

УДК 373.5.091.3:57(045)

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-1>

ОЦІНКА ВПЛИВУ ІКТ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ У ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Дефорж Ганна Володимирівна,

доктор історичних наук, професор,
професор кафедри природничих наук і методик їхнього навчання
Центральноукраїнського державного університету

імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0002-1114-3205

Scopus-Author ID: 57211290315

Researcher ID: AAB-9714-2019

Халілян Каріне Едіківна,

бакалавр факультету
математики, природничих наук та технологій

Центральноукраїнського державного
університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0009-0005-0816-5883

У статті наведені результати впливу ІКТ на ефективність вивчення біології у закладі загальної середньої освіти. Розглянуто доцільність використання інформаційних технологій на уроках для отримання високих результатів. Для розуміння біології важливим є спостереження за живими природними об'єктами, вивчення їх структури, будови тощо. Зробити це під час уроку, особливо під час дистанційного навчання, іноді неможливо. Натомість сучасні інформаційно-комунікаційні технології забезпечують таку можливість. За допомогою комп'ютерних технологій створюється можливість представлення відеоматеріалів з демонстрацією природних об'єктів. Крім того, спеціально розроблені інформаційні засоби навчання полегшують процес формування знань, їх закріплення та перевірки рівня засвоєння інформації. Дослідження показали, що використання ІКТ підвищує мотивацію учнів, покращує засвоєння знань, стимулює пізнавальну діяльність, розвиває критичне мислення та творчий потенціал. Також розглядаються різні методи та засоби ІКТ, які можуть бути використані для підвищення ефективності вивчення біології. До них належать вебсайти, комп'ютерні програми, моделювання, відеоматеріали, віртуальні лабораторії та інші інтерактивні ресурси. Використання цих інструментів дозволяє отримати глибші практичні знання, а також розвинути навички самостійної роботи та комунікативні здібності, дозволяють отримувати навчальний матеріал у будь-якому місці та часі, сприяють індивідуалізації навчання. Наголошується на необхідності інтеграції ІКТ у навчальний процес для підвищення якості біологічної освіти. Використання ІКТ у закладах загальної середньої освіти може бути ефективним засобом залучення учнів до вивчення біології, підвищення їхньої пізнавальної активності, розширення доступу до актуальної інформації та навчання цифрової грамотності.

Ключові слова: дистанційне навчання, ІКТ, уроки біології, онлайн-урок, інформатизація, електронні ресурси.

Deforz Hanna, Khalilian Karine. Assessment of the impact of ICT on the efficiency of studying Biology in an Institution of General Secondary Education

The article presents the results of the impact of ICT on the effectiveness of studying Biology in an Institution of General Secondary Education. The expediency of using information technologies in lessons to obtain high results is considered. To understand Biology, it is important to observe living natural objects, study their structure, etc. It is sometimes impossible to do this during a lesson, especially during distance learning, but modern information and communication technologies provide such an opportunity. With the help of computer technologies, it is possible to present video materials with the demonstration of natural objects. In addition, specially developed educational information aids facilitate the process of knowledge formation, its consolidation and checking the level of information

assimilation. Studies have shown that the use of ICT increases students' motivation, improves knowledge acquisition, stimulates cognitive activity, develops critical thinking and creative potential. Various ICT methods and tools that can be used to improve the effectiveness of studying Biology are also considered. These include websites, computer programs, simulations, videos, virtual labs, and other interactive resources. The use of these tools allows you to gain deeper practical knowledge, as well as develop independent work skills and communication skills, allow you to receive educational material at any place and time, and contribute to the individualization of education. The need to integrate ICT into the educational process to improve the quality of biological education is emphasized. The use of ICT in Institutions of General Secondary Education can be an effective means of attracting students to the study of Biology, increasing their cognitive activity, expanding access to current information and teaching digital literacy.

Key words: distance learning, ICT, Biology lessons, online lesson, informatization, electronic resources.

Вступ. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується низкою тенденцій, серед яких чи не найважливішою є інформатизація усіх сфер життя, зокрема й освіти. З одного боку, сьогоднішні освітні установи покликані сформувати в учнів основні навички роботи з сучасними інформаційними технологіями, виховати впевнених користувачів у цифровому середовищі. З іншого боку, в освітній діяльності роль інформаційних технологій значно ширша. З огляду на зацікавленість учнів інформаційними технологіями методика навчання активно використовує цей засіб з метою формування пізнавальної активності учнів, стимулювання їхніх мотивів до навчання та оптимізації процесу засвоєння нових знань.

ІКТ відіграють важливу роль у формуванні та розвитку інформаційно-комунікаційних навичок випускників закладів загальної середньої освіти завдяки важливим можливостям організації пошуку, зберігання та обробки інформації. У зв'язку з цим рекомендується звернути увагу на педагогічне обґрунтування використання персонального комп'ютера як засобу само-розвитку та самоосвіти [1, с. 65].

Інформатизація навчання дозволяє максимально розкрити потенціал учасників освітнього процесу, дає змогу виявити та дослідити невикористані ресурси та сформувати більш розширені навчальні цілі. При цьому значно підвищується рівень роботи й у цілому всі можливі електронні та комп'ютерні ресурси стають доступними для використання. Використання інноваційних технологій посідає важливе місце в розвитку освіти.

Аналіз досліджень і публікацій. Над питанням використання ІКТ в освітньому процесі працювали і проводили дослідження багато українських вчених. Окремо можна відзначити такі роботи: В.Ф. Заболотний, І.О. Гулівар «Використання інформаційних технологій у навчальному процесі» [2]; Л.П. Міронець «Використання комп'ютерних технологій у шкільному курсі біології» [3]; О.Б. Цимбалюк «Точки дотику інформаційних технологій та біології» [4]; О.В. Тасенко «Використання комп'ютерів у викладанні хімії та біології» [5]; Н.Ю. Фоміних «Сутність поняття «інформаційно-комунікаційні технології» та їх значущість на сучасному етапі інформатизації освіти» [6]; Т.В. Водолажченко «Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках біології» [7]; М.Ф. Головцова «Використання ІКТ на уроках біології» [8] та інші.

Мета статті – продемонструвати ефективність використання сучасних інформаційних технологій на уроках біології в закладі загальної середньої освіти.

Матеріали та методи. У ході виконання даного дослідження були використані як загальнонаукові методи дослідження (аналіз і синтез, дедукція та індукція), так і спеціальні методи дослідження, зокрема метод спостереження, метод аналізу документів (при вивченні середньої успішності учнів з біології), метод педагогічного експерименту, метод анкетування учнів, а також статистичні методи аналізу результатів дослідження.

Результати. ІКТ засновані на формалізації знань, залученні до навчального процесу діалогу засобів штучного інтелекту та застосуванні спеціальних пакетів прикладних програм, у тому числі тих, що зорієнтовані на викладача, який не є програмістом. Під інформаційно-комунікаційними технологіями розуміють застосування нових принципів і підходів при організації

навчально-виховного процесу, які спрямовані на розвиток особистості та її інтелектуально-творчого потенціалу, з метою оптимізації та покращення ефективності цього процесу за рахунок різноманітних сучасних інформаційних та технічних засобів [6, с. 396].

ІКТ в освітній діяльності поділяють на декілька видів, зокрема на апаратні та програмні. Програмні засоби навчання можна поділити на дві великі групи: 1) засоби з елементами штучного інтелекту; 2) інші засоби.

До групи засобів ІКТ, в основі яких лежать елементи штучного інтелекту, належать такі:

- електронні тести (засоби комп'ютерного тестування). Роль штучного інтелекту полягає в тому, що тести здатні автоматично приймати рішення щодо правильності відповіді учня і оцінювати результати його роботи;

- комп'ютерні тренажери, в основі роботи яких лежить схожий принцип: оцінювання правильності/неправильності виконання тієї чи іншої вправи;

- системи діалогу, що передбачають інтерактивну взаємодію та ін.

До групи інших ІКТ прийнято відносити такі засоби, які не містять ознак штучного інтелекту, а частіше використовуються з інформаційною та демонстраційною метою. Зокрема, це:

- навчальні електронні бази та банки даних;

- мультимедійні (віртуальні, електронні) довідники, словники, енциклопедії;

- електронні посібники, підручники, планові документи тощо;

- електронні (віртуальні) лабораторії, мікроскопи тощо [9, с. 16].

Застосування ІКТ створює можливості будувати таку схему навчання, в якій найбільш продуктивним є поєднання звичайних і комп'ютерних методів організації. У результаті формується нова якість навчання, порівняно високий рівень знань. Саме тому учасники освітнього процесу зацікавлені у впровадженні ІКТ в освітній процес для підвищення навчально-пізнавальної діяльності учнів [10, с. 185].

Педагоги, які використовують ІКТ в навчальному процесі, стверджують, що у результаті цього процесу спостерігаються такі позитивні тенденції:

- зростає самостійність учнів та ефективність їхньої самостійної роботи;

- формуються оптимальні умови для самореалізації школярів;

- збільшується та групується, концентрується обсяг інформації з предметної дисципліни, який передається учням протягом відповідного періоду часу;

- спостерігається активізація пізнавальних інтересів школярів та формуються стимули до навчання;

- збагачується особистий досвід учнів щодо роботи з інформаційними технологіями, реалізації індивідуальних або групових проєктів тощо.

Уроки, побудовані із застосуванням ІКТ, відрізняються низкою переваг порівняно з традиційними уроками:

- 1) формують позитивні мотиви до навчання. Тобто це не стимули покарання (отримання поганої оцінки), а стимули отримання позитивних вражень від роботи з інформаційними технологіями;

- 2) досить високий естетичний рівень занять, що проявляється у можливості використання естетики наочності, звукового супроводу, відеоматеріалів;

- 3) позитивний емоційний фон, пов'язаний із загальною привабливістю інформаційних технологій для дітей сучасного покоління, а також з можливістю зміни виду діяльності учнів на уроці;

- 4) більш активне та ефективніше використання наочності, адже ІКТ мають більший демонстраційний потенціал, ніж звичайні карки, фотографії тощо;

- 5) збільшення обсягу виконаної учнями роботи (зазначається, що цей показник зростає в 1,5–2 рази);

- 6) оптимальніші умови для самостійної діяльності учнів, її індивідуалізації, диференціації;
- 7) оптимальніші умови для формування навичок дослідницької роботи школярів (зокрема, внаслідок демонстрації віртуальних дослідів та їхніх результатів);
- 8) швидкий доступ учнів до інформації за допомогою електронних довідників, пошукових систем, віртуальних бібліотек тощо [11].

В цілому завдяки використанню ІКТ покращується якість шкільної освіти, створюються умови для підготовки конкурентоспроможних випускників школи, що є гарантією їх подальшого працевлаштування, розвитку економіки держави тощо [11].

З огляду на це ІКТ стають одним з важливих засобів побудови навчального процесу в цілому, ефективним елементом уроків та позаурочної підготовки учнів.

Оцінка ефективності застосування ІКТ для формування знань з біології була проведена за допомогою педагогічного експерименту. На початку дослідження нами була сформована гіпотеза, згідно з якою використання ІКТ здатне створити високий рівень мотивації учнів до вивчення біології та сприяти покращенню засвоєння предметних знань.

Для підтвердження даної гіпотези під час дослідження було організовано педагогічний експеримент. Дослідження проводилося на базі Седнівського ліцею Устинівської селищної ради під час проходження виробничої (педагогічної) практики у терміни з 06 лютого до 18 березня 2023 року. На першому етапі експерименту був здійснений аналіз середньої успішності з біології серед учнів двох класів – 8-А і 8-Б. Учасниками дослідження стали 24 учні 8-х класів.

Другий етап педагогічного експерименту полягав у проведенні з учнями обраних класів уроків на тему «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги». При цьому в першому класі було застосовано урок без використання ІКТ. У другому класі урок на ту ж тему було організовано з використанням ІКТ відповідно до конспекту уроку. При цьому в обох класах для підвищення стимулів до навчання та засвоєння матеріалу під час уроків біології застосовувалися ігрові технології, робота у групах, використовувалася змагальний принцип.

Отже, на другому етапі педагогічного експерименту формувалися знання учнів з теми «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги», а також розвивалися пізнавальні інтереси учасників дослідження, формувалися мотиви до вивчення біології.

На третьому етапі педагогічного експерименту було проведено дослідження стану пізнавальної активності та мотивації до вивчення біології, а також оцінено рівень засвоєння знань за темою «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги» серед учнів досліджуваних 8-х класів.

Останнім етапом педагогічного експерименту стало порівняння результатів дослідження в експериментальному та контрольному класах, а також порівняння оцінок за вивчену тему з середньою успішністю з біології в обох обраних для дослідження класах. На підставі порівняння цих результатів передбачалося зробити висновки про вплив застосування ІКТ на мотивацію учнів до вивчення біології та на результати засвоєння знань з даної дисципліни.

З метою оцінки рівня засвоєння матеріалу за темою «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги» було використано систему тестових завдань сайту освітнього проекту «На урок» [12]. За результатами тестування було виставлено оцінки учням обох 8-х класів, що брали участь в експерименті, та проведено їх порівняння (табл. 1).

Дані (табл. 1) свідчать, що в експериментальному класі середній рівень засвоєння учнями знань з теми уроку складає 9,46 бала, що перевищує аналогічний показник у контрольному класі – 7,91 бала – на 1,55 бала, або на 19,54%.

В експериментальному класі 6 учнів (54,5%) продемонстрували високий рівень знань з теми проведеного уроку (отримали за тестування оцінки 10–12 балів), тоді як у контрольному класі таких учнів виявилось лише троє (13,6%).

Навпаки, учнів, які продемонстрували знання на рівні 6 балів та нижче, в контрольному класі було 2 особи (18,2%), тоді як в експериментальному класі виявився лише один такий учень (0,05%). Відмінності рівня засвоєння матеріалу уроку в експериментальному і контрольному класах наочно демонструє діаграма (рис. 1).

Таблиця 1

Порівняльний аналіз рівня засвоєння знань за темою «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги»

Учні	Кількість балів за результатами тестування	
	Експериментальний клас	Контрольний клас
1	11	9
2	8	11
3	6	7
4	11	10
5	8	6
6	9	8
7	10	7
8	11	5
9	11	7
10	8	9
11	11	7
12	8	9
Середній бал	9,46	7,91

Джерело: складено авторами

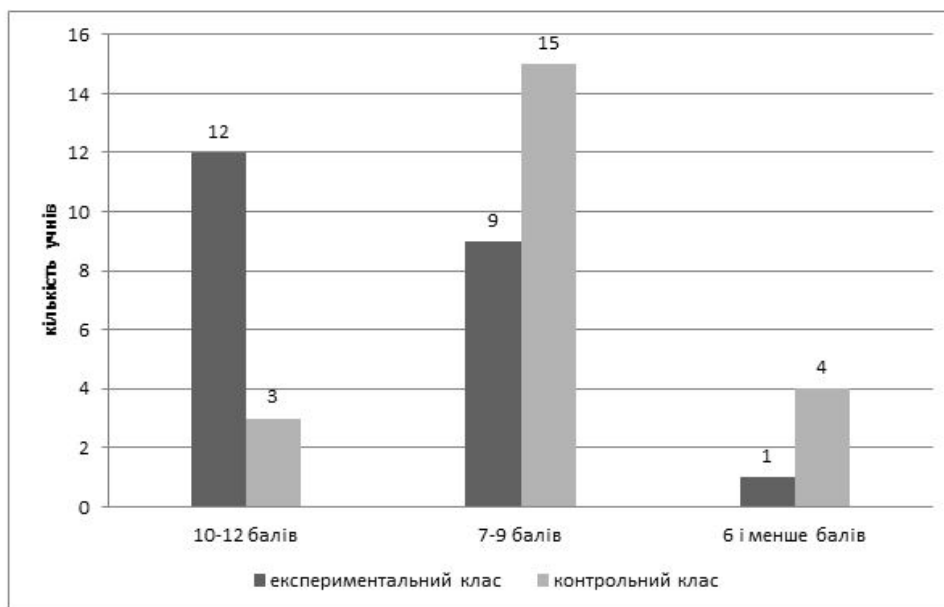


Рис. 1. Рівень засвоєння знань за темою «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги»

Джерело: складено авторами

Такі результати дослідження можуть свідчити про те, що в експериментальному класі рівень засвоєння знань з теми уроку є вищим, ніж у контрольному. Але для підтвердження цієї думки необхідно враховувати й середній рівень успішності учнів з біології (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльний аналіз середньої успішності учнів з біології

Учні	Середня успішність учнів з біології, балів	
	Експериментальний клас	Контрольний клас
1	9,8	7,3
2	6,6	8,2
3	5,7	6,8
4	10,4	8,5
5	6,8	5,9
6	7,1	9,3
7	7,8	5,7
8	9,8	5,4
9	9	6,5
10	7,8	8,9
11	10,6	6,8
12	7,5	9,5
Середній бал	8,24	8,09

Джерело: складено авторами

Дані таблиці (табл. 2) показують, що середній рівень успішності з біології в обох досліджуваних класах майже однаковий. Але при цьому в експериментальному класі він значно нижчий, ніж рівень засвоєння знань за темою уроку, а в контрольному класі дещо вищий. Наочно це демонструє діаграма (рис. 2). Такі відмінності свідчать про те, що саме тема «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги» була значно краще засвоєна учнями експериментального класу порівняно з контрольним, а середній бал успішності з предмета майже не мав впливу на ці результати.

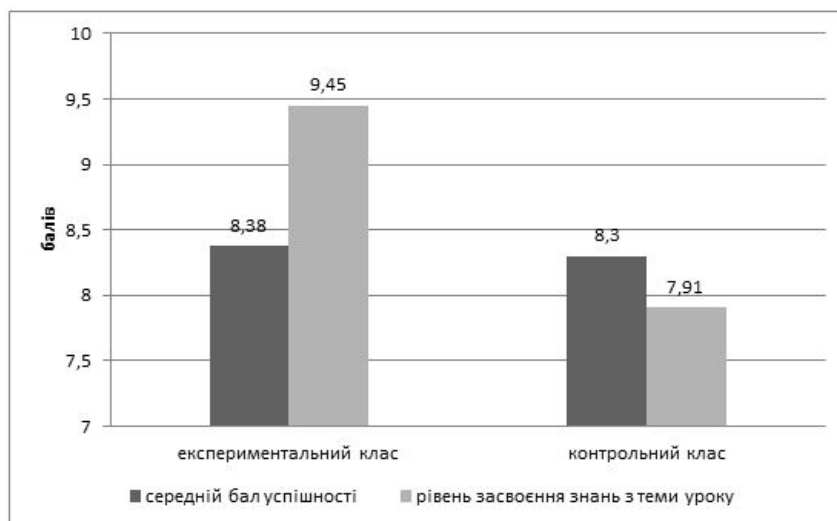


Рис. 2. Порівняння середньої успішності учнів з біології та рівня знань за темою проведеного уроку

Джерело: складено авторами

Так, в експериментальному класі, в якому урок був проведений з використанням ІКТ, рівень засвоєння знань з теми уроку в середньому на 1,07 балів, або на 12,8%, є вищим порівняно з балом середньої успішності класу з біології.

У контрольному класі, де тема «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги» вивчалася без застосування ІКТ, рівень засвоєння знань з теми уроку в середньому на 0,39 бала, або на 4,7%, є меншим порівняно з балом середньої успішності контрольного класу з біології.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що застосування інформаційних технологій посприяло кращому закріпленню матеріалу з теми уроку в експериментальному класі.

Крім того, в ході дослідження з метою оцінки рівня пізнавальної активності та мотивації учнів до вивчення біології на проведеному уроці було використане анкетування.

Проведене опитування показало, що після проведення уроку біології в експериментальному та контрольному класах учні по-різному оцінюють цікавість уроку і мають різний рівень мотивації до вивчення матеріалу (табл. 3).

Таблиця 3

Порівняльний аналіз зацікавленості та мотивації учнів під час вивчення біології

Учні	Рівень пізнавальної активності та мотивації до вивчення біології, балів	
	Експериментальний клас	Контрольний клас
1	13	8
2	15	9
3	14	10
4	14	7
5	15	6
6	10	8
7	9	9
8	11	7
9	10	8
10	12	11
11	13	8
12	9	12
Середній бал	12,08	8,58

Джерело: складено авторами

Дані (табл. 3) свідчать про те, що застосування ІКТ на уроках біології сприяє покращенню організації навчального процесу в цілому, а також підвищує пізнавальну активність учнів та рівень їх мотивації до вивчення біології.

Зокрема, в експериментальному класі спостерігався менший рівень втомленості учнів під час уроку, а зацікавленість учнів у вивченні біології, навпаки, була вищою. Наочно це демонструє діаграма (рис. 3).

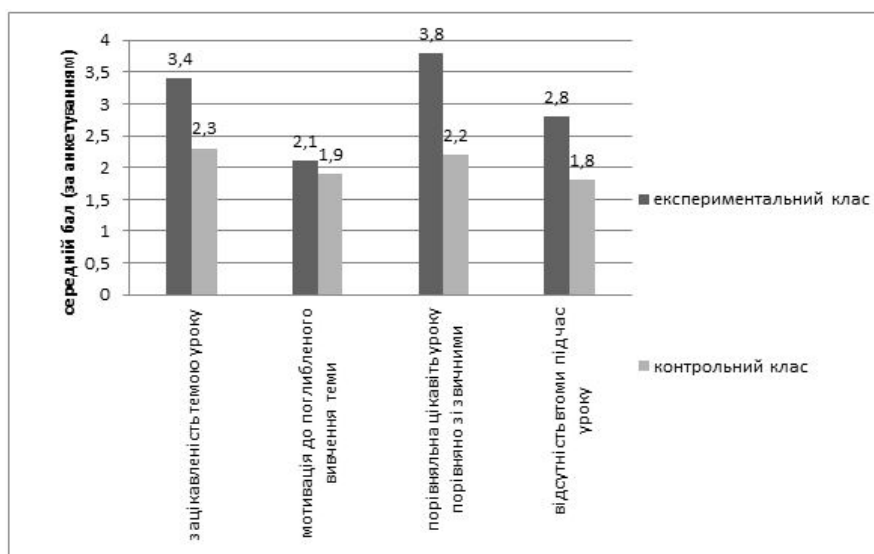


Рис. 3. Ефективність проведення уроків біології з використанням ІКТ та без

Джерело: складено авторами

Отже, проведений експеримент дає змогу підтвердити гіпотезу дослідження, що використання ІКТ здатне створити високий рівень мотивації учнів до вивчення біології та сприяти покращенню засвоєння предметних знань, а також підвищити творчий потенціал учнів [13].

Висновки. ІКТ на сучасному етапі розвитку освіти є важливим засобом педагогічного впливу на школярів, а також створюють оптимальні можливості для роботи педагогів. ІКТ мають різні механізми впливу на навчально-виховний процес. Зокрема, вони здійснюють мотиваційний вплив на учнів, стимулюють їх пізнавальну активність, покращують сприйняття матеріалу за допомогою унаочнення та візуалізації, сприяють підвищенню продуктивності праці школярів на уроках та в позаурочний час, оптимізують самостійну роботу учнів, сприяють розвитку навичок дослідницької діяльності тощо.

Проведений експеримент дав змогу підтвердити гіпотезу дослідження, що використання ІКТ здатне створити високий рівень мотивації учнів до вивчення біології та сприяти покращенню засвоєння предметних знань.

Подальший напрям дослідження міститиме впровадження і використання сучасних інформаційно-комунікаційних програм, електронних ресурсів і навчальних додатків для полегшення засвоєння знань.

Література:

1. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках біології як засіб посилення мотивації учня до навчальної діяльності / С.С. Кашу, Г.О. Євтушенко, Г.М. Тішакова. *Молоді вчені: гіпотези, проекти, дослідження* : збірник наукових праць. Старобільськ, 2019. 72 с.
2. Заболотний В.Ф., Гулівар І.О. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : збірник наукових праць. Київ – Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2007. 68–72 с.
3. Міронець Л.П. Використання комп'ютерних технологій у шкільному курсі біології. Суми : Вид-во «Шкільний світ», 2007. С. 3–5.
4. Цимбалюк О.Б. Точки дотику інформаційних технологій та біології : навчально-методичний посібник. Березнівський навчально-виховний комплекс «Економіко-гуманітарний ліцей – загальноосвітня школа І-ІІ ступенів». Березне, 2018. 30 с.
5. Тасенко О.В. Використання комп'ютерів у викладанні хімії та біології. *Комп'ютер у школі та сім'ї : науково-методичний журнал*. Миколаїв, 2007. 16–18 с.
6. Фоміних Н.Ю. Сутність поняття «інформаційно-комунікаційні технології» та їх значущість на сучасному етапі інформатизації освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах* : збірник наукових праць / наук. ред. Сущенко Т.І. та ін. Запоріжжя, 2009. Вип. 5 (58). С. 396–400.
7. Водолаженко Т.В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках біології. *Навчально-методичний вісник*. 2015. № 15. Харків, 2015. С. 9.
8. Головцова М.Ф. Використання ІКТ на уроках біології. *Директор школи : науковий журнал*. Житомир, 2011. 13–15 с.
9. Швачич Г.Г., Толстой В.В. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології : навчальний посібник. Дніпро : НМетАУ, 2017. 230 с.
10. Кошеленко Ю.В. Впровадження комп'ютерів у навчальний процес учнів старшої школи. *Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (XXIII Каришинські читання), м. Полтава, 19–20 травня 2016 р. С. 185–188. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/17727/1/74.pdf>.
11. Кравченко К.А. Використання інформаційно-комп'ютерних технологій на уроках біології. *Природничі науки і освіта* : збірник наукових праць природничо-географічного факультету. Умань, 2012. С. 117–120. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/143/1/Vykorystannia%20informatiino-kompiuternykh%20tekhnolohii%20na%20urokakh%20biolohii.pdf>.
12. Зубрик Т.В. Слухова сенсорна система. Тест. Освітній проєкт «На урок». 2020. URL: <https://naurok.com.ua/test/sluhova-sensorna-sistema-65805.html>.
13. Development of creative potential of future teachers – Strategy for improving the quality of higher pedagogical education / L.V. Kondrashova, M.M. Kondrashov, N.O. Chuvasova, N.A. Kalinichenko,

H.V. Deforz. *Revista Educação & Formação*. Fortaleza. 2020. V. 5 № 3. P. 1–15. URL: <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/3292/2917>.

References:

1. Kashu S.S., Yevtushenko G.O., Tishakova G.M. (2019). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na urokakh biolohii yak zasib posylennia motyvatsii uchnia do navchalnoi diialnosti [The use of information and communication technologies in Biology lessons as a means of enhancing student motivation for learning activities]. *Molodi vcheni: hipotezy, proekty, doslidzhennia : zbirnyk naukovykh prats*. Starobilsk., 72 p. [in Ukrainian].
2. Zabolotnyi V.F., Gulivar I.O. (2007). Vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii u navchalnomu protsesi [The use of information technologies in the educational process]. *Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems: Collection of Scientific Papers*. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy: zbirnyk naukovykh prats. Kyiv – Vinnytsia : TOV firma “Planer”, P. 68–72. [in Ukrainian].
3. Mironets L. P. (2007). Vykorystannia kompiuternykh tekhnolohii u shkilmomu kursi biolohii. [The use of computer technologies in the school Biology course]. Sumy: Vyd-vo Shkilnyi svit, P. 3–5. [in Ukrainian].
4. Tsymbaliuk O.B. (2018). Tochky dotyku informatsiinykh tekhnolohii ta biolohii. Navchalno-metodychnyi posibnyk [Points of contact between information technology and biology. Educational and methodological manual]. Bereznivskiyi navchalno-vykhovnyi kompleks “Ekonomiko-humanitarnyi litsei – zahalnoosvitnia shkola I II stupeniv”. Berezne, 30 p. [in Ukrainian].
5. Tasenko O. V. (2007). Vykorystannia kompiuteriv u vykladanni khimii ta biolohii [The use of computers in teaching chemistry and Biology]. *Kompiuter u shkoli ta simi: nauko-metodychnyi zhurnal*. Mykolaiv. P. 16–18. [in Ukrainian].
6. Fominikh N. Y. (2009). Sutnist poniattia “informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii” ta yikh znachushchist na suchasnomu etapi informatyzatsii osvity. [The essence of the concept of “information and communication technologies” and their significance at the present stage of informatisation of education]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh : zb. nauk. pr. / nauk. red. Sushchenko T.I. ta in. Zaporizhzhia*. Issue 5 (58). P. 396–400. [in Ukrainian].
7. Vodolazchenko T.V. (2015). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na urokakh biolohii [The use of information and communication technologies in Biology lessons]. *Navchalno-metodychnyi visnyk*. No 15. Kharkiv, 9 p. [in Ukrainian].
8. Golovtsova M.F. (2011). Vykorystannia IKT na urokakh biolohii [ICT use in Biology lessons]. *Dyrektor shkoly: naukovyi zhurnal*. Zhytomyr, P. 13–15. [in Ukrainian].
9. Shvachich G.G., Tolstoy V.V. (2017). Suchasni informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii: Navchalnyi posibnyk [Modern information and communication technologies: study guide]. Dnipro: NMetAU. 230 p. [in Ukrainian].
10. Koshelenko Y.V. (2016). Vprovadzhennia kompiuteriv u navchalnyi protses uchniv starshoi shkoly [Introduction of computers into the educational process of high school students]. *Materialy Mizhnarodnoi nauko-metodychnoi konferentsii «Metodyka navchannia pryrodnychyykh dystsyplin u serednii ta vyshchii shkoli» (XXIII Karyshynski chytannia)*. Poltava, P. 185–188. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/17727/1/74.pdf> [in Ukrainian].
11. Kravchenko K.A. (2012). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na urokakh biolohii [The use of information and communication technologies in Biology lessons]. *Pryrodnychi nauky i osvita : zb. nauk. prats pryrodnycho-heohrafichnogo fakultetu*. Uman, P. 117–120. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/143/1/Vykorystannia%20informatsiino-kompiuternykh%20tekhnolohii%20na%20urokakh%20biolohii.pdf> [in Ukrainian].
12. Zubryk T.V. (2020). Slukhova sensorna systema. Test. [The auditory sensory system. Test]. *Osvitnii proekt “Na urok”*. URL: <https://naurok.com.ua/test/sluhova-sensorna-sistema-65805.html> [in Ukrainian].
13. Kondrashova L.V., Kondrashov M.M., Chuvasova N.O., Kalinichenko N.A., Deforz H.V. (2020). Development of creative potential of future teachers – Strategy for improving the quality of higher pedagogical education. *Revista Educação & Formação*. Fortaleza. v. 5 n. 3. P. 1–15. URL : <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/3292/2917> [in English].