендації щодо ефективного впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ у масову освітню практику, які згрупували у блоки нормативні, організаційні та рекомендації освітянам, які хочуть впровадити технології ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми теоретичного обґрунтування та практичного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Перспективними напрямками подальших наукових розвідок є адаптація розробленої моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ до умов освітнього процесу закладів позашкільної освіти за межами МАНУ, зокрема, закладів загальної середньої та вищої освіти, розробка технологій формування дослідницької компетентності учнів секцій «ГІС та ДЗЗ» технологіями аерофотознімання безпілотних літальних апаратів та використання технологій штучного інтелекту.

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації

Монографії

1. Довгий С. О., **Бабійчук С. М.** Застосування геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі у дослідницькій діяльності старшокласників: монографія. Київ: Інститут обдарованої дитини Національної академії педагогічних наук України, 2017. 228 с. ISBN 978-966-2633-89-4.

2. Довгий С. О., Копійка О. В., **Бабійчук С. М.** Інтерпретація (дешифрування) та аналіз супутникових знімків *Геоінформатика: теорія і практика: колективна монографія*. Київ: Інститут обдарованої дитини Національної академії педагогічних наук України, 2023. 787 с. ISBN 978-617-7945-60-3.

Статті у наукових фахових виданнях України

3. **Бабійчук С. М.** Першопричини зародження наукової освіти в період становлення античної філософії. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. Слов'янськ, 2017. Вип. 6. С. 128–136.

4. **Бабійчук С. М.** Передумови зародження наукової освіти в епоху Відродження. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія: Педагогіка та психологія*, 2017. Вип. 2. С. 19–21.

5. **Бабійчук С. М.** Геоінформаційні системи та дистанційне зондування землі як засоби інформатизації дисциплін природничого циклу в Малій академії наук України. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2018. № 1. С. 3–11.

6. **Бабійчук С. М.** Пріоритетні шляхи реформування наукової освіти США. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 151(1). С. 156–159.

7. **Бабійчук С. М.** Наукова освіта як педагогічний концепт. *Молодь і ринок*, 2018. № 2. С. 60–63.

8. **Бабійчук С. М.** Ретроспективний аналіз ролі освіти та науки у братських школах України. *Інноватика у вихованні*, 2018. Вип. 7(2). С. 46–53.

9. **Бабійчук С. М.** Наукова освіта у школах США: ретроспективний аналіз. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Сер. : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 1. С. 224–228.

10. **Бабійчук С. М.** Застосування геоінформаційних систем у дослідницьких роботах учнів Київської Малої Академії Наук. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 155. С. 89-92.

11. **Бабійчук С. М.** Основні етапи учнівського дослідження на уроках науки в школах США. *Психолого-педагогічні проблеми сільської школи*, 2018. Вип. 58. С. 54–59.

12. **Бабійчук С. М.** STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*, 2018. № 1. С. 12–17.

13. **Бабійчук С. М.** Деякі підходи до розуміння терміна «наукова картина світу». *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2020. Випуск 30. Том 3. С. 206–212.

14. **Бабійчук С. М.** Огляд ролі наукового методу в освітній сфері епохи Нового часу. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: «Педагогічні науки»*, 2020. Вип. 2.2020. С. 10–15.

15. **Бабійчук С. М.** Педагогічна концепція «наукова освіта». *Освітній дискурс збірник наукових праць*, 2020. №23. С. 14–21.

16. **Бабійчук С. М.** Формування навичок «4К» на основі дослідницької діяльності учня. *Гірська школа Українських Карпат*, 2020. №22. С. 171–174.

17. **Бабійчук С. М.** До питання ролі наукового методу в освіті наукового спрямування. *Збірник наукових праць проблеми підготовки сучасного вчителя*, 2020. №2. С. 6–11.

18. Ковальова О. А., Кузьменко Г. В, **Бабійчук С. М.** Теоретико-прикладні аспекти створення інноваційних освітніх методик у системі Малої академії наук України. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*, 2021. №26. С. 7–15.

19. **Бабійчук С. М.** Результати організації Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд». *Освітній дискурс збірник наукових праць*, 2023. № 46 (10-11). С. 82–90.

20. **Бабійчук С. М.**, Васинюк Т. В. Можливість використання супутникових знімків у дослідницькій діяльності учнів Малої академії наук України в умовах російсько-української війни. *Наукові записки Малої академії наук України*, 2024. № 2. С. 3-12.

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

21. Довгий С. О., **Бабійчук С. М.**, Юрків Л. Я., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Данилов С. О. Застосування супутникових знімків у дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2020. № 80(6). С. 21–38 (**Web of Science**).

22. Dovgyi S. O., Nebrat V. V., Svyrydenko D. B. **Babiichuk S. M.** Science education in the age of Industry 4.0: challenges to economic development and human capital growth in Ukraine. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2020. № 1, pp. 146–151 (**Scopus**).

23. Dovgyi S. O., **Babiichuk S. M.**, Tomchenko O. V. Experience of Using Planet Earth Observation Data in Retraining Courses for Educators in the Junior Academy of Sciences of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools*, 2023. Vol. 95, №3. pp. 197–214 (**Web of Science**).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

24. **Бабійчук С. М.** Результати впровадження STEM-освіти у Київській Малій академії наук. *Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку»*. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 9-10 листопад 2017. С. 15–18.

25. **Бабійчук С. М.**, Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Застосування сервісу EO Browser в освітній діяльності: досвід лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Малої академії наук України. *Перспективи впровадження ГІС-технологій у прикладні дослідження* : збірник результатів науково-прикладних досліджень. Київський нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2020. С. 42-45.

26. **Babiichuk S. M.**, Dovgyi S.O., and Kuchma T.L. Using Remote Sensing Technologies to Improve Climate Literacy of Students at the Junior Academy of Sciences of Ukraine. *EGU General Assembly 2021*. Online. 19-30 Apr 2021, EGU21-5380, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-5380>, 2021

27. **Babiichuk S. M.**, Tomchenko O. V., Kobliuk N. S. Advanced Training Course on Remote Setting for Educators at the Junior Academy of Sciences of Ukraine. *Earth Observation for Environmental Monitoring - 41st EARSeL Symposium*. 6th EARSeL

Workshop on Developing Countries Symposium Book of Abstracts. Paphos, Cyprus. 13-16. Sept. 2022. pp. 51-52.

28. **Babiichuk S. M.**, Pikul S. T., Davybida L. I., Tomchenko O. V., Hordiienko O. S. Using Satellite Imagery as an Educational Tool: Experience on the example of the All-Ukrainian Summer School on Remote Sensing 2021-2022. *GeoTerrace*. Online. 2-4 Oct 2023. GeoTerrace-2023-075 <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510075>

29. **Babiichuk S. M.**, Dovgyi S. O., and Davybida L. I. Remote sensing as a tool for science education and engagement: the case of the All-Ukrainian competition «Ecoview». *EGU General Assembly 2024*. Vienna, Austria. 14-19 Apr 2024, EGU 24-6381, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-5380>.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дослідження

30. **Бабійчук С. М.** Науково-дослідницькі роботи учнів-членів Київської Малої академії наук, виконані з використанням концепту STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія : Педагогічні науки*, 2017 Вип. 10. С. 208-219.

31. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: навч. посіб. / Довгий С. О., Лялько В. І., **Бабійчук С. М.**, Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с. ISBN 978-617-7734-01-6

32. Алексик Н. І., Яковлева Т. М., Томченко О. В., **Бабійчук С. М.** Результати застосування дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем у науково-дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія «Педагогічні науки»*, 2019. Вип. 15. С. 6-13.

33. **Babiichuk S.**, Iurkiv L., Tomchenko O., Kuchma T. Implementation of Science Education Principles at the Junior Academy of Sciences of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Theory and practice of science education*, 2019. Vol. 1, Iss. 1-2. pp. 58-70.

34. Довгий С. О., Терлецька К. В., **Бабійчук С. М.** Кліматична освіта в Малій академії наук України. Національний центр «Мала академія наук України», 2020. № 2 (18). С. 3–13.

35. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: навч.-метод. посіб. / Довгий С. О., **Бабійчук С. М.**, Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с. ISBN 978-617-7945-11-5

36. Основи дистанційного зондування Землі: робочий зошит. Частина 1. / Бабійчук С. М., Юрків Л. Я., Томченко О. В., Кучма Т. Л. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 80 с. ISBN 978-617-7945-43-6

37. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: робочий зошит. Частина 2 / **Бабійчук С. М.**, Кучма Т. Л., Юрків Л. Я., Томченко О. В. за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 224 с. ISBN 978-617-7945-20-7

38. Довгий С. О., **Бабійчук С. М.**, Томченко О. В., Лялько В. І. Досвід проведення спецкурсу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» для педагогічних працівників. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 2021. №21. С. 1–7.

39. Збірник інноваційних практик наукової освіти учнів Малої академії наук України / Ковальова О. А., Міленіна М. М., Кузьменко Г. В., Бурласенко Т. І., **Бабійчук С. М.**, Дубініна О. В., Казакова О. І. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2021. 122 с. ISBN 978-617-7734-35-1.

40. Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine : навч. посіб. / **Бабійчук С. М.**, Гордієнко О. В., Томченко О. В., Давибіда Л. І., Коблюк Н. С., Пікуль С. Т. за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 116 с. ISBN 978-617-7945-58-0

41. **Бабійчук С. М.**, Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: 2-ге вид. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 24 с.

42. **Бабійчук С. М.**, Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: 2-ге вид. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 28 с.

43. **Бабійчук С. М.**, Гордієнко О. В., Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine. Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 24 с.

44. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування. Вид. 2-ге, доповн. і переробл./ **Бабійчук С. М.**, Юрків Л. Я., Томченко О. В., Кучма Т. Л., Коблюк Н. С., Гордієнко О. В. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 152 с. ISBN 978-617-7945-05-4

45. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine / **Бабійчук С. М.**, Гордієнко О. В., Томченко О. В., Коблюк Н. С., Голод В. І., Кучма Т. Л., Юрків Л. Я., Пікуль С. Т. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 200 с. ISBN 978-617-7945-09-2

46. **Бабійчук С. М.**, Томченко О. В. Моніторинг наслідків російсько-української війни інструментами ДЗЗ: збірник практичних робіт за ред. С. О. Довгого. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. 35 с.

АНОТАЦІЯ

Бабійчук С.М. Теорія і практика впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки. – Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, 2024.

У дисертаційному дослідженні досягнута мета, яка полягає у науковому обґрунтуванні теоретичних засад та результатів практичного впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України. В роботі обґрунтовано та експериментально перевірено модель інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ. Вирішено завдання дослідження, а саме: здійснено теоретичний аналіз поняттєво-термінологічного апарату проблеми впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес у психолого-педагогічній, науково-методичній літературі; обґрунтовано ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукову інновацію; визначено смислове поле термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація»; обґрунтовано теоретичний базис: сутність, зміст і зв'язки-залежності ІОС з основ ДЗЗ; окреслено технологію практичної реалізації ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ; визначено організаційно-педагогічні умови впровадження ІОС з основ ДЗЗ; обґрунтовано модель інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ; практично перевірено ефективність впровадження моделі в систему МАНУ за етапами освітньо-наукової інновації.

Окреслено методику дослідження ІОС з основ ДЗЗ через етапи впровадження освітньо-наукової інновації, зокрема: виявлення суперечності, зародження ідеї, щодо подолання цієї суперечності, розробка інновації, апробація інновації, перевірка ефективності інновації, корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу масштабування, перевірка ефективності інновації у масштабуванні, удосконалення інновації, органічна інтеграція або стагнація.

У рамках дослідження розроблено та апробовано навчально-методичний комплекс «Основи Дистанційного зондування Землі», який складається з рівнів за темами: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine». Навчально-методичний комплекс розроблений для методичної підтримки освітнього процесу МАНУ, визначено та обґрунтовано засоби, форми та методи застосування технологій ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів МАНУ. В процесі і результаті цього дослідження в структурі Національного центру МАНУ організовано роботу лабораторії «ГІС та ДЗЗ» та мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» у 14 її територіальних відділеннях.

Ключові слова: інформаційно-освітня система, дистанційне зондування Землі, освітньо-наукова інновація, освітній процес Малої академії наук України.

ABSTRACT

Babiichuk S.M. Theory and practice of implementation of an information-educational system based on remote sensing in the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine. - Copyright of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences in speciality 13.00.01 – General Pedagogy and History of Pedagogy. – Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, 2024.

The Doctoral Thesis has achieved its goal, which is to scientifically substantiate the theoretical foundations and results of the practical implementation of an information-educational system (IES) based on remote sensing in the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine. In the research the model of the information-educational system for geoscientific training of the participants of the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine (JASU) for the application of remote sensing technologies was theoretically substantiated and experimentally verified. The research tasks were solved, namely: theoretical analysis of the conceptual-terminological apparatus of the problem of implementation of remote sensing technologies in the educational process in psychological-pedagogical and scientific-methodological literature was carried out. The IES based on remote sensing as an educational innovation was substantiated.

The semantic field of the terms "remote sensing information-educational system" and "educational innovation" was defined. The theoretical basis was substantiated: the nature, content and interdependencies of the remote sensing based IES. The technology for the practical implementation of remote sensing IES in JASU was outlined. The organisational-pedagogical conditions for the implementation of remote sensing IES were determined. The model of the information-educational system for geoscientific training of the participants of the educational process of JASU for the application of remote sensing technologies was substantiated. The effectiveness of the implementation of the model in the JASU system was practically verified through the stages of pedagogical-scientific innovation.

The research methodology of the IES based on remote sensing through the stages of implementation of the pedagogical-scientific innovation was outlined, including: identification of the contradiction, genesis of the idea to overcome this contradiction, development of the innovation, testing of the innovation, verification of the effectiveness of the innovation, adjustment of the innovation in accordance with the results of the previous stage, verification of the effectiveness of the innovation in scaling, improvement of the innovation and organic integration or stagnation.

Within the framework of the research the pedagogical-methodological complex "Fundamentals of Remote Sensing " was developed and tested, consisting of thematic levels: "Fundamentals of Remote Sensing: History and Practice", "Fundamentals of Remote Sensing: Analysis of Space Images in GIS", "Fundamentals of Remote Sensing:

Processing and analysis of satellite images on the Google Earth Engine platform". The pedagogical-methodological complex was developed for the methodical support of the educational process of JASU, and the tools, forms and methods of application of remote sensing technologies in the research activities of JASU students were determined and substantiated. In the process and as a result of this research, the work of the "GIS and Remote Sensing" laboratory and the network of "GIS and Remote Sensing" scientific clubs in 14 of its territorial branches was organised within the structure of the National Centre of JASU.

Keywords: information-educational system, remote sensing of the Earth, pedagogical-scientific innovation, educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine.