

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Науково-навчальний центр прикладної інформатики

ІНСТИТУТ ІННОВАЦІЙНОЇ ОСВІТИ

ІННОВАТИКА В СУЧАСНІЙ ОСВІТІ ТА НАУЦІ: ТЕОРІЯ, МЕТОДОЛОГІЯ, ПРАКТИКА

МАТЕРІАЛИ

VII Міжнародного літнього наукового симпозіуму

*26–27 липня 2024 р.
м. Одеса*



Одеса – Запоріжжя
Інститут інноваційної освіти
2024

УДК 001(063):378.4 (Укр)
I66

До збірника увійшли матеріали наукових робіт (тези доповідей, статті), надані згідно з вимогами, що були заявлені на конференцію.

*Роботи друкуються в авторській редакції, мовою оригіналу.
Автори беруть на себе всю відповідальність за зміст поданих матеріалів.
Претензії до організаторів не приймаються.
При передруку матеріалів посилання обов'язкове.*

ISBN 978-966-488-297-9

I66 **Інноватика в сучасній освіті та науці: теорія, методологія, практика :** Матеріали VII Міжнародного літнього наукового симпозиуму (м. Одеса, 26–27 липня 2024 р.) / ГО «Інститут інноваційної освіти»; Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – Запоріжжя : АА Тандем, 2024. – 60 с.

Матеріали конференції рекомендуються освітянам, науковцям, викладачам, здобувачам вищої освіти, аспірантам, докторантам, студентам вищих навчальних закладів тощо¹.

Відповідальний редактор: С.К. Бурма
Коректор: П.А. Нємкова

Матеріали видано в авторській редакції.

УДК 001(063):378.4 (Укр)

ISBN 978-966-488-297-9

© Усі права авторів застережені, 2024
© Інститут інноваційної освіти, 2024
© АА Тандем, 2024

¹ Відповідає п. 8 Порядку присудження (позбавлення) наукових ступенів Затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2021 р. № 1197; п. 28 Постанови Кабінету Міністрів України від 30 грудня 2015 р. № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності»; п. 13 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 липня 2004 р. № 882 «Про питання стипендіального забезпечення»

АКТУАЛЬНА ТЕМА

ACTUAL TOPIC

Распопов В.Б.,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України
<https://nucpi.net/center-staff/item/43-raspopov-viktor-borysovysh.html>
e-mail: Viktor.Raspopov@gmail.com

ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ: «CHAT GPT» ПРО ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ ВІЙНИ

Анотація. Нещодавно науково-педагогічна спільнота України брала участь у роботі Круглого столу «Використання штучного інтелекту в освіті: ChatGPT і більше». Експерти обговорили перспективні підходи, акцентували потенційні проблеми етичного та безпечного використання різних моделей штучного інтелекту в освітніх застосуваннях. В оприлюдненій на цьому науково-методологічному форумі доповіді, суть якої висвітлена в статті, було продемонстровано потужні дидактичні можливості ШІ «ChatGPT-4» в гуманітарних дисциплінах (наприклад, використання ШІ учнями і студентами – для написання рефератів на актуальні теми, а також викладачами – при розробці навчально-методичних матеріалів до їх лекцій, семінарів тощо).

Ключові слова: штучний інтелект, ШІ ChatGPT, роль освіти і науки в суспільстві, повоєнна соціально-економічна відбудова країни.

Вступ. Більшість практикуючих освітян та багато хто з науковців і фахівців, професійна діяльність яких в певній мірі дотична і до професійного навчання та виховання молоді, чули про вражаючі дидактичні можливості *штучного інтелекту (ШІ)*. Наприклад, нині в мережі циркулює інформація про те, що програма ШІ «ChatGPT-4» в змозі згенерувати тематичні тексти, які у порівнянні з аналітичними текстами, написаними людиною-експертом, виглядають цілком пристойно: відповіді ШІ на поставлені йому запитання є змістовними, граматично вивіреними і, по суті, ці тексти не є плагіатом (тобто відомі нині комп'ютерні програми з виявлення антиплагіату діагностують створене ШІ як оригінальний текст) [1].

І це при тому, що комп'ютерні програми ШІ «не думають» як людина; адже вони генерують тексти за певними стохастичними алгоритмами, використовуючи певні комп'ютерні ймовірнісні моделі (так звані

«трансформери») і спираючись на великі електронні бази знань; а саме, ці «трансформери» були попередньо автоматично «навчені» на фантастичних за обсягом масивах електронних текстових файлів – книг, інструкцій, тлумачних словників тощо, які до тепер людством накопичені в інтернет-мережі [2].

Автор цієї статті, в руслі обговорення проблем етичного та безпечного використання різних моделей Штучного інтелекту в діяльності освітян, про що йшлося в жвавій дискусії експертів і фахівців на Круглому столі «Використання штучного інтелекту в освіті: ChatGPT і більше» (14 червня 2023 року, Київ, Україна), поспілкувався з ШІ «ChatGPT» на теми, які хвилюють його особисто: щодо ролі, яку відіграють олігархат і корупція у суспільних процесах [3, 4]. В об'ємному звіті, обсягом понад 80 сторінок, який вже розміщено в мережі, наведені конкретні протоколи бесіди з ШІ [5].

Актуальні теми спілкування з ШІ були такими: «Якими є причини і можливі наслідки війни в Україні?», «Якою є роль олігархату та підконтрольних їм ЗМІ, а також явищ корупції, у підготовці суспільства до війни?», «Які очікування щодо ролі науки і освіти в повоєнній соціально-економічній відбудові України?». Сподіваюся, що змістовні і глибокі думки, які були висловлені ШІ «ChatGPT», нині є на часі, і тому зацікавлять багатьох моїх співвітчизників.

Зазначимо, що ця стаття ілюструє використання ШІ «ChatGPT» у ролі «мудрого співрозмовника, судження якого базуються на колективних знаннях», які до тепер були накопичені в мережі, і тому автор сподівається, що наведені в статті «думки ШІ» в цілому відображають суспільну мудрість.

Виклад основного матеріалу. Як приклад, наведемо фрагмент протоколу бесіди автора статті з штучним інтелектом «ChatGPT-4» з актуальних нині для українського суспільства питань [5], – див. Рис. 1.

Що «думає» Штучний інтелект ChatGPT про причини і наслідки війни в Україні?

ChatGPT: «Я, як штучний інтелект, не маю особистих думок або переконань. Однак, я можу надати загальну інформацію про причини і наслідки війни в Україні на підставі доступних даних до мого оновлення у вересні 2021 року.

Причини конфлікту в Україні дуже складні і багатогранні. Однією з основних причин є політичні суперечки та соціальні розбіжності між різними групами українського населення. Велику роль відіграли також геополітичні інтереси та конфлікти між Росією та Західним світом...», - див. продовження в [5].

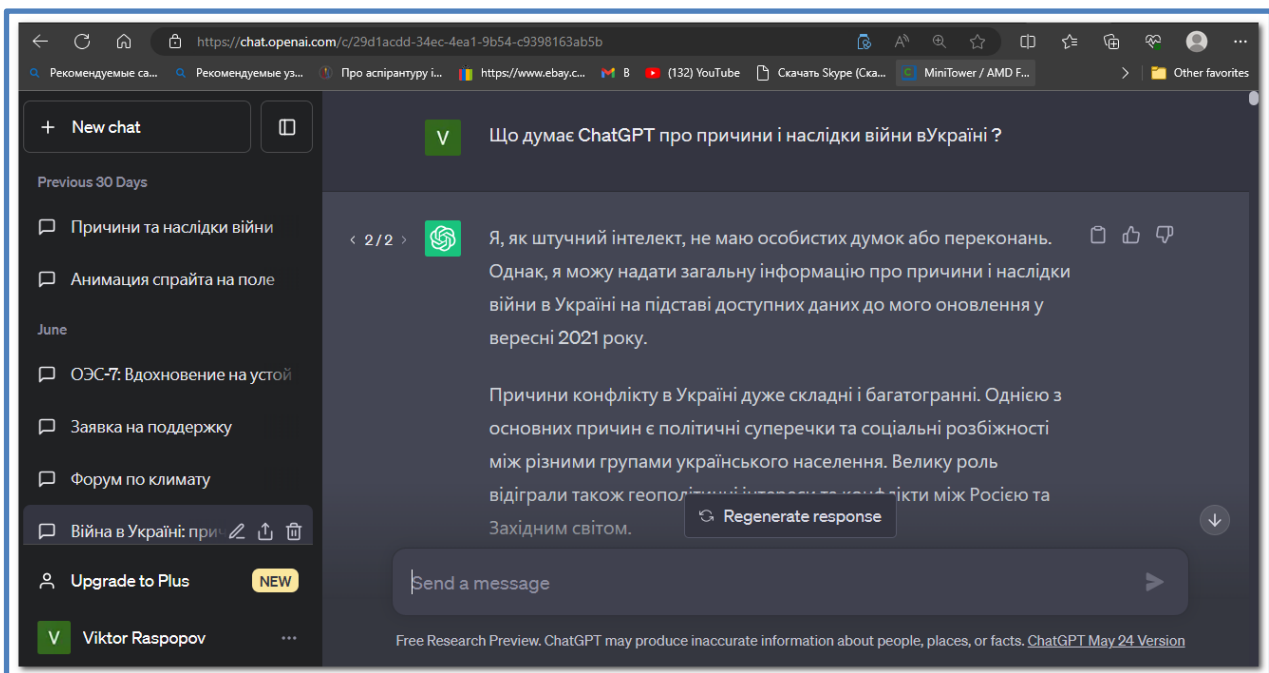


Рис. 1. Приклад використання Штучного інтелекту «ChatGPT-4»
<https://chat.openai.com/chat> при підготовці реферату, –
URL: <https://www.calameo.com/read/0031683722afc2a1d8930>

Якою є роль олігархів в підготовці і розв'язуванні війни в Україні?

ChatGPT: «Олігархи України відіграли важливу роль як у підготовці, так і у розв'язуванні війни. Варто зазначити, що в Україні існує кілька впливових олігархічних груп, які мають значний політичний та економічний вплив на країну.

Перед початком конфлікту, олігархи впливали на політику та економіку України. Вони контролювали великі підприємства, медіа, фінансові ресурси та політичні партії. Це сприяло підтримці або дестабілізації урядів залежно від власних інтересів.

У контексті війни в Україні, олігархи відіграли різні ролі. Деякі з них підтримували уряд та військові зусилля, фінансуючи армію та надаючи ресурси для оборони. Інші виявили підтримку сепаратистським силам або співпрацювали з Росією....», - див. відповідь в [5].

Якою є роль олігархів та підконтрольних їм ЗМІ - засобів масової інформації, – у розпалюванні міжконфесійної ворожнечі, розбрату за мовними і за національними ознаками? Як призвело це до розв'язування війни в Україні?

ChatGPT: «Олігархи та підконтрольні їм ЗМІ можуть грати складну роль у суспільстві, включаючи вплив на міжконфесійну та міжнаціональну ворожнечу. Низка факторів можуть впливати на цю роль:

Контроль над медіа. Олігархи, які володіють ЗМІ, мають можливість контролювати потік інформації, включаючи його спрямування і тон. Вони

можуть використовувати цей контроль для поширення пропаганди, зміщення думок та маніпулювання громадською думкою.

Фінансовий вплив. Олігархи мають значний фінансовий потенціал, який можуть використовувати для фінансування певних політичних партій, громадських організацій або релігійних груп, що може сприяти посиленню впливу та поділу у суспільстві...», - див. далі судження ШІ в [5].

Яким є вплив явищ корупції на підготовку та у розв'язуванні війни?

ChatGPT: «Явище корупції в Україні мало суттєвий вплив на підготовку та розв'язування війни. Корупція є системною проблемою в країні і має негативні наслідки для розвитку, стабільності та довіри громадян до владних структур.

Щодо підготовки до війни, корупція може позначитися на оборонному секторі. Зловживання з розподілом бюджетних коштів, закупівлі низькопродуктивного військового спорядження або незаконне збагачення на військових контрактах можуть призвести до зниження боєздатності та готовності армії. Це може стати фактором, що послаблює здатність країни відстояти свою територіальну цілісність...», – див. продовження відповіді ШІ в [5].

Як довго може тривати війна в Україні?

ChatGPT: «Прогнозування тривалості війни є дуже складним завданням, оскільки воєнні конфлікти залежать від багатьох факторів, які можуть змінюватися з часом. Тривалість війни в Україні залежить від багатьох чинників, таких як політична воля, зовнішні впливи, економічна ситуація, міжнародні зусилля та інші.

На даний момент, конфлікт на сході України триває з 2014 року. Протягом цього часу були періоди збільшення та зменшення насилля, перемир'я та спроби мирного врегулювання. Проте, кінцевий термін війни ще не може бути точно визначений...», – див. далі в [5].

Хто є вигодоотримувачем від війни в Україні?

ChatGPT: «У війні зазвичай є різні сторони, які можуть мати різні інтереси і вигоди. На перший погляд, війна може приносити користь певним групам або індивідуумам, які можуть здобути вигоди з конфлікту. Однак, слід зауважити, що уточнення, кому саме безпосередньо приносить вигоду, може бути складним завданням, оскільки це може варіюватися в залежності від конкретної ситуації та контексту війни в Україні. Окрім того, інтереси і вигоди можуть змінюватися з часом і розгортанням конфлікту...», – див. повну відповідь ШІ в [5].

А також дивись в [5] ґрунтовні відповіді ШІ на такі запитання: ***«Як довго відновлюватиметься до рівня 1991 р. та до рівня 2014 р. економічний потенціал повоєнної України?»***, ***«Що ChatGPT може зазначити про роль науки і освіти у повоєнній відбудові економіки і запровадженні гармонійних соціальних відносин в мирній Україні?»***

ChatGPT-4 детально розкриває суть наступних аспектів: *технологічний розвиток; професійна освіта та навички; суспільні науки і гуманітарні*

дисципліни; інновації та підприємництво; міжнародне співробітництво; вища освіта і дослідження; інноваційні стартапи та малі підприємства; підтримка досліджень у сфері соціальних наук; формування громадянської свідомості; міжкультурне та міжетнічне порозуміння; розвиток спільної пам'яті; соціальні інновації та розвиток громад. Усі ці аспекти свідчать про важливість науки і освіти у побудові гармонійних соціальних відносин в мирній Україні. Інвестиції в наукові дослідження, розвиток освітніх програм та сприяння соціальним інноваціям можуть сприяти стабільному розвитку країни та зміцненню її місця в глобальному співтоваристві.

Висновки. Перше, на що можемо звернути увагу читача, – це цілком змістовний і пристойний за літературною формою текст, який був згенерований ШІ. Звісно, що поданий ШІ текст певним чином «агрегує» ту суспільну думку, що раніше була у текстовому вигляді вже сформульована в інформаційних масивах, які використовувались фахівцями-кібернетиками під час налаштування (тобто, в ході «машинного навчання») моделі ШІ. По-друге, слід зазначити граматичну досконалість згенерованого тексту; адже редакційні правки автора, як це видно із порівняння наведеного вище тексту з тим протоколом бесіди, який міститься в [5] у Додатку, є мінімальними. Однак зазначимо, що відповіді ШІ не містили конкретики, та мали певні семантичні повтори. На сам кінець, зробимо припущення, що ШІ, навчений на багатотомних зібраннях літературних і суспільно-політичних творів певних авторів, які у спадок нащадкам дбайливо зберігаються нині в електронних бібліотеках, зможе зімітувати характерний «стиль спілкування» і «актуалізувати думки», притаманні визначним особистостям минулого, якби «оживити» ці історичні постаті. Хіба це не цікаво?

Список використаних джерел

1. *Аве Кодер*. ChatGPT: Большой курс для Начинающих (33 запроса). – URL: <https://youtu.be/ntACspNRNXk> (дата звернення: 14 липня 2023 р.)
2. *Распов В. Б.* Цифровізація в освіті. Дослідження дидактичних можливостей штучного інтелекту «ChatGPT». – Зб. «Перша Міжнародна науково-практична конференція Таврійського національного університету до 160-ї річниці від дня В.І. Вернадського». Частина 2. (16–17 березня 2023 року, м. Київ, Україна). – Львів–Торунь: Liha-Pres, 2023. – 288 с. – С.: 229-232. – URL: <https://www.calameo.com/read/0031683721c32d8a30b79> (дата звернення: 14 липня 2023 р.)
3. Українські олігархи / Вікіпедія. – URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Українські_олігархи (дата звернення: 14 липня 2023 р.)
4. *Распов В.Б.* Адаптивна максимізація прибутку монополії в умовах « корупційного ринку». – Стратегія розвитку України: фінансово-економічний та гуманітарний аспекти: матеріали П'ятої Міжнародної науково-практичної конференції. – Київ: «Інформаційно-аналітичне агентство», 2018. – 445 с. – С.: 275-280. – URL: <https://en.calameo.com/books/00316837266e49e0e7630> (дата звернення: 14 липня 2023 р.)
5. *Распов В.Б.* Що «думає» штучний інтелект «ChatGPT-4» про війну в Україні? – URL: <https://www.calameo.com/read/003168372c36b71e6a48b> (дата звернення: 14 липня 2023 р.)

Розділ 1

ОСВІТА. ПЕДАГОГІКА EDUCATION. PEDAGOGY

Зайченко Н.І.,

доктор педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри соціальної роботи та освітніх і педагогічних наук
Національного університету “Чернігівський колегіум” імені Т.Г. Шевченка

ПАУЛЬ БАРТ ПРО СОЦІАЛЬНО-ПЕДАГОГІЧНУ ІДЕЮ

Оригінальні погляди стосовно соціальної педагогіки висловлював у нарисі “Історія соціально-педагогічної ідеї” (Одеса, 1923) німецький мислитель Пауль Барт (Ernst Emil Paul Barth) (1.8.1858, Олесніца – 30.9.1922, Лейпциг), який у 1890-х роках викладав педагогіку, а з 1897 року був професором Лейпцизького університету.

Професор Артемій Готалов-Готліб справедливо наголошував у передмові до твору Пауля Барта: “Його брошура про історію соціально-педагогічної ідеї є блискучим за композицією та дуже яскравим нарисом, у який із великою майстерністю укладений чималий період від найдавніших часів до теперішніх днів. Будучи відмінним знавцем історії філософії і педагогіки, він впевнено показує, як за тих чи інших соціальних умов ставала панівною то індивідуалістична, то соціальна ідеологія, під впливом котрих зводилося і виховання юного покоління” [1, с. 3].

Пауль Барт указував, що зауваження Фрідріха Паульсена (Friedrich Paulsen) про те, що “соціальна педагогіка дуже стара, вона завжди була складовою частиною педагогіки” [1, с. 5], [2, с. 17] є правильним, але правильним тільки наполовину. “Безсумнівно, педагогіка завжди була соціальною, оскільки вона поряд з іншими цілями ставила і виховання для суспільства; проте існує педагогіка, яка прагне виховувати за допомогою суспільства (як суспільства дітей, так і суспільства дорослих) та яка встановлює свою програму, беручи до уваги інтереси суспільства, а не інтереси окремої особистості. Це і є соціальна педагогіка у власному розумінні”, – стверджував Пауль Барт [1, с. 5].

Здійснюючи аналіз античної педагогічної системи, німецький педагог приходив до висновку, що вона була “вже ясно вираженою соціальною педагогікою” [1, с. 10].

Зокрема, Пауль Барт роз'яснював далі, що за гомерівської доби усі старі люди були вихователями. “Кожен із них учить тому, що сам знає; так, наприклад, Хірон навчає Ахілла засобів лікувати рани; Фенікс, котрий певною мірою замінює останньому батька, навчає його красномовству. Усе тут соціально: як мета виховання, адже вона складається з чеснот, знань та умінь, визнаних звичаєм, а не обраних окремою особою, так і орган виховання, оскільки він істотною своєю частиною співпадає з самим соціальним життям, із постійним спілкуванням молодих зі старшими, як і між собою під час ігор та робіт. Молодь виховується з самого початку не тільки для, але й за допомогою суспільства”, – зазначав педагог [1, с. 11].

Йдеться не виключно про соціальну функцію виховання, завдяки якій людина інтегрується в суспільство, а про виховне значення суспільства, про те, що суспільство всеціло виступає вихователем для людини. Тож, розмислював Пауль Барт, “педагогіка соціальна в ту епоху, коли вона здійснюється ще несвідомо, інстинктивно всіма членами, а не окремими органами суспільства; вона залишається такою тоді, коли в першій штучній формі західноєвропейського суспільства, а саме в станових республіках еллінів, виховання стає свідомою функцією, що виконується особливими чиновниками” [1, с. 12].

Далі Пауль Барт вів мову про те, що в середньовічну епоху колективне виховання в монастирських школах переважало над індивідуальним. Тенденція почала змінюватися в зв'язку з Реформаційними процесами, а епоха Просвітництва взагалі позначилася емансипацією індивіда від середньовічної зв'язаності. “Коли Монтень пише про виховання, він розмірковує про окремого вихованця, у крайньому випадку про дітей однієї сім'ї, яких має виховувати особливий гувернер. Локк має на увазі молодого лорда, при якому також був гувернер. Еміль у Руссо – син багатих батьків, якого вчитель виховує на самоті, у селі. Герbart підготувався до педагогічної діяльності, виховуючи двох синів у заможній родині. Таке одиночне виховання було чужим для педагогічної теорії середніх віків; нормальним уважалось тоді виховання колективне. А Локк бачить вже колективне виховання не лише менш цінним за індивідуальне, але й прямо таки шкідливим. Тільки тепер, за доби Просвітництва, виникає ідеал “гофмейстера”, тобто домашнього вихователя, вихователя-одиначки. Тільки тепер з'являються теоретичні визначення виховання, що обмежуються дитячим індивідумом та його майбутнім”, – констатував німецький педагог [1, с. 20].

Упродовж XIX століття попри панування індивідуалістичної педагогіки простежувалися прояви колективного виховання в “шкільних громадах” у Великій Британії та США, в організації у школах Франції кас взаємного страхування на випадок хвороби, в гуртожитковому укладі старих монастирських шкіл у Німеччині тощо. “Тільки в останній чверті XIX

століття суспільна думка повернула в бік практичного соціалізму, яким пронизані, наприклад, німецькі закони про страхування робітників. Цей поворот, імовірно, і штовхнув П. Наторпа на укладання його “соціальної педагогіки”, котру він, щоправда, прагнув надзвичайно мистецьки вивести з принципів Кантівської теорії пізнання. В усякому випадку, ось його висновок: “Виховує тільки колектив”; колектив є, з одного боку, “елементом, тобто знаряддям виховання”, з іншого – “метою, до досягнення якої повинно прагнути виховання”. Невдовзі згодом Георг Кершенштейнер затребував “громадянське виховання”, тобто постійне вказання учням, головним чином, учням “додаткових шкіл”, на взаємозалежність політичних та економічних умов, у яких вони живуть. Кершенштейнер висунув вимогу “трудової школи” замість колишньої школи – навчання, а трудова школа, на його думку, є спільною працею учнів, в атмосфері якої у той самий час мимовільно має формуватися і моральна їхня сфера. Майже одночасно Джон Дьюї в Чикаго створив навчальний план, заснований на історії розвитку господарських форм. На захист власної трудової школи Дьюї висуває ті ж етичні мотиви, що і Кершенштейнер, а саме: трудова школа, за його задумом, на пряму противагу школі навчання, можлива тільки при колективній праці та взаємній допомозі дітей, завдяки чому розвивається їхній соціальний інстинкт. Але найповніший практичний синтез усіх ідей, що оживлюють нашу сучасну педагогіку, проведений у “Вільній шкільній громаді” у Вікерсдорфі у Заальфельда в Тюрингії, заснованій 1906 року П. Гехейбом і Густавом Вінекеном”, – пояснював Пауль Барт [1, с. 29–30].

На погляд визначного педагога, самоуправління і дружнє колективне життя учнів залишаються ідеалами, на які має націлюватися суспільне виховання. Якщо самоуправління практикується здавна, то до досягнення дружнього колективного життя у шкільній практиці ще далеко.

Підсумовуючи, Пауль Барт наголошував: “Людина стала людиною тільки через суспільство. Так і дитина повинна стати людиною тільки через суспільство. Проте подібно до того, як суспільство дорослих формувало дорослу людину, так у теперішній час суспільство дітей має бути середовищем, що формує дитину; це суспільство є притому співжиттям, не нав’язаним дітям ззовні, а створеним ними самими. Стара педагогіка вкрай слабо використовувала соціальні інстинкти дітей і особливо юнацтва; цей інстинкт незрідка навіть пригнічувався нею. У прийдешньому він має бути використаним і спрямованим на педагогічні цілі. Гете цілком ґрунтовно каже: “Нехай ніхто не думає, що можна пересилити перші враження юності”. Ці враження мають бути не лише словами, але й переживаннями соціального почуття та соціальної волі. Викликати їх щодня та щогодини – ось у чому полягає сучасне велике завдання соціальної педагогіки” [1, с. 32].

Таким чином, роздуми Пауля Барта стосовно соціальної педагогіки вирізнялися оригінальним підходом – спробою простежити епохальні зміни

в ретроспективі педагогічної практики, пояснити, чому в одні історичні епохи переважали тенденції індивідуального виховання, а в інші – колективного, суспільного. Іспанський освітянин Лоренсо Лузуріага (Lorenzo Luzuriaga Medina) вважав Пауля Барта визначним представником напряму “історичної соціальної педагогіки” [3, с. 72] поряд із Отто Вільманом (Gustav Philipp Otto Willmann) та Фрідріхом Паульсеном (Friedrich Paulsen) – напряму модерної соціальної педагогіки, що оформився на межі XIX – XX століть.

Список використаних джерел

1. Барт П. Історія соціально-педагогічної ідеї; переклад з нім. С. Лозинського. Одеса, 1923. 32 с.
2. Paulsen F. Pädagogik. Ed. 6. Stuttgart : J. G. Cotta, 1921. 430 p.
3. Luzuriaga L. La pedagogia contemporanea. Buenos Aires : Losada, S. A., 1963. 151 p.

УДК: 159.9.07

Махлай Л.Й.,

вихователь Хмельницького закладу дошкільної освіти
№50 «Лелеченька»

науковий керівник: *Бойко В.І.,*

кандидат психологічних наук, завідувач кафедри
Академії праці, соціальних відносин і туризму

МОДЕРНІЗАЦІЇ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ У НАПРЯМІ ІНКЛЮЗІЇ

Анотація. Стаття присвячена розгляду факторам успішного впровадження інновації в освіті дітей з порушеннями психофізичного розвитку – інклюзивній формі навчання; зокрема значна увага приділена висвітленню сучасної законодавчої та нормативно-правової бази, яка забезпечує можливість організації інклюзивної форми навчання в Україні.

Ключові слова: діти з порушеннями психофізичного розвитку, інклюзивна форма навчання, законодавча та нормативно-правова база впровадження інклюзивного навчання.

Постановка проблеми. Сьогодні людство опинилося перед принципово новими цивілізаційними викликами, які потребують відповідних знань, внутрішньої готовності особистості, уміння адекватно оцінювати ситуацію і діяти. Державна політика у цій сфері орієнтує на обов'язковість дошкільної освіти, гуманізацію педагогічного процесу, створення сприятливих умов для розвитку дітей, в тому числі, дітей з особливими освітніми потребами, забезпечення єдності роботи батьків, закладу дошкільної освіти, громадськості у їхньому вихованні. Модернізація

змісту дошкільної освіти України вимагає визначення чітких методологічних засад, що враховують сучасні світові та європейські тенденції розвитку дошкільної освіти і водночас ґрунтуються на національних надбаннях, вітчизняній культурі. Зміни, що відбуваються в національній системі освіти взагалі, дошкільній як її першій ланці зокрема, знаходять своє відображення та регулюються відповідними законодавчими документами – Законом України «Про освіту», «Про дошкільну освіту», «Про охорону дитинства», Базовим компонентом дошкільної освіти в Україні, чинними програмами розвитку та виховання дітей дошкільного віку. На сучасному етапі розвитку суспільства в Україні освітні реформи набувають все більше гуманістичної спрямованості. Особливе місце в модернізації системи освіти посідає освіта осіб з особливостями психофізичного розвитку, адже згідно з демократичними соціальними перетвореннями і пріоритетами сьогодення в нашій країні законодавчо визнано право кожної дитини на здобуття освіти у загальноосвітніх закладах за місцем проживання. Відтак, на сучасному етапі розвитку освітньої галузі в Україні активного впровадження набуває інтегрування дітей з особливостями психофізичного розвитку в загальноосвітній простір, що виявляється в розвиткові нової – інклюзивної – форми навчання в освітньому просторі України, яка вважається основною освітньою інновацією кінця ХХ століття – початку ХХІ століття і має не тільки велику кількість прихильників, але й противників у всьому світі [5]. Це зумовлено тим, що нові умови економічного і соціального життя передбачають кардинальну переоцінку багатьох аспектів світоглядного і теоретико-пізнавального розгляду проблеми формування особистості з порушеннями психофізичного розвитку, її підготовки до життя в багатовимірному суспільстві. Позаяк відбувся відхід від методологічного монізму в освітній теорії і практиці і виникла потреба ідентифікувати педагогічне знання і досвід з людинознавчими науками відповідно до цінностей, які належать до гуманістичної людської природи і досвіду.

Стан дослідження. На сучасному етапі розвитку корекційної освіти в Україні та інших країнах світу зростає роль досліджень, спрямованих на пошук ефективних шляхів організації і впровадження інтегрування дітей, які мають особливості психофізичного розвитку, в загальноосвітній простір (Віт. Бондар, Е. Данілявічуте, В. Засенко, Ю. Найда, А. Колупаєва, А. Конопльова, С. Литовченко, Н. Назарова, М. Малофеев, С. Миронова, Т. Сак, В. Синьов, В. Феоктістова, Л. Шипіцина, Н. Шматко та ін.). Так, зазначеними авторами розроблено складові підтримки успішного впровадження інклюзивного навчання, зокрема до них належать:

– формування нової філософії суспільства щодо позитивного ставлення до дітей та осіб з порушеннями психофізичного розвитку та інвалідністю, толерантного ставлення всіх учасників освітнього процесу до спільного

навчання дітей з особливостями психофізичного розвитку з їх здоровими однолітками;

– визначення пріоритетів державної політики у сфері освіти в частині забезпечення конституційних прав і державних гарантій дітям з особливими освітніми потребами; удосконалення нормативно-правового, науково-методичного, фінансово-економічного забезпечення, орієнтованого на впровадження інклюзивного навчання, –формування освітньо-розвивального середовища для дітей з особливими освітніми потребами у загальноосвітніх закладах;

– розробка навчально-методичного забезпечення освітнього процесу в умовах інклюзивного навчання, –підвищення соціальної відповідальності сім'ї у вихованні дитини з особливими освітніми потребами, активна участь місцевої громади у реалізації інклюзивної практики, –підготовка педагогічних кадрів для роботи з такими дітьми в умовах інклюзивного навчання [2, 4, 5].

Наукові дослідження І. Білозерської, Л. Будяк, Є. Данілавичюте, А. Колупаєвої, З. Ленів, С. Литовченко, Ю. Найди, Т. Сак, О. Таранченко доводять, що для впровадження освітньої інклюзії в загальноосвітньому навчальному закладі – педагогічні фахівці мають змінюватися. Це означає, що вони мають прийняти і усвідомити нову освітню парадигму, нові способи та форми організації навчально-виховного процесу, розробити новий курикулум навчального, виховного та корекційно-розвиткових процесів, опанувати сучасні педагогічні технології, методики диференційованого та особистісноорієнтованого викладання залежно від індивідуальних потреб дітей з особливими освітніми потребами.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні надзвичайно важливе значення для надання педагогічних послуг дітям з особливими освітніми потребами належить дошкільній освіті. Основні функціональні обов'язки вихователів в умовах інклюзивного освітнього середовища закладені у новій редакції Державного стандарту дошкільної освіти (Базовому компоненті дошкільної освіти). Визначені Базовим компонентом дошкільної освіти вимоги до обсягу необхідної інформації, життєво важливих умінь і навичок, системи ціннісних ставлень до світу та самої себе є обов'язковими для виконання всіма учасниками освітнього процесу в дошкільних закладах незалежно від їх типу підпорядкування. Базовий компонент дошкільної освіти спрямовує зусилля педагогічних фахівців на розвиток творчого потенціалу як дітей з типовим розвитком так і з особливими освітніми потребами, що має свої особливості у дошкільному дитинстві, на своєчасне підтримання досягнень індивідуальної своєрідності життєвого шляху дитини, забезпечення педагогічного супроводу розвитку усього розмаїття дітей у дошкільному закладі.

Відповідно до нових стандартів дошкільної освіти та поступу практики у напрямку інклюзивної освіти Міністерством освіти і науки України рекомендована нова Освітня програма для дітей дошкільного віку (від двох до семи років) «Дитина» (2016), у якій пропонується вибудовувати освітній процес на основі врахування індивідуальних можливостей, здібностей і потреб дітей кожного вікового періоду та варіювати зміст залежно від темпу індивідуального розвитку дітей з типовим розвитком та з особливими освітніми потребами. Особливістю змісту програми є «дешколяризація», тобто розвиток дітей, а не цілеспрямована підготовка їх до школи [2].

Назви розділів Програми «Дитина» відповідають назвам освітніх ліній інваріантної складової Державного стандарту дошкільної освіти. Освітня програма для дітей від двох до семи років «Дитина» відповідає вимогам до сучасних програм, за якими мають право працювати дошкільні навчальні заклади з інклюзивною формою навчання і виховання. Програмою визначено основну мету, завдання та принципи організації роботи з дітьми з особливими освітніми потребами в інклюзивних групах. Заслужують на увагу розділи «Діти з особливими освітніми потребами», які представлено у програмі до характеристики кожного вікового періоду розвитку дошкільника і в яких сформульовано освітні завдання та зміст педагогічної роботи, яку вихователі мають здійснювати для якісного спільного виховання і навчання дітей з різними психофізичними порушеннями. У програмі «Дитина» зазначено, що сучасний дошкільний навчальний заклад має стати інклюзивним і бути відкритим для дітей з особливими освітніми потребами. Інклюзивний освітній простір відрізняється динамічністю, оскільки формує та відображає елементи складної системи соціальних зв'язків закладу освіти, характеризується суб'єктивним сприйняттям і є результатом конструктивної соціально-педагогічної роботи. Забезпечити інклюзивний освітній простір – є важливим завданням сучасного освітнього закладу.

Ресурсна кімната – частина кімнати, що має відповідний розподіл функціональних зон, призначена для розвитку дітей, зокрема з особливими освітніми потребами, гармонізації їх психоемоційного стану та психологічного розвантаження, надання індивідуальних або групових психолого-педагогічних та корекційно-розвиткових послуг. Ресурсна кімната є прикладом удосконалення інклюзивного середовища та гармонізації навчання дітей з особливими освітніми потребами. Приміщення ресурсної кімнати містить навчальну, соціально-побутову, ігрову зони та зону відпочинку (відповідно до Наказу МОН №414 від 23.04.2018). У кімнаті також має бути кухня для розвитку дитиною щоденних навичок, а також корекційні та наочні засоби для проведення розвивальних занять. Меблі модульні, що забезпечить можливість по-різному формувати робочі зони – індивідуальні та групові. Окрім того, в

приміщенні має бути телевізор, ламінатор, комп'ютерне обладнання та принтер для роботи з додатковим освітнім матеріалом. У ресурсних кімнатах діти можуть займатися з корекційним педагогом та дефектологом, практичним психологом, вчителем лікувальної фізичної культури та іншими фахівцями, працювати за власним адаптаційним графіком. Там діти можуть розвивати життєві навички, вчитися, відпочивати, гратися.

Г. Ковальов і Ю. Панюкова виділяють принципи організації просторово-предметного компонента освітнього середовища: – принцип розмаїтості та складності, який передбачає створення можливостей просторового та предметного вибору усіма учасниками освітнього процесу; – принцип зв'язності різних функціональних зон, який означає наявність можливостей багатфункціонального використання елементів просторового середовища, створення цілісного простору; – принцип гнучкості й керованості середовища, котрий припускає наявність можливостей для функціональних змін різних предметів залежно від умов освітнього процесу; – принцип організації середовища як носія символічного повідомлення, який пов'язаний з наданням додаткової актуальної інформації учасникам освітнього процесу, що підвищує їх можливості управління цим середовищем; – принцип персоналізації середовища, який забезпечує суб'єктам освітнього процесу можливість задоволення потреби у персоналізованому просторі; – принцип автономності середовища, який забезпечує для всіх учасників освітнього процесу можливість життєдіяльності в найбільш сприятливому для них ритмі, відповідному віковим, статевим та іншим особливостям. Інклюзивне освітнє середовище має великий вплив на всебічний розвиток дитини – фізичний, когнітивний, соціально-емоційний, мовленнєвий та ін. Створюючи фізично і психологічно безпечне й стимулювальне середовище та забезпечуючи різноманітні ресурси, педагог сприяє розвитку і навчанню дітей через самостійне і групове дослідження, гру, взаємодію з іншими дітьми та дорослими. Забезпечуючи дітям безпечне середовище і адаптуючи його з урахуванням конкретних освітніх потреб, педагог залучає дітей до співпраці, розв'язання завдань різної складності, як на заняттях, так і в повсякденному житті. Територія закладу дошкільної освіти та ресурси місцевої громади також є цінними складовими для створення безпечного та інклюзивного середовища. [4].

Висновки. Включення дітей з особливими освітніми потребами в освітній процес дошкільного навчального закладу змінює установки вихователів на врахування особливих потреб і потенційних можливостей дітей з особливими освітніми потребами. Сучасний вихователь має відійти від традиційної системи занять, здійснювати інтеграцію різних видів діяльності, використовуючи диференційований та індивідуальний підхід у спільній роботі з дітьми з особливими освітніми потребами та дітей з

типовим розвитком. Вихователь сьогодні має створити простір для творчого використання різних педагогічних технологій і проявити гнучкість у підході до кожної дитини в інклюзивній групі. Інклюзивне освітнє середовище має великий вплив на всебічний розвиток дитини – фізичний, когнітивний, соціально-емоційний, мовленнєвий та ін. Створюючи фізично і психологічно безпечне й стимулювальне середовище та забезпечуючи різноманітні ресурси, педагог сприяє розвитку і навчанню дітей через самостійне і групове дослідження, гру, взаємодію з іншими дітьми та дорослими. Забезпечуючи дітям безпечне середовище і адаптуючи його з урахуванням конкретних освітніх потреб, педагог залучає дітей до співпраці, розв'язання завдань різної складності, як на заняттях, так і в повсякденному житті. Територія закладу дошкільної освіти та ресурси місцевої громади також є цінними складовими для створення безпечного та інклюзивного середовища.

Список використаних джерел

1. Дитина: Освітня програма для дітей від двох до семи років / наук. кер. проекту В. О. Огнев'юк; авт. кол.: Г. В. Беленька, О. Л. Богініч, Н. І. Богданець- 50 Білоскаленко [та ін.]; наук. ред.: Г. В. Беленька, М. А. Машовець; Мін. осв. і науки України, Київ. ун-т ім. Б. Грінченка. – К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка, 2016. – 304 с. 2.
2. Колупаєва А. А. Основи інклюзивної освіти: навчально-методичний посібник / за заг. ред. А. А. Колупаєвої – К.: А. С. К., 2012. – 308 с. 3. Таранченко О. М. Тенденції сучасної освіти: роль педагога у створенні ефективної інклюзивної школи / О.М. Таранченко // Дефектологія. Особлива дитина: навчання та виховання. – 2011. – № 1. – С. 18–24.
3. Доступність та універсальний дизайн: навчально-методичний посібник / Азін В. О., Грибальський Я. В., Байда Л. Ю., Красюкова-Еннс О. В. К. 2013. 128 с. 4. Заборчук Н.В. Створення інклюзивного освітнього середовища для забезпечення всебічного розвитку дитини як показник рівня свідомості нації. 2019. URL: <https://conf.zipro.net.ua/?p=204>.
4. Чайковський М. Є. Інклюзивний освітній простір як середовище соціально-педагогічної роботи з молоддю з інвалідністю. Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету «Україна», №13/2017. С. 76–80. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpkhist_2017_13_20
5. Колупаєва А.А. Інклюзивна освіта: реалії та перспективи: [монографія] / Алла Анатоліївна Колупаєва – К.: «Саміт-Книга», 2009. – 272 с.: іл. – (Серія «Інклюзивна освіта»).

Розділ 2

СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ ЕКОНОМІКА. ПОЛІТОЛОГІЯ. ПСИХОЛОГІЯ. СОЦІОЛОГІЯ SOCIAL AND BEHAVIORAL STUDIES ECONOMICS. POLITICAL SCIENCE. PSYCHOLOGY. SOCIOLOGY

Pereguda Yuliia,

Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of Department of Global Economic,
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1434-2509>
e-mail: julilla.pereguda@gmail.com

METHODICAL SUPPORT FOR ASSESSING THE FINANCIAL CONDITION OF LIVESTOCK ENTERPRISES

The financial health of livestock enterprises is pivotal not only for their sustainability but also for the stability of the broader agricultural sector. Effective financial assessment methodologies are essential in providing accurate, insightful, and actionable information. The financial health of a livestock enterprise is crucial for its sustainability and long-term success. Several methodological approaches can provide valuable insights into its financial condition, each with its own strengths and limitations.

Assessing the financial condition of livestock enterprise is of paramount importance for several reasons:

1) Sustainability and Longevity. A healthy financial condition ensures the business can sustain itself in the long run, covering operational costs, managing debts, and reinvesting in growth. This prevents financial instability and potential closure, safeguarding the livelihoods of farmers and employees;

2) Informed Decision-Making. By understanding financial strengths and weaknesses, can make informed decisions about resource allocation, investment strategies, pricing, and expansion plans. This leads to more efficient operations, reduced risks, and increased profitability [1];

3) Improved Efficiency and Profitability. Financial analysis helps identify areas of unnecessary spending, resource underutilization, and potential revenue streams. Addressing these inefficiencies optimizes resource allocation, reduces costs, and boosts profitability;

4) Competitive Advantage. A strong financial standing positions enterprise to compete more effectively in the market. It allows to negotiate better deals with suppliers, secure financing, and invest in technologies that enhance production and marketing [2];

5) Investor Confidence and Loan Opportunities. A sound financial picture increases investor confidence, potentially attracting new investment opportunities. It also strengthens position when seeking loans from banks or other financial institutions, securing more favorable terms and conditions;

6) Compliance and Risk Management. Regular financial assessments help ensure compliance with relevant financial regulations and reporting requirements. Additionally, by identifying potential financial risks, can implement proactive measures to mitigate them and minimize losses [3];

7) Peace of Mind and Stress Reduction. Knowing financial position empowers to make informed decisions, plan for the future, and navigate unforeseen challenges with confidence. This reduces stress and uncertainty, creating a more stable and positive environment for and team [4].

Overall, assessing the financial condition of livestock enterprise is not just a compliance exercise, but a critical step towards building a sustainable, competitive, and resilient business. By actively monitoring and analyzing finances, can be made informed decisions, navigated challenges, and secured long-term success for operation.

Methodical financial assessment supports livestock enterprises in navigating the complexities of the agricultural economy, fostering sustainable practices, and enhancing profitability. By integrating traditional techniques with modern technological tools, these enterprises can achieve robust financial health and contribute positively to the global food supply chain.

References

1. Kovtunenکو, Yu. V., Oleksiichuk, A. G. (2017). Financial analysis of enterprise activity in conditions of economic instability. *Global and national economic problems*. No. 18. P. 234–238.
2. Kobyletsky, V. R. (2021). Dictionary of economic and financial indicators, coefficients, indicators. Online magazine «Financial Analysis online». URL: <https://www.finalon.com/slovnik-ekonomichnikh-pokaznikiv>
3. Kravchenko, Yu. M., Antoshchenkova, V. V. and Kravchenko, Yu. N. (2019). Factors of sustainable development of the agricultural sector economy. URL: <http://dSPACE.khntusg.com.ua/bitstream/123456789/8706/1/20.pdf>

4. Dankevych, E., Dankevych, V. and Chaikin, O. (2017). Ukraine agricultural land market formation preconditions. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 65.1: 259-271.

Поп В.В.,

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,

Приватний заклад вищої освіти

«Східноєвропейський університет імені Рауфа Аблязова», м. Черкаси, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2744-1512>

e-mail: vasyldpop80@gmail.com

ДЕТЕРМІНАНТИ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ ЕКОНОМІКИ

Детермінанти соціальної відповідальності підприємств будівельної галузі є багатограничними і включають економічні, екологічні, соціальні, етичні, правові, технологічні та культурні аспекти. Впровадження цих детермінант у діяльність підприємства сприяє його сталому розвитку, зміцненню репутації та підвищенню довіри з боку суспільства і партнерів. Соціальна відповідальність підприємств (CSR) є важливим аспектом сучасного бізнесу, який впливає на довіру суспільства, репутацію компаній та їхню довгострокову стійкість. У будівельній галузі економіки, яка відіграє ключову роль у розвитку інфраструктури та житлового сектору, впровадження принципів соціальної відповідальності є особливо важливим. Оцінка корпоративної соціальної відповідальності дозволяє формувати ефективний контроль та підвищувати ефективність управління КСВ, а також формування та функціонування OEM КСВ [1]. Враховуючи важливість питання оцінки КСВ в межах формування та функціонування організаційно-економічних механізмів соціальної відповідальності на підприємствах вважаємо доречним розкрити це питання у окремому підрозділі дослідження.

Формування та функціонування організаційно-економічних механізмів корпоративної соціальної відповідальності на підприємствах повинно супроводжуватись відповідними контрольними процедурами і процесами. При цьому контроль КСВ може бути внутрішнім (здійснюється безпосередньо працівниками або менеджментом підприємства) та зовнішнім (здійснюється зацікавленими сторонами) [2].

Економічні детермінанти розглядаються через фінансову стійкість, де підприємства, що мають стабільне фінансове становище, можуть інвестувати в соціальні та екологічні ініціативи, а також підтримувати високі стандарти корпоративної соціальної відповідальності (CSR) та через конкурентоспроможність, бо соціально відповідальні практики можуть

створювати конкурентну перевагу, дозволяючи підприємствам залучати клієнтів і партнерів, які цінують етичний бізнес.

Результати корпоративної соціальної відповідальності можуть носити різний характер для різних зацікавлених сторін КСВ та підприємства. Для підприємства результатами КСВ можуть виступати: зростання прибутку; збільшення конкурентоспроможності підприємства та його продукції; вихід на нові ринки збуту; зростання лояльності до підприємства зі сторони зацікавлених сторін, у першу чергу покупців/споживачів та працівників; збільшення доходів/зменшення витрат; зростання пізнаваності підприємства та його продукції; формування і збільшення позитивного іміджу [3].

Для проведення ефективного, результативного та адекватного дослідження (оцінювання) формування та функціонування організаційно-економічного механізму корпоративної соціальної відповідальності підприємства повинні запланувати та виділити необхідні обсяги ресурсів (матеріальних, трудових, фінансових, нематеріальних, інформаційних), що будуть доступні суб'єктам дослідження у відповідні терміни.

Відзначаємо важливість дослідження (оцінювання) формування та функціонування організаційно-економічних механізмів корпоративної соціальної відповідальності підприємств. У той же час методика проведення оцінки (наповнення методики показниками та критеріями оцінювання) повинна розроблятися під окремі галузі та підприємства у країні, що буде здійснено у третьому розділі дисертаційного дослідження для будівельних підприємств України [1].

Дослідження теоретико-методологічних засад формування та функціонування організаційно-економічних механізмів соціальної відповідальності на підприємствах потребує продовження з акцентом на практику здійснення КСВ будівельними підприємствами України і виявлення ключових проблем у цій сфері соціально-економічної системи країни.

Список використаних джерел

1. Березюк К.М. Еволюція концепції корпоративної соціальної відповідальності в контексті зміни пріоритетів ведення бізнесу. Управління економікою: теорія та практика: Зб. наук. пр. Київ : ІЕП НАНУ, 2017. С. 166-176.
2. Бочарова Н.А., Щепиліна А.К. Інтегральна оцінка рівня корпоративної соціальної відповідальності підприємства. Економіка транспортного комплексу. 2018., Вип. 31. С. 45-62.
3. Орлова Н.В., Жмай О.В. Оцінка корпоративної соціальної відповідальності в системі взаємовідносин зі стейкхолдерами. Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. 2020, № 19(2(45)). С. 169–187.

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ INFORMATION TECHNOLOGIES

Верницький І.Р.,

магістр з інженерії програмного забезпечення,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

АВТО КЛІКЕРИ ТА ОБЛАСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Авто клікер – це тип програмного забезпечення, що використовується для симуляції та автоматизації клацання мишею на елементі екрана комп'ютера чи натискання на елементі сенсорного екрана смартфона [1].

За функціоналом авто клікери можна класифікувати наступним чином:

- Прості – виконують кліки в одній чи декількох точках із високою частотою.

- Макросо-подібні – дозволяють записувати порядок кліків користувача, та повторяти його.

- Програмовані – надають можливість користувачу запрограмувати зчитування інформації в процесі роботи, та зміну поведінки відповідно до отриманих даних.

- Спеціалізовані – створені для вирішення однієї чи декількох конкретних задач та взаємодії з обмеженим рядом застосунків.

Потенційно це корисний спосіб оптимізації та економії часу, шляхом делегування однотипних задач на програму. Однак широке застосування авто клікери знайшли лише у сфера ігор, соцмереж, тестування програмного забезпечення, а також сервісах що працюють з рекламними веб вставками [3, 4]. Однак навіть у цих сферах використання будь якого стороннього програмного забезпечення, у тому числі авто клікерів, зазвичай забороняється та карається.

Що стосується реклами – авто клікери використовуються як для закривання рекламних вставок [5], так і для їх активації, що може бути корисним при роботі із сервісами які оплачують перегляд та перехід по рекламним посиланням. Однак у обох випадках головна ціль реклами, а саме донести інформацію та зацікавити потенційних клієнтів, не може бути досягнутою.

У соцмережах авто клікери зазвичай використовують для привернення уваги та розширення аудиторії шляхом розсилок та підписок. Однак надмірна кількість таких взаємодій призводить до дискомфорту звичайних користувачів, що негативно впливає на популярність мережі в цілому. Тому більшість великих соцмереж встановлюють обмеження на подібні дії.

Комп'ютерні ігри – найбільш популярна сфера використання авто клікерів. Основні цілі комп'ютерних ігор, в залежності від жанру – дозволити людині розслабитись, відпочити, відволіктись від буденних проблем та отримати задоволення. Джерелом задоволення можуть виступити такі фактори як цікавий сюжет, задоволення від подолання складнощів, отримання символічної винагороди чи домінування над іншими гравцями. Авто клікери релевантні лише у двох останніх випадках. Прикладом першого є тип ігор жанру «клікер», основною механікою яких є візуальна винагорода за певну кількість зроблених натискань. Розробники таких ігор добре знайомі з концепцією авто клікерів, та зазвичай враховують їх використання гравцем, підлаштовуючи ігровий баланс, замість того щоб карати його. При цьому гравець вважає що він отримав перевагу за рахунок власної кмітливості, що також приносить позитивні емоції. Щодо домінування над іншими гравцями – авто клікери переважно використовуються у багатокористувацьких іграх з механіками, що включають виконання великої кількості повторюваних однотипних дій для отримання накопичувальних винагород. З одної сторони це дозволяє гравцю не втрачати інтерес до гри через однотипність певних її механік. З іншої – знецінює винагороду як для самого користувача авто клікера, так і для інших гравців, що відповідно зменшує задоволення від її отримання, та погіршує загальне враження від гри.

У сфері тестування програмного забезпечення авто клікери дозволяють ефективно проводити велику кількість тестів користувацького інтерфейсу [6]. На відміну від програмних тестів, здійснення кліку мишкою краще симулює взаємодію користувача із програмним продуктом.

В залежності від області застосування, можна виділити два глобальних фактори, що суттєво звужують область застосування авто клікерів:

- Інтегрування елементів автоматизації розробниками в програми та ігри, де це доцільно, що зменшує або повністю знецінює користь від використання сторонніх засобів.

- Заборона на використання стороннього програмного забезпечення, включаючи авто клікери, у переважній більшості програмних продуктів.

Авто клікери – потужний спосіб автоматизації та оптимізації, що не зважаючи на масу обмежень продовжує розвиватись та користуватись популярністю. Та щоб запобігти негативних наслідків, користувачам варто відповідальніше підходити до їх використання.

Список використаних джерел

1. What is an auto clicker?. Chimpeon. URL: <https://chimpeon.com/what-is-an-auto-clicker> (дата звернення: 04.07.2024).
2. Brookes T. Best auto clicker for mac. How-To Geek. URL: <https://www.howtogeek.com/898825/best-mac-auto-clickers/> (дата звернення: 08.07.2024).
3. Огляд UoPilot для Windows. *mydiv*. URL: <https://soft.mydiv.net.ua/win/download-UoPilot.html> (дата звернення: 11.07.2024).
4. Assistant. What is the use of an auto clicker?. Quora. URL: <https://www.quora.com/What-is-the-use-of-an-auto-clicker> (дата звернення: 15.07.2024).
5. Cimpanu C. Google bans adnauseam from chrome, the ad blocker that clicks on all ads. *BleepingComputer*. URL: <https://www.bleepingcomputer.com/news/google/google-bans-adnauseam-from-chrome-the-ad-blocker-that-clicks-on-all-ads/> (дата звернення: 16.07.2024).
6. Chinthapatla Y. Understanding automation frameworks: the backbone of efficient software testing components of an automation framework. *ResearchGate*. URL: https://www.researchgate.net/publication/381515742_Understanding_Automation_Frameworks_The_Backbone_of_Efficient_Software_Testing_Components_of_an_Automation_Framework (дата звернення: 19.07.2024).

Синявський М.В.,

аспірант Запорізького національного університету

ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ТА СМАРТ-КОНТРАКТІВ В ТОРГІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ПРОДУКЦІЄЮ ТА ПРОДУКТАМИ ХАРЧУВАННЯ

Анотація. Зростаюча потреба в прозорості, безпеці та ефективності ланцюгів постачання сільськогосподарської продукції та продуктів харчування стимулює дослідження нових технологій, таких як блокчейн та смарт-контракти, які можуть революціонізувати торгівлю в цій сфері. Мета дослідження – проаналізувати потенціал використання технології блокчейн та смарт-контрактів у торгівлі сільськогосподарською продукцією та продуктами харчування для підвищення прозорості, ефективності та безпеки ланцюгів постачання. В результаті дослідження встановлено, що впровадження блокчейну та смарт-контрактів у торгівлю сільськогосподарською продукцією та продуктами харчування має численні переваги, такі як прозорість, відстежуваність, зменшення транзакційних витрат та підвищення довіри споживачів. Це дозволяє виробникам, дистриб'юторам, брокерам, переробникам та торговельним мережам отримати значні переваги, такі як підвищення доданої вартості, точна інформація про якість продуктів та підвищення довіри споживачів. Однак, існують також обмеження, такі як складність розробки та реалізації смарт-контрактів, особливо для невеликих компаній або фермерів. Впровадження блокчейну може відбуватися поетапно, з поступовим залученням до всіх учасників ланцюжка постачання. Блокчейн-технологія має потенціал для суттєвого покращення ланцюжка постачання сільськогосподарської продукції та продуктів харчування, підвищуючи прозорість, безпеку та ефективність процесів, що сприяє загальному розвитку аграрного сектора та задоволенню зростаючих вимог споживачів щодо якості та безпеки продуктів.

Ключові слова: блокчейн, безпека харчових продуктів, управління ланцюжком поставок, моніторинг якості.

Постановка проблеми. Використання технології блокчейн та смарт-контрактів у сфері торгівлі сільськогосподарською продукцією та продуктами харчування має значний потенціал для підвищення прозорості, ефективності та безпеки ланцюгів постачання. Блокчейн дозволяє створювати незмінні записи про всі етапи виробництва, зберігання та транспортування продукції, що сприяє підвищенню довіри до продукції та захисту від підробок. Завдяки цьому споживачі можуть відстежувати шлях продукту від фермера «до столу», що забезпечує прозорість та безпеку харчових продуктів.

Використання блокчейну також зменшує ризики шахрайства, оскільки фальсифікація даних стає неможливою. Фермери та постачальники можуть бути впевненими в достовірності інформації про товар, що сприяє більш ефективній торгівлі. Крім того, блокчейн забезпечує ефективність ланцюга постачання, дозволяючи автоматизувати процеси укладання угод та платежів завдяки смарт-контрактам. Це знижує транзакційні витрати та прискорює операції [1].

Смарт-контракти автоматизують здійснення платежів при виконанні визначених умов, зменшуючи потребу в посередниках та забезпечуючи гарантії виконання угод незалежно від бажання сторін. Це підвищує рівень довіри між учасниками ланцюга постачання та знижує витрати на адміністративне управління. Різні платформи, такі як IBM Food Trust, AgriDigital та TE-FOOD, вже використовують блокчейн для підвищення прозорості та безпеки ланцюгів постачання харчових продуктів, дозволяючи відстежити продукцію від ферми до споживача та забезпечити її безпеку [2].

Актуальність цього дослідження зумовлена зростаючою потребою у підвищенні надійності ланцюгів постачання харчових продуктів. У сучасних умовах, коли споживачі все більше уваги приділяють якості та безпеці продуктів, важливо забезпечити можливість достовірного відстеження кожного етапу життєвого циклу продукції. Впровадження технології блокчейн та смарт-контрактів може значно покращити ситуацію, забезпечивши незмінність даних, автоматизацію процесів та покращений контроль якості продукції. Це сприятиме зменшенню ризиків, зниженню витрат та підвищенню довіри споживачів до продукції, що є надзвичайно важливим для сталого розвитку аграрної галузі та харчової промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Технологія блокчейн була вперше представлена як основа для криптовалюти Bitcoin у 2008 році Сатоші Накамото. Відтоді блокчейн знайшов широке застосування в різних галузях завдяки своїм властивостям

незмінності, прозорості та децентралізації. Смарт-контракти, вперше запропоновані Ніком Сабо у 1994 році, набули популярності з появою платформи Ethereum у 2015 році, що дозволило програмувати самовиконувани контракти на блокчейні [3].

Блокчейн має значний потенціал у підвищенні прозорості та відстежуваності ланцюгів постачання сільськогосподарської продукції. Дослідження показують, що впровадження блокчейну може знизити ризики шахрайства, забезпечити незмінність даних та покращити довіру до продуктів. Наприклад, IBM Food Trust використовує блокчейн для відстеження харчових продуктів від фермера до споживача, що забезпечує підвищену прозорість і швидкість реагування на проблеми безпеки [4].

Смарт-контракти дозволяють автоматизувати виконання угод при досягненні певних умов, що знижує потребу в посередниках та зменшує адміністративні витрати. У аграрному секторі смарт-контракти можуть автоматизувати процеси укладання угод, оплати та доставки продукції, що сприяє підвищенню ефективності та зниженню ризиків. AgriDigital використовує блокчейн і смарт-контракти для управління ланцюгами постачання зернових культур, забезпечуючи прозорість та ефективність [5].

Нові наукові дослідження виявили, що блокчейн може бути ефективним інструментом для покращення управління ризиками в аграрному секторі, зокрема для моніторингу та керування ризиками, пов'язаними з погодними умовами, що можуть вплинути на урожайність. Крім того, блокчейн може допомогти поліпшити доступ дрібних фермерів та підприємств до фінансових ресурсів [6]. Останні публікації також показали, що блокчейн можна застосовувати для покращення сталості аграрного сектору, зокрема для відстеження та управління вуглецевим слідом, що допомагає зменшити вплив на довкілля [7].

Разом з тим, автори зазначають, що реалізація технології блокчейну в аграрному секторі може зіткнутися з рядом викликів, включаючи забезпечення якості та точності даних, інтеперабельності різних платформ, масштабованості системи, визначеності регуляторного середовища та забезпечення кібербезпеки [8].

Крім того, незважаючи на значний потенціал, впровадження блокчейну в аграрному секторі зіштовхується з низкою викликів. Серед них – технічна складність, відсутність стандартів, високі витрати на впровадження та потреба в навчанні учасників ринку. Блокчейн-технології також потребують значних обчислювальних ресурсів, що може бути проблематичним для дрібних фермерів та підприємств [9-10]. Перспективи розвитку блокчейну та смарт-контрактів в аграрному секторі пов'язані з подальшою стандартизацією технологій, зниженням витрат на їх впровадження та підвищенням обізнаності учасників ринку про їхні переваги [11].

Таким чином, в цілому, останні дослідження та публікації показали, що блокчейн та смарт-контракти мають значний потенціал для покращення аграрного сектора. Однак, для реалізації цього потенціалу потрібно вирішити технічні, економічні та соціальні виклики, пов'язані з впровадженням блокчейну в аграрному секторі.

Мета статті. Мета дослідження полягає в аналізі та оцінці потенціалу використання технології блокчейн та смарт-контрактів у торгівлі сільськогосподарською продукцією та продуктами харчування для підвищення прозорості, ефективності та безпеки ланцюгів постачання. Дослідження спрямоване на виявлення основних переваг та викликів впровадження цих технологій у аграрному секторі.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Споживачі готові платити більше за здорову та безпечну їжу, тому вимагають відстеження, яке можна верифікувати, як важливий аспект безпеки та якості. Для задоволення цього попиту потрібна система, яка може надавати інформацію про джерело та життєвий цикл товарів. З іншого боку, в останні роки з комерціалізацією технології точної сільськогосподарської техніки люди стали все більше цікавитися сільськогосподарськими даними. Як відомо, сільськогосподарські дані є заплутаними, особливо дані з спільних моніторів врожайності. Аналітики турбуються про достовірність даних, зокрема, враховуючи те, що інші можуть впливати на якість даних на різних етапах шляху даних. Крім того, управління великими наборами даних стикається з багатьма викликами, переважно пов'язаними з неповними, неструктурованими та неточними даними. Тому технологія блокчейн, децентралізований реєстр, який полегшує блокове шифрування даних транзакцій, привертає все більше академічного та комерційного інтересу, оскільки вона може перевіряти, аудитувати та забезпечувати конфіденційність даних та інформації.

Технологія блокчейн дозволяє не лише зберігати інформацію, але й використовуватися при укладанні та виконанні самозабезпечених контрактів у формі комп'ютерної програми. Блокчейн надає кілька виняткових можливостей у сфері сільськогосподарського виробництва, зокрема, підтвердження автентичності походження продукту, гарантію прозорості процесу для споживачів, значне прискорення операцій оформлення та оплати та зменшення комісійних виплат посередників. Крім того, блокчейн дозволяє здійснювати контроль в режимі реального часу за програмованим процесом, а споживачі готові платити за унікальність продукту.

Використання технологій блокчейн є важливим через його корисність для різних ринкових агентів. Виробники, як правило, не цікавляться використанням екологічно чистих та дорогих технологій, оскільки споживачі не мають доступу до всього ланцюжка постачання при

формуванні кінцевого продукту, отже, додана вартість не стає відомою споживачам і, отже, не монетизується. Однак механізм блокчейн може ефективно вирішити цю проблему. Блокчейн також може зменшити кількість посередників між виробником та споживачем завдяки прозорому фіксуванню всіх транзакцій у ланцюжку постачання. Для дистриб'юторів характерним є те, що вони отримують лише непідтверджені запевнення від виробників щодо якості продуктів, технології вирощування, врожаю. Однак вони цікавляться отриманням точної інформації про походження продукту, оскільки ризикують своїми фінансами при зміні попиту та пропозиції. Основна перевага блокчейн для цих ринкових агентів полягає в новій інформації, яка була недоступна раніше (скільки та якого роду добрив було використано, чи були рослини хворі, яка була врожай яка була врожайність, які методи точного землеробства були використані). Такі інновації радикально змінюють існуючу практику сільськогосподарського підприємництва.

Дистриб'ютори та брокери є критичними елементами в адаптації технології блокчейн. Вони будуть використовувати цю технологію та не будуть проти її впровадження, оскільки вони зрозуміють переваги. Покупці, які вимагають підтвердження походження та якості продуктів від дистриб'юторів, будуть рушійною силою адаптації технології блокчейн до постачальників харчових продуктів.

Переробники часто страждають від недостатньої інформації для верифікації походження продуктів. Довіра до продуктів переробника залежить від його можливості надати інформацію не лише про нюанси власного перероблення, а й про походження продукту. Це вимагає інформації про весь процес виробництва від виробника. Великі виробники можуть почати адаптацію технології блокчейн з пілотних проєктів, наприклад, для органічних продуктів, а потім адаптувати її до інших брендів.

Торговельні мережі не можуть логічно обґрунтувати преміальні ціни для продуктів, які потребують більшої прозорості інформації про продукти. Проте, торговельні мережі можуть виграти, якщо мають достатньо доказів, що продукти є дійсно органічними, місцевого походження, придбані на основі справедливої торгівлі, використовуючи інтегроване управління пестицидами. Блокчейн дозволяє покупцеві отримати та верифікувати таку інформацію.

Це є ефективним способом підвищити низьку довіру споживачів до заяв роздрібних мереж щодо якості, походження та свіжості їхніх продуктів. Поточна тенденція до надання споживачеві розширеної інформації про продукт (особливо, м'ясо тварин) продовжує зростати. Онлайн-замовлення та програмне забезпечення для смартфонів також збільшують вимоги до кількості та якості наданої інформації.

Споживачі готові платити дорожче за продукти, які є дійсно корисними для них. Елітні ресторани йдуть шляхом постачання під схемою "ферма-стіл", але їх недостатньо, щоб адаптувати технологію блокчейн. Середні ланцюжки постачання харчових продуктів, які отримують додаткові преміальні гроші за якість та екологічну чистоту своїх продуктів, незабаром зіткнуться з проблемою ідентифікації продуктів як кращих на ринку.

У роботі цієї технології є кілька важливих моментів. Блокчейн може бути введений поетапно, але всі учасники ланцюжка постачання продуктів повинні брати участь у ньому. Під час збору врожаю фермер надає інформацію про процес вирощування, дату збору врожаю тощо. Компанія транспортує продукти з доставкою. Наступна точка початку в блокчейні буде точкою, коли ресторан отримує продукт.

Смарт-контракт ресторану надсилає фермеру інформацію про те, що продукт був отриманий. Недостаток інформації під час транспортування є "сліпою зоною", але це не перешкоджає отримати вигоду від функціонування блокчейну. Велика роль блокчейну в харчовій індустрії полягає в оцінці учасниками мережі суджень, зроблених іншими учасниками. Ця інформація є дуже важливою для покупця. Компанія виходить за рамки традиційного позначення продукту та диджиталізації даних, надавши певні заяви в блокчейні. Це вже може бути використано в інших автоматизованих системах, таких як смарт-меню, програми планування дієти, менеджери закупівель тощо.

Переробник у цьому питанні може піти далі, запросивши верифікацію зразків продуктів. Якщо продукти дійсно відповідають попереднім характеристикам за запитом, сертифікаційний центр може розмістити сертифікат на блокчейні, надавши дані від переробника. Харчовий блокчейн завжди потребує нового контенту. Однак не вся інформація в системі є публічно доступною. Інформація про власників, а також методи, вимірювання, рецепти та інші важливі дані можуть бути поширені через закриті канали між обраними учасниками.

Таким чином, з широким використанням блокчейну та його багатоаспектною корисністю, можна стверджувати про функціонування розумного ринку. Найбільше застосування технології спостерігається в динамічному ринку, заснованому на даних з живим механізмом залучення учасників, коли інформація може бути основним активом. Маючи такий механізм відстеження даних, вже не потрібно чекати, поки деяка велика мережа розподілу або інша компанія застосує нові стандарти.

Смарт-контракти можуть оцінити схвалення та повідомити власників, чи була досягнута відповідність за якістю, часом, кількістю тощо. Основна позитивна сторона блокчейну полягає в тому, що, як частина інфраструктури ринку, він дозволяє транзакції між гравцями, які не знають

один одного або не довіряють один одному, а також проводити транзакції за допомогою смарт-контрактів.

З усіма очевидними перевагами технології блокчейну, також є ризики та недоліки використання. Багато нюансів ще не були враховані в регуляторній сфері; не легко зв'язати цифрові дані з реальними економічними умовами. Особливо стурбовані захистом конкретного коду смарт-контракту. Ці функції все ще несуть відповідальність за не поширення таких контрактів у повсякденному бізнес-житті (Табл. 1).

Таблиця 1. Переваги та обмеження використання блокчейну в аграрному секторі

Аспект	Опис	Тип
Швидкість	Використання блокчейн та смарт контрактів спричинить до збільшення швидкості обробки та врегулювання позовів, а також зменшення витрат (та помилок), пов'язаних з традиційними методами торгівлі.	Перевага
Безпека	Смарт-контракти забезпечують безпеку транзакцій, оскільки вони автоматично виконуються, коли виконуються певні умови, підвищуючи точність, швидкість і ефективність.	Перевага
Прозорість	Блокчейн-технологія забезпечує прозорість у торгівлі, оскільки всі транзакції реєструються в розподіленій мережі, що дозволяє відстежити походження продуктів.	Перевага
Економія	Смарт-контракти пропонують економію за рахунок усунення посередників, таким чином зменшуючи відповідні комісії та часові затримки.	Перевага
Використання мови програмування	Для написання контрактів використовується мова програмування Solidity, створена спеціально для розробки смарт-контрактів.	Обмеження
Підтримка блокчейну	Не всі блокчейни можуть запускати смарт-контракти. Хоча деякі, зокрема Ethereum, Arbitrum, Avalanche, Base, BNB Chain, підтримують їх, інші, як-от базовий блокчейн Bitcoin, ні.	Обмеження

Аспект	Опис	Тип
Складність	Смарт-контракти можуть бути складними для розробки та реалізації, особливо для невеликих компаній або фермерів.	Обмеження

Варто зазначити, що блокчейн-технологія може бути ефективно використана в різних галузях сільського господарства, таких як рибальство, вирощування фруктів, овочів, ягід та польових культур, і звісно тваринництві. Блокчейн дозволяє розв'язати проблеми, пов'язані з централізованим управлінням, непрозорою інформацією, ненадійними даними та легким створенням інформаційних острівців у традиційних системах відстеження (Табл. 2)

Таблиця 2. Застосування блокчейну для відстеження аграрної продукції

Продукт	Мета	Методи	Переваги
Риба	Забезпечити цілісність даних, покращити видимість ланцюжка поставок	Використовувати смарт-контракти для виконання різних процесів, розробити модель AS-IS для дослідження ефектів технології блокчейну	Надати рибалкам безпечне сховище для зберігання великих обсягів даних про сільське господарство, сприяти поліпшенню управління ланцюжком поставок, вплинути на стійкість рибальських екосистем і досягнення цілей
Фрукти	Дослідити інтеграцію технологій у ланцюжок поставок компаній, що виробляють ананаси, визначити критичні фактори для блокчейну фруктів на роздрібному ринку	Використовувати якісні дослідження та методи збору даних, такі як дослідження літератури та напівструктуровані інтерв'ю	Визначити концепцію інтеграції технологій, надати різні перспективи малайзійського роздрібного ринку блокчейну фруктів

Овочі	Розв'язати проблеми, пов'язані з централізованим управлінням, не прозорою інформацією, ненадійними даними та легким створенням інформаційних острівців у традиційних системах відстеження	Використовувати двійну структуру сховища "база даних + блокчейн" для відстеження інформації на ланцюжку та поза ланцюжком	Покращити ефективність запитів та безпеку, забезпечити автентичність та надійність даних, задовольнити практичні вимоги відстеження сільськогосподарських продуктів
Яйця	Відстежити продукти від ферми до столу, створити прозорі та відстежувані ланцюжки поставок	Використовувати розв'язок блокчейну IBM для реалізації "повного відстеження від початку до кінця"	Покращити лояльність споживачів, зменшити час відстеження від ферми до столу
Тваринництво	Покращити лояльність споживачів, зменшити час відстеження від ферми до столу, отримати глибше розуміння потенційного впливу на сталевий розвиток ланцюжка поставок харчових продуктів	Використовувати розв'язок блокчейну IBM для реалізації "повного відстеження від початку до кінця"	Покращити лояльність споживачів, зменшити час відстеження від ферми до столу, отримати глибше розуміння потенційного впливу на сталевий розвиток ланцюжка поставок харчових продуктів
Польові культури	Розв'язати проблеми, пов'язані з	Використовувати двійну структуру сховища "база	Покращити ефективність запитів та безпеку,

	централізованим управлінням, не прозорою інформацією, ненадійними даними та легким створенням інформаційних острівців у традиційних системах відстеження.	даних + блокчейн" для відстеження інформації на ланцюжку та поза ланцюжком, побудувати мережу блокчейну	забезпечити автентичність та надійність даних, задовольнити практичні вимоги відстеження сільськогосподарських продуктів.
--	---	---	---

Дизайн смарт-контрактів для аграрного сектору передбачає функції завантаження даних, контролю доступу та запиту даних. Смарт-контракт дозволяє публічному та приватному завантаженню даних, з відповідним шифруванням приватної інформації. Контроль доступу здійснюється через надання прав доступу учасникам суб'єкта та регуляторам, які можуть розшифрувати приватні дані. Крім того, смарт-контракт дозволяє запит даних, включаючи доступ до загальнодоступних даних про трасування та розшифрування приватних даних для супервайзерів (Табл. 3).

Таблиця 3. Дизайн смарт-контрактів

Функція контракту	Бізнес-логіка	Методи	Опис
Завантаження даних	Публічні дані	AddPubData	Завантаження форматуваних даних
Завантаження даних	Приватні дані	AddPriData	Шифрування даних і завантаження приватної інформації у вигляді шифротексту
Контроль доступу	Учасник суб'єкта	SubjectAcc	Права доступу відповідно до характеру бізнесу
Контроль доступу	Регулятори	RegulatoryAcc	Регулятори отримують доступ шляхом розшифрування

			завантажених приватних даних
Запит даних	Публічні дані	TracePubData	Користувачі мають доступ до загальнодоступних даних про трасування
Запит даних	Приватні дані	TracePriData	Супервайзери можуть розшифрувати завантажені шифротексти приватних даних

Смарт-контракти можуть бути використані для автоматизації виконання угоди, усуваючи потребу в посередниках та збільшуючи прозорість та ефективність. Вони також можуть бути використані для реалізації крок за кроком процесів, відстеження продуктів в реальному часі та надання всебічного огляду ланцюжка поставок.

Таблиця 4. Опис моделі ланцюжка створення і розподілення продуктів харчування на базі технології блокчейн

Етапи	Учасники	Опис етапу
Етап 1	Фермери: зберігають інформацію на блокчейн	Рішення блокчейн для ланцюга поставок харчових продуктів дозволяють фермерам зберігати інформацію про вирощений урожай, таку як походження та тип культури, процес посіву та обробітку, зберігання та обробку даних тощо на блокчейн за допомогою мобільного додатку. Цю інформацію можуть легко отримати всі сторони, задіяні в мережі. Фермери також можуть завантажувати зображення врожаю, щоб допомогти заводам або виробничим компаніям приймати обґрунтовані рішення щодо якості врожаю. Смарт-контракти включають правила, які допомагають гарантувати, чи дотримується відповідність під час передачі даних у блокчейн.
Етап 2	Переробники: записують деталі процесу переробки в блокчейн	Після того, як урожай вирощений, він відправляється на наступний етап, тобто переробку на фабрики або харчові підприємства. Ці компанії роблять пропозиції на врожай через смарт-контракти. Після того, як закупка сировини

		здійснена, вони починають переробку та зберігають відповідну інформацію в загальнодоступному блокчейні. Ця інформація допомагає роздрібним торговцям і споживачам визначити, чи була їжа належним чином оброблена чи ні. Оскільки правила додаються до смарт-контрактів, відповідність харчових продуктів буде дотримуватись на кожному етапі виробництва.
Етап 3	Дистриб'ютори та мережі: здійснюють закупівлі харчових продуктів за допомогою смарт-контрактів	Після того, як процес переробки завершено, готові продукти харчування виставляються на тендер. Дистриб'ютори та мережі роблять пропозиції через розумні контракти. Після того, як компанія прийме пропозицію, харчові підприємства відправляють оброблені харчові продукти замовнику. Сторони, задіяні в системі ланцюжка поставок харчових продуктів, через блокчейн можуть відстежувати шлях продукту на кожному етапі, не турбуючись про безпеку.
Етап 4	Логістичні оператори: готова продукція доставляється через транспортні засоби з підтримкою Інтернету речей	Коли дистриб'ютор отримує продовольчі товари, він наймає постачальника логістичних послуг для розповсюдження продуктів роздрібним торговцям. Харчові продукти далі транспортуються через транспортні засоби з підтримкою Інтернету речей, які зберігають ці продукти в безпеці при контрольованій температурі, зменшують ризик псування їжі та зберігають якість продукту. Датчики IoT в транспортних засобах надсилають у режимі реального часу інформацію про температуру харчових продуктів, а також їх місцезнаходження в блокчейн. Ця інформація, записана в блокчейн-рішеннях ланцюга поставок харчових продуктів, допомагає роздрібним торговцям відстежувати продукти харчування, які вони збираються отримати.
Етап 5	Споживачі отримують кінцевий продукт	Розробка блокчейну для ланцюга постачання харчових продуктів кардинально змінює ситуацію, оскільки забезпечує прозорість від джерела до пункту призначення. Інформація про харчові продукти, які обробляються в системі ланцюга поставок на основі блокчейн, наприклад відомості про транспортування, номери партій, дані про фабрику та обробку, дані про походження ферми, температуру зберігання, деталі терміну придатності тощо, записується в блокчейн на кожному етапі. Усі транзакції також перевіряються зацікавленими сторонами, залученими в мережу, для досягнення

		консенсусу. Оскільки кінцеві споживачі можуть отримати доступ до інформації про продукт і відстежити його шлях, вони можуть швидко вирішити, чи варто їм купувати певний продукт харчування чи ні.
--	--	--

Представлений опис моделі ілюструє (Табл. 4), як технологія блокчейн та смарт-контракти можуть бути використані для відстеження та управління всіма етапами торгівлі сільськогосподарською продукцією та продуктами харчування, забезпечуючи прозорість, безпеку та автентичність даних.

Отже, впровадження технології блокчейн та смарт-контрактів у торгівлю сільськогосподарською продукцією та продуктами харчування має значні переваги, які можуть значно покращити ефективність і надійність ланцюжка поставок. Ці технології забезпечують підвищену прозорість, безпеку та швидкість транзакцій, сприяючи загальному розвитку сільськогосподарської галузі.

Висновки.

В результаті дослідження встановлено, що впровадження технології блокчейн та смарт-контрактів у торгівлю сільськогосподарською продукцією та продуктами харчування має значні переваги, які можуть суттєво покращити ефективність і надійність ланцюжка поставок. Смарт-контракти забезпечують автоматичне виконання угод за умов виконання певних умов, що підвищує точність, швидкість і безпеку транзакцій. Це дозволяє уникнути помилок та шахрайства, оскільки всі дані фіксуються у розподіленій мережі блокчейну.

Незважаючи на численні переваги, існують також обмеження у використанні блокчейн-технології, такі як складність розробки та реалізації смарт-контрактів, особливо для невеликих компаній або фермерів. Деякі блокчейни не підтримують смарт-контракти, а захист коду смарт-контракту та регуляторні нюанси потребують додаткової уваги.

Отже, блокчейн-технологія має потенціал для суттєвого покращення ланцюжка постачання сільськогосподарської продукції та продуктів харчування. Її впровадження може підвищити прозорість, безпеку та ефективність процесів, сприяючи загальному розвитку аграрного сектора та задоволенню зростаючих вимог споживачів щодо якості та безпеки продуктів.

Список використаних джерел

1. Vangala, A.; Das, A.K.; Kumar, N.; Alazab, M. Smart Secure Sensing for IoT-Based Agriculture: Blockchain Perspective. *IEEE Sensors J.* 2021, *21*, 17591–17607.
2. Rocha, G.d.S.R.; de Oliveira, L.; Talamini, E. Blockchain applications in agribusiness:

- A systematic review. *Futur. Internet* 2021, 13, 95.
3. Sharma, R.; Samad, T.A.; Jabbour, C.J.C.; de Queiroz, M.J. Leveraging blockchain technology for circularity in agricultural supply chains: Evidence from a fast-growing economy. *J. Enterp. Inf. Manag.* 2021. *ahead-of-print*.
 4. Song, L.; Wang, X.; Wei, P.; Lu, Z.; Merveille, N. Blockchain-Based Flexible Double-Chain Architecture and Performance Optimization for Better Sustainability in Agriculture. *Comput. Mater. Contin.* 2021, 68, 1429–1446.
 5. Sharma, R.; Kamble, S.S.; Gunasekaran, A.; Kumar, V.; Kumar, A. A systematic literature review on machine learning applications for sustainable agriculture supply chain performance. *Comput. Oper. Res.* 2020, 119, 104926.
 6. Demestichas, K.; Peppes, N.; Alexakis, T.; Adamopoulou, E. Blockchain in agriculture traceability systems: A review. *Appl. Sci.* 2020, 10, 4113.
 7. Liu, W.; Shao, X.-F.; Wu, C.-H.; Qiao, P. A systematic literature review on applications of information and communication technologies and blockchain technologies for precision agriculture development. *J. Clean. Prod.* 2021, 298, 126763.
 8. Kramer, M.P.; Bitsch, L.; Hanf, J. Blockchain and its impacts on agri-food supply chain network management. *Sustainability* 2021, 13, 2168.
 9. Kamble, S.S.; Gunasekaran, A.; Gawankar, S.A. Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *Int. J. Prod. Econ.* 2020, 219, 179–19.
 10. Chan, K.Y.; Abdullah, J.; Shahid, A. A framework for traceable and transparent supply chain management for agri-food sector in malaysia using blockchain technology. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.* 2019, 10.
 11. Marinello, F.; Atzori, M.; Lisi, L.; Boscaro, D.; Pezzuolo, A. Development of a traceability system for the animal product supply chain based on blockchain technology. *Nantes* 2017, 1, 258–268.

ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я HEALTH CARE

Новицький В.Я.,

науковий співробітник,

Український науково-дослідний інститут спеціальної техніки та судових експертиз

Служби безпеки України

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7386-1221>

ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЧАСТОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЧНИХ ПРИСТРОЯХ ТА ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Неперервний розвиток інновацій у медичних технологіях сприяє стрімкому зростанню наукових лабораторій та грантових програм у галузі мікроелектроніки та радіочастотних технологій для медичних застосувань по всьому світі. Зазначимо, що українська наука має значний потенціал у цій області, і багато дослідників продовжують працювати над новими проектами, які допомагають покращувати медичну практику та забезпечувати більш ефективно та безпечно лікування пацієнтів [1].

Значний інтерес до даної тематики можна пояснити тим, що радіочастотні технології дозволяють створювати високоточні діагностичні системи, які забезпечують швидку та точну інформацію про стан здоров'я пацієнтів. Це допомагає лікарям рано виявляти захворювання та призначати ефективно лікування [2]. Крім цього, більшість бездротових медичних пристроїв, що використовують радіочастотні технології, забезпечують зручність в експлуатації та знижують ризик інфекцій, пов'язаних зі звичайними проводами та кабелями.

Таким чином, швидкий розвиток радіочастотних технологій відкриває нові можливості для розробки інноваційних медичних пристроїв та систем, які можуть революціонізувати спосіб діагностики, лікування та реабілітації пацієнтів.

Метою роботи є дослідження практичного використання радіочастотних технологій у роботі медичних пристроїв та діагностичних систем.

Вивченню питання, в рамках мети даної роботи, присвячена значна кількість наукових статей, монографій. Із останніми результатами можна

ознайомитися у роботах [1–3]: John X.J. Zhang, Ada Poon, Andrew Hibbert, Олег Веретельников, Ігор Крупник, Лариса Чернілевська. Сучасні наукові проекти зосереджуються на дослідженнях у сфері бездротових медичних пристроїв, таких як бездротові сенсори для моніторингу здоров'я, бездротові імплантовані пристрої, створення біосенсорів та мікросистем для медичних застосувань тощо.

Аналізуючи основні аспекти використання радіочастотних технологій у медичних пристроях та діагностичних системах, простежується значний прогрес у сучасній медичній практиці [3, 4]. Виокремимо основні сфери використання радіочастотних технологій в медичній галузі у вигляді Таблиці 1.

Таблиця 1

Назва	Характеристичні особливості
Бездротове підключення та комунікація	Радіочастотні технології дозволяють створювати бездротові медичні пристрої, які можуть взаємодіяти з іншими пристроями чи системами. Наприклад, моніторинг здоров'я пацієнтів у реальному часі або передача даних з медичних приладів до електронних медичних карток.
Безконтактні вимірювання	Радіочастотні ідентифікаційні мітки (RFID) використовують для безконтактного визначення і відстеження медичних пристроїв та інвентарю, забезпечуючи високоефективну інвентаризацію та управління запасами.
Діагностика та моніторинг здоров'я	Радіочастотні технології беруть участь у створенні діагностичних систем, які здатні безперервно моніторити показники здоров'я пацієнтів. Наприклад, бездротові сенсори для вимірювання температури тіла, пульсу, кров'яного тиску тощо, які автоматично передають дані на медичний сервер для аналізу.
Лікування та реабілітація	У сучасній медицині радіочастотні технології використовуються для проведення неконтактної терапії. Наприклад, використання радіочастотних хвиль для знищення злоякісних клітин у онкології або для безболісного розігрівання тканин у фізіотерапії.

Хірургічні процедури	Радіочастотні технології дають змогу проводити точні та мінімально інвазивні хірургічні процедури. Наприклад, радіочастотна абляція використовується для знищення пухлин або абляції нервів для зменшення болю.
Віддалений моніторинг та телемедицина	Радіочастотні технології дозволяють пацієнтам отримувати медичну допомогу на відстані, включаючи консультації лікаря, дистанційний моніторинг стану здоров'я та навіть віртуальні прийоми за допомогою спеціалізованих мобільних додатків та пристроїв.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що радіочастотні технології стають необхідним компонентом у сучасній медицині, допомагаючи забезпечити ефективну діагностику, лікування та моніторинг здоров'я пацієнтів. З розвитком технологій в цій галузі очікується подальше зростання їхнього впливу на медичну практику, що в цілому дозволить покращити якість медичної допомоги.

Список використаних джерел

1. Anahtar M.N., Yang J.H., Kanjilal S. (2021) *Applications of machine learning to the problem of antimicrobial resistance: an emerging model for translational research*. J. Clin. Microbiol., 59(7): e0126020. doi: 10.1128/JCM.01260-20. Режим доступу до ресурсу: <https://umj.com.ua/uk/publikatsia-241221-rozvitok-shtuchnogo-intelektu-v-suchasnij-meditsini>
2. Haymond S., McCudden C. (2021) *Rise of the Machines: Artificial Intelligence and the Clinical Laboratory*. J. Appl. Lab. Med., 6(6): 1640–1654. doi: 10.1093/jalm/jfab075. Режим доступу до ресурсу: <https://umj.com.ua/uk/publikatsia-241221-rozvitok-shtuchnogo-intelektu-v-suchasnij-meditsini>
3. How to Design Peripheral Oxygen Saturation (SpO2) and Optical Heart Rate Monitoring (OHRM) Systems Using the. Режим доступу до ресурсу: <https://www.ti.com/lit/an/slaa655/slaa655.pdf>
4. Orhan K., Bayrakdar I.S., Ezhov M. et al. (2020) Evaluation of artificial intelligence for detecting periapical pathosis on cone-beam computed tomography scans. Int. Endod. J., 53: 680–689. doi: 10.1111/iej.13265. Режим доступу до ресурсу: <https://umj.com.ua/uk/publikatsia-241221-rozvitok-shtuchnogo-intelektu-v-suchasnij-meditsini>

Rocka A. ¹, Walczak-Nowicka Ł.J. ², Woźniak M. ¹,

¹Department of Pediatric Radiology, Medical University of Lublin,
Al. Raławickie 1, 20-059, Lublin, Poland

²Chair and Department of Toxicology, Faculty of Pharmacy,
Medical University of Lublin, 8 Chodźki Street, 20-093 Lublin, Poland

OSTEONECROSIS LESIONS IN CHILDREN WITH ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA

Abstract. Acute lymphoblastic leukemia (ALL) is the most commonly diagnosed cancer in the pediatric population. Thanks to intensive treatment therapy, the survival rate of patients with ALL has increased significantly in recent years. Advanced molecular, genetic, or imaging diagnostic methods have significantly contributed to reducing the time to diagnosis and the implementation of treatment. Osteonecrosis is considered an often overlooked ALL complication in early diagnosis. Risk factors for osteonecrosis may include age, gender, origin, body weight, and type of treatment. These lesions are most often localized in the lower limbs. Access to advanced diagnostic radiology allows detailed imaging of osteonecrosis lesions, sometimes before the appearance of clinical symptoms. This study aims to analyze the risk factors for osteonecrosis lesions in ALL, but also to highlight the role of imaging tests in the diagnosis of osteonecrosis in children with ALL.

Keywords: acute lymphoblastic leukemia, pediatric, osteonecrosis diagnostic imaging.

Introduction. Acute lymphoblastic leukemia (ALL) is a malignancy of the hematopoietic system. ALL accounts for 25.1% of newly diagnosed cancers in pediatric patients under 19 years of age [1]. The symptoms of ALL are non-specific, with fever, weakness, feeling tired, pale, bone or joint pain, painless lumps, and loss of appetite being the most common [2]. Increased incidence of ALL is observed in children aged 1 to 4 years; the incidence of ALL among children aged 1-4 years is approximately four times higher than in infants and children aged 10 years and older [3]. Currently, an interdisciplinary approach during the diagnosis of ALL, i.e. the use of molecular, genetic, and imaging tests, enables an accurate assessment of the stage of the disease and the application of appropriate treatment methods. Imaging studies used in the diagnosis of osteonecrosis most commonly include X-rays, MRI (magnetic resonance imaging), less commonly CT (*computed tomography*), and bone scintigraphy. Imaging tests are considered to be among the investigations that could reduce the progression of bone lesions. They represent a rapid and accurate method of diagnosis, even before the first osteoarticular symptoms appear. Some researchers suggest that imaging studies should be incorporated into the daily clinical practice of patients with ALL, which would significantly contribute to reducing complications related to the disease itself, but also to the impact of its treatment on bone lesions [4]. Of the osteoarticular manifestations, one of the more common is osteonecrosis, defined as a degenerative bone disease that is associated with the death of the cellular components of bone. Its

cause is considered to be, interruption/lack of subchondral blood supply. It is also known as sterile necrosis, aseptic necrosis, and ischemic necrosis of bone [5,6].

It is thought to be an often missed complication of ALL treatments in early diagnosis [7]. Chemotherapy can be counted as a direct cause of osteonecrosis. In addition to chemotherapy, a common treatment for ALL is corticosteroids, which can also have a damaging effect on the osteoarticular process [8]. Also, cancer cells can contribute to the occurrence of necrotic lesions in the bones [9].

Osteoarticular pains. Nonspecific osteoarticular pains in ALL patients often represent the disease's first symptoms. Most often they do not refer to a uniform location, with bone pain, musculoskeletal pain, and joint pain among the symptoms reported. Bone pain is often an early and non-specific symptom associated with the large-scale production of hematopoietic tissue in the bone marrow cavities of both long bones and vertebrae. The pain of musculoskeletal origin is described as intermittent, spontaneous, intense, and sudden. The complaints mostly affect the lower limbs, with little response to the analgesic treatment used. Joint pain is associated with changes in the periosteum and not with direct infiltration of leukemic cells into the synovial membrane [10].

In the Kobayashi Daisuke et al. study, bone-joint lesions were observed in 7.1% (n=295) (13 patients with acute lymphocytic leukemia, 3 with malignant lymphoma). Ultimately, 12 patients were included in the study. The most frequently reported complaints were pain in the joints of the lower and upper limbs, most often involving one joint. Diffuse osteopenia was most commonly observed in the imaging studies performed. The periosteal reaction was observed in 31.2 % of patients, osteolytic changes in 31.2 %, pathological fractures in 31.2 %, sclerotic changes in 12.5 %, and epiphyseal belts in 12.5 %. Of the patients with pathological fractures, four had vertebral fractures (80%) and one had a fibula fracture. Patients with vertebral fractures had collapse of three to five vertebrae at presentation. In one patient, no change in radiological findings was observed [11]. Moreover, in the study by Riccio I. et al. 73 (22%) patients manifested musculoskeletal complaints at the time of diagnosis of ALL. Of the 328 patients, 207 were diagnosed with ALL, the remaining patients with acute non-lymphoblastic leukemia. Osteoporosis, radiolucent metaphyseal bands, pathological fractures, osteolysis, osteosclerosis, and periosteal reactions were most frequently observed on X-ray images [12].

Osteonecrosis in children with ALL. One study found that osteonecrosis developed in 6% of children with ALL during or after treatment. The researchers noted that risk factors could include gender (women were more likely to have necrotic lesions) and age (older age at diagnosis predisposed to necrotic lesions). In more than half of the subjects with bone necrosis, chemotherapy was corrected. It is noteworthy that necrotic lesions persisted in 60% of the patients (median follow-up of 5 years). These lesions were most commonly located in the hip and knee region. However, lesions in the bones of the arms, feet, shoulders, ankles,

and wrists were also observed on MRI [13]. One study showed that the 5-year cumulative incidence of osteonecrosis in patients treated according to the CoALL 07-03 trial was 25%. It is worth noting that the cumulative steroid dose was low in this treatment regimen, so the researchers believe that its incidence may have been related to other treatment-related risk factors and the study population. Similar to the above study, lesions were most commonly localized to the knees and hips, but also to other localizations [14].

Another study found that in children with ALL treated according to Nordic ALL protocols, osteonecrosis was reported in 24% of patients (of whom 30% showed pain symptoms). The femoral head was the site of involvement in all patients requiring surgery. It was also shown that reducing the duration of dexamethasone administration reduced the risk of its occurrence. It was also noted that a higher BMI (Body Mass Index) was among the risk factors for osteonecrosis in these patients [15]. In addition, in children with ALL treated according to the CCG-1882 Children's Cancer Group (CCG) protocol, osteonecrosis was reported in approximately 9% of patients. As before, it was also noted that older age at ALL diagnoses, but also female gender was associated with an increased frequency of bone necrosis. Furthermore, Caucasian patients were also at risk. It is noteworthy that, as in the Niinimäki R.A. et. al study, an effect of dexamethasone on the occurrence of bone lesions was also found. The location of osteonecrosis lesions was most common in the hips and knees, followed by the ankles, arm bones, and elbows [16]. The effect of dose and intensification of dexamethasone treatment on the development of osteonecrosis was also found in another study. The use of dexamethasone every other week in the delayed intensification phases significantly reduced the incidence of osteonecrosis. In addition, the cumulative incidence of bone necrosis after 5 years was 7.7%. Significantly, necrotic lesions mainly affected two or more localizations [17]. It is worth noting that it is thought that intermittent, rather than continuous, administration of corticosteroids may contribute to a reduced risk of osteonecrosis in children with ALL [18]. Similar observations associated with an increased risk of osteonecrosis in children with ALL have been observed after high doses of steroids, prednisone, and/or dexamethasone [19]. Another study found that approximately 8% of children with ALL had symptomatic osteonecrosis. More than 90% were located in the lower limbs, with 58% of the lesions located in the epiphyses and the remainder located in the appendages and shafts. It is worth noting that the mean lesion area was 7.6 cm². As in previous studies, risk factors for osteonecrosis included age, gender, and a high-risk group for ALL [20]. A slightly higher frequency of osteonecrosis lesions was reported in the study by Kawedia J.D. et. al. Grade I osteonecrosis lesions occurred in 50% of ALL patients without pain symptoms. In contrast, grade 2 and 3 lesions were observed in approximately 18% of patients. In asymptomatic patients, the risk of developing higher-grade necrosis was approximately 26%. As in previous studies, age over 10 years was found to be the strongest co-variable for

bone necrosis. Other risk factors included hypoalbuminemia, increased exposure to dexamethasone, high cholesterol, and a variation in the *ACP1-SH3YL1* gene locus [21].

Furthermore, there are also reports of an effect of ALL on the occurrence of necrotic bone lesions. It is noteworthy that in one study, necrotic bone lesions (grades II and II) were noted in approximately 10% of children at the time of diagnosis (without prior chemotherapy). These lesions mainly affected the knees and/or hips. On average, two joints per patient were affected by osteonecrosis lesions on the first MRI scan. It was also noted that necrotic lesions are unpredictable, as 6 months after the first MRI, patients showed different degrees of necrosis severity compared to the first examination [22]. Also, similar results were obtained in another study. It was found to occur in approximately 9% of newly diagnosed children with ALL. More than 90% of the lesions were moderate to severe. This study also identified risk factors for osteonecrosis in children. These include older age at diagnosis, high-risk ALL group, T-cell immunophenotype, female gender, and bone pain at diagnosis. It is noteworthy that in only 16% of the subjects did the necrotic lesions resolve. The osteonecrosis lesions were, as in previous studies, localized to the knees and hips [23].

Summary. Osteoarticular pain is often the only symptom of developing ALL. Osteonecrosis frequently occurs in children with ALL diagnosed at the beginning of the disease or as a complication during treatment. MRI is most commonly used in the diagnosis of osteonecrosis lesions. It has been observed that these lesions most commonly affect the knees and hips. Significantly, more than one osteonecrosis foci was often encountered. It is worth noting that the underlying disease may play a role in the occurrence of osteonecrosis lesions. Also, modifying the treatment protocol reduces the risk of necrotic lesions. MRI examination should be performed as soon as possible in children with osteonecrosis symptoms. Prompt and early imaging diagnosis contributes to an improved quality of life and a reduction in complications associated with bone destruction in ALL patients.

References

1. Surveillance, Epidemiology, and End Results Program: SEER Cancer Stat Facts: Childhood Leukemia (Ages 0–19). Bethesda, Md: National Cancer Institute, DCCPS, Surveillance Research Program. Accessed online: July 24, 2023 <https://seer.cancer.gov/stat-facts/html/childleuk.html>.
2. “Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia Treatment (PDQ®)–Patient Version,” National Cancer Institute, Jul. 23, 2019. https://www.cancer.gov/types/leukemia/patient/child-all-treatment-pdq#_1
3. “National Childhood Cancer Registry Explorer (NCCR*Explorer),” nccrexplorer.ccdi.cancer.gov. <https://nccrexplorer.ccdi.cancer.gov/>
4. M. Kunstreich, S. Kummer, H.-J. Laws, A. Borkhardt, and M. Kuhlen, “Osteonecrosis in children with acute lymphoblastic leukemia,” *Haematologica*, vol. 101, no. 11, pp. 1295–1305, Oct. 2016, doi: <https://doi.org/10.3324/haematol.2016.147595>.

5. A. H. Matthews, D. D. Davis, M. J. Fish, and D. Stitson, "Avascular Necrosis," PubMed, 2020.
6. C. Chang, A. Greenspan, and M. E. Gershwin, "Osteonecrosis," *Kelley's Textbook of Rheumatology*, pp. 1692-1711.e5, 2013, doi: <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-1738-9.00103-1>.
7. O. I. Baranova, A. D. Shirin, N. A. Falaleeva, and D. S. Osmanov, "[Development of aseptic osteonecrosis during the treatment of acute lymphoblastic leukemia: review of the literature and author's own data]," *Terapevticheskii Arkhiv*, vol. 83, no. 7, pp. 26–32, 2011.
8. M. S. Cooper, "Glucocorticoids in bone and joint disease: the good, the bad and the uncertain," *Clinical Medicine*, vol. 12, no. 3, pp. 261–265, Jun. 2012, doi: <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.12-3-261>.
9. K. Shim, M. J. MacKenzie, and E. Winqvist, "Chemotherapy-Associated Osteonecrosis in Cancer Patients with Solid Tumours," *Drug Safety*, vol. 31, no. 5, pp. 359–371, 2008, doi: <https://doi.org/10.2165/00002018-200831050-00001>.
10. O. Brumariu et al., "[Osteoarticular changes in childhood leukemia, lymphoma and neuroblastoma]," *Revista Medico-Chirurgicala a Societatii De Medici Si Naturalisti Din Iasi*, vol. 104, no. 4, pp. 67–69, 2000.
11. D. Kobayashi et al., "Musculoskeletal conditions of acute leukemia and malignant lymphoma in children," *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, vol. 14, no. 3, p. 156, May 2005.
12. I. Riccio et al., "Musculoskeletal problems in pediatric acute leukemia," *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, vol. 22, no. 3, pp. 264–269, May 2013.
13. L. te et al., "Prospective Study on Incidence, Risk Factors, and Long-Term Outcome of Osteonecrosis in Pediatric Acute Lymphoblastic Leukemia," vol. 29, no. 31, pp. 4143–4150, Nov. 2011.
14. M. Kuhlen, A. Moldovan, K. Krull, R. Meisel, and A. Borkhardt, "Osteonecrosis in paediatric patients with acute lymphoblastic leukaemia treated on Co-ALL-07-03 trial: a single centre analysis," *Klinische Padiatrie*, vol. 226, no. 3, pp. 154–160, May 2014, doi: <https://doi.org/10.1055/s-0033-1358723>.
15. R. A. Niinimäki et al., "High body mass index increases the risk for osteonecrosis in children with acute lymphoblastic leukemia," *Journal of Clinical Oncology: Official Journal of the American Society of Clinical Oncology*, vol. 25, no. 12, pp. 1498–1504, Apr. 2007, doi: <https://doi.org/10.1200/JCO.2006.06.2539>.
16. L. A. Mattano, H. N. Sather, M. E. Trigg, and J. B. Nachman, "Osteonecrosis as a Complication of Treating Acute Lymphoblastic Leukemia in Children: A Report From the Children's Cancer Group," *Journal of Clinical Oncology*, vol. 18, no. 18, pp. 3262–3272, Sep. 2000, doi: <https://doi.org/10.1200/jco.2000.18.18.3262>.
17. L. A. Mattano et al., "Effect of alternate-week versus continuous dexamethasone scheduling on the risk of osteonecrosis in paediatric patients with acute lymphoblastic leukaemia: results from the CCG-1961 randomised cohort trial," *The Lancet Oncology*, vol. 13, no. 9, pp. 906–915, Sep. 2012, doi: [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(12\)70274-7](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(12)70274-7).
18. M. L. te Winkel, R. Pieters, E.-J. . D. Wind, J. H. J. M. Bessems, and M. M. van den Heuvel-Eibrink, "Management and treatment of osteonecrosis in children and adolescents with acute lymphoblastic leukemia," *Haematologica*, vol. 99, no. 3, pp. 430–436, Mar. 2014, doi: <https://doi.org/10.3324/haematol.2013.095562>.
19. M. Aricò et al., "Osteonecrosis: An emerging complication of intensive chemotherapy for childhood acute lymphoblastic leukemia," *Haematologica*, vol. 88, no. 7, pp. 747–753, Jul. 2003.
20. V. Engelbrecht, A. Scherer, M. Bruder, D. Körholz, and U. Mödder, "[MRI of aseptic osteonecrosis in children and adolescents with acute lymphoblastic leukemia]," *RoFo*:

- Fortschritte Auf Dem Gebiete Der Rontgenstrahlen Und Der Nuklearmedizin, vol. 172, no. 4, pp. 336–341, Apr. 2000, doi: <https://doi.org/10.1055/s-2000-335>.
21. J. D. Kawedia et al., “Pharmacokinetic, pharmacodynamic, and pharmacogenetic determinants of osteonecrosis in children with acute lymphoblastic leukemia,” *Blood*, vol. 117, no. 8, pp. 2340–2347; quiz 2556, Feb. 2011, doi: <https://doi.org/10.1182/blood-2010-10-311969>.
 22. K. Krull et al., “Osteonecrosis in children with acute lymphoblastic leukemia at initial diagnosis and prior to any chemotherapy,” *Leukemia & Lymphoma*, vol. 60, no. 1, pp. 78–84, Jan. 2019, doi: <https://doi.org/10.1080/10428194.2018.1466292>.
 23. S. Barzilai-Birenboim et al., “Bone pain at leukemia diagnosis and other risk factors for symptomatic osteonecrosis in children with acute lymphoblastic leukemia,” *Pediatric Blood & Cancer*, vol. 68, no. 8, Mar. 2021, doi: <https://doi.org/10.1002/pbc.29033>.

Walczak-Nowicka Ł.J.¹, Herbet M.¹,

¹ Chair and Department of Toxicology, Faculty of Pharmacy,
Medical University of Lublin, 8 Chodźki Street, 20–093 Lublin, Poland

CRISPR/CAS9 AS AN INNOVATIVE AND VERSATILE TOOL IN ONCOLOGY

Abstract. The CRISPR/CAS9 (Clustered Regularly-Interspaced Short Palindromic Repeats) method is a genome editing method. There are more and more reports about its use in oncology, and more specifically in the search for new drugs and new genes responsible for the process of carcinogenesis. Tools contributing to a better understanding of the carcinogenesis process, as well as allowing the identification of new cancer therapeutic targets, are very important because, despite medical advances, cancer is still the leading cause of death worldwide. Therefore, this study aimed to evaluate CRISPR/CAS9 as an innovative and versatile tool in oncology. The use of CRISPR/CAS9 as a therapeutic tool has been demonstrated in various types of cancer, such as colon cancer, colorectal cancer, hepatocellular carcinoma, leukemia, and gliomas. It is through this method that genes such as WRN, Asf1a, Ptpn2, CD133, and ATRX have been successfully linked to carcinogenesis. The CRISPR/CAS9 method is a tool that can mediate genetic corrections in selected human cancers. Hopes are associated with this method in the field of personalized therapies for oncological patients.

Keywords: oncology; CRISPR/CAS9; genetic; cancers.

Introduction. The CRISPR/CAS9 (Clustered Regularly-Interspaced Short Palindromic Repeats) method is a genome editing method that was awarded the Nobel Prize in Chemistry in 2020 [1], [2]. This prize was awarded to two researchers, French microbiologist Emmanuelle Charpentier and American biologist Jennifer Doudna. They demonstrated that CRISPR/CAS9 can be programmed with RNA to modify DNA. The method takes advantage of the bacteria’s natural defense system against viruses and allows the targeted deletion, addition, or modification of specific DNA fragments in the genome. CRISPR is a DNA sequence found in bacteria that is repeated several times and separated by short sequences that were first described in 1987 [3], [4]. It is part of the adaptive immune system of bacteria and archaeons that prevents them from being infected by phages or viruses. CAS9

(CRISPR-associated protein 9) is an endonuclease that induces double-strand breaks (DSBs). This method is an accurate and precise method for genome editing. As a result, it opens up new possibilities in scientific research.

Increasingly, there are reports of its application in oncology and, more specifically, in the search for new drugs and new genes responsible for carcinogenesis. Malignant cancers are the leading cause of death worldwide [5]. Still, many anti-cancer drugs are highly ineffective in the treatment of cancer and also many patients experience serious side effects [6], [7]. This is due, among other things, to the lack of selectivity of the drugs used, the heterogeneity of the cancer cells, and the individual characteristics of the patient. The development of effective and safe anti-cancer therapies is therefore necessary, as well as the result of new research tools and methods to accelerate the search for new drugs. Research that contributes to a better understanding of the process of carcinogenesis and also allows the identification of new therapeutic targets is very important. Therefore, this study aimed to evaluate the CRISPR/CAS9 method as an innovative and versatile tool in oncology.

CRISPR/CAS9 method as a screening platform. The CRISPR/CAS9 method is used for many screening tests. These tests typically consist of four steps [8]. The first is the creation of a plasmid library by synthesizing sgRNA oligonucleotides targeting genes of interest and cloning them into a vector. In the second step, a pool of these plasmids is transduced into target cells. Tumor cells with a stably edited gene are identified by antibiotic selection. The next step is to identify genes potentially involved in drug resistance or tumor formation. The final step is the verification of the identified targets in *in vitro* and *in vivo* models.

There are two ways of using libraries to search for target genes among others: positive selection and negative selection [9]. Positive selection collects populations acquired with a growth advantage through random mutagenesis. On the other hand, negative selection identifies genes required for survival under specific conditions.

It is noteworthy that CRISPR/CAS9-induced gene knockout was effective in all types of test cells such as pluripotent stem cells, cancer-specific organoids, and primary immune cells [10]. With this method, it is possible to induce gene knockout in the desired cells without the need for a specialized cell line. Similar is the case with knock-in genes, which can be used to generate mutant allele series to compare the effects of each variant found in patients. However, with this method, efficacy may vary depending on the cell type.

The CRISPR/CAS9 method for identifying new therapeutic targets in oncology. The CRISPR/CAS9 method allows for the identification of genes and biomarkers that play an important role in carcinogenesis and may be targeted for therapy. An example of such research is a study in which genome-scale CRISPR/CAS9 screens were performed in 324 human cancer cell lines from 30 cancer types and developed a data-driven framework to prioritize candidates for

cancer therapeutics [11]. This study identified Werner syndrome ATP-dependent helicase (WRN) as a target in tumors with microsatellite instability (MSI). The researchers suggest WRN is required to resolve genomic structures present in DNA mismatch repair (MMR) deficient cells.

Moreover, through the CRISPR/CAS9 method, Asf1a was identified as an immunotherapeutic target in Kras-mutated lung adenocarcinoma. Researchers in this study showed that loss of Asf1a in tumor cells sensitizes them to anti-PD-1 treatment [11]. *Liu et. al.* used this method to induce the knockout of the PDHA1 gene in human oesophageal squamous cell carcinoma cells [12]. They observed that inhibition of the expression of this gene was associated, with an increase in tumor malignancy. Also, with CRISPR/Cas9, Ptpn2 has been identified as a target for immunotherapy in melanoma [13], but also several other new therapeutic targets in other tumor types, e.g. CD133 (colon cancer) [14], miR-23b and miR-27b (breast cancer), or ATRX (various tumor types) [15].

Use of CRISPR/CAS9 as a tool for *in vivo* therapy in oncology. Knowing the genes responsible for specific neoplasms and those associated with their inferior treatment, CRISPR/CAS9-mediated genome engineering can be successfully used to achieve the desired therapeutic effect. One such research is a study in which targeting the gene for the chemokine receptor 4CXC (CXCR4) via CRISPR/Cas9 can inhibit proliferation, migration, and invasion, increase chemosensitivity and reduce malignancy of hepatocellular carcinoma *in vitro* and *in vivo* [16]. This technique was also successfully applied in another study, in which it was used to induce ERK gene overexpression and knockout [17]. ERK inhibition was shown to effectively overcome the resistance of EGFR-mutant lung cancer cells to osimertinib in an *in vivo* model.

Another study used the CRISPR/CAS9 method to target fusion oncogenes (FOs), which are responsible for cancer development [18]. The researchers focused on the elimination of two intron sequences, one in each of the genes involved in FO. The efficacy of the CRISPR/CAS9 method was confirmed, not only in an *in vitro* model but also in a patient-derived xenograft (PDX) model. One report describes CRISPR-Cas9 genome editing using targeted lipid nanoparticles in mice [19]. A single intracerebral injection of CRISPR-LNPs against PLK1 (sgPLK1-cLNPs) in glioma was shown to enable editing of 70% of the genes *in vivo*, which was associated with a 50% inhibition of tumor growth and improved survival by 30%. In the same study, intraperitoneal injection of EGFR-targeted sgPLK1-cLNPs in disseminated ovarian tumors enabled up to 80% gene editing *in vivo*, which was consequently associated with the inhibition of tumor growth and improved survival by 80%.

It has been shown that knock out of the MLL3 gene in the 7q36.1 locus, in hematopoietic stem and progenitor cells in mice induced inhibition of leukemic -7/del(7q) Acute myeloid leukemias [20]. Several other studies have also

confirmed the feasibility of mutating suppressor genes and oncogenes in various organs using the CRISPR/CAS9 system [21]–[25].

Summary. The CRISPR/CAS9 method is a tool that can mediate genetic corrections in some human cancers, however, current scientific research using this technique focuses only on animal models. Thus, much more research is needed before the method can be successfully transferred to the treatment of cancer in humans. This method raises hope, especially in the case of personalized therapy for cancer patients. In addition, CRISPR/Cas9 appears to be an accurate and versatile tool for screening and searching for new drug vulnerabilities, as well as new genes responsible for tumorigenesis and tumor resistance to treatment. Thanks to this method, genes such as WRN, Asf1a, Ptpn2, CD133, and ATRX have been successfully linked to the process of carcinogenesis.

References

1. F. Uddin, C. M. Rudin, and T. Sen, “CRISPR Gene Therapy: Applications, Limitations, and Implications for the Future,” *Front. Oncol.*, vol. 10, p. 1387, Aug. 2020, doi: 10.3389/fonc.2020.01387.
2. I. Gostimskaya, “CRISPR–Cas9: A History of Its Discovery and Ethical Considerations of Its Use in Genome Editing,” *Biochem. Biokhimiia*, vol. 87, no. 8, pp. 777–788, 2022, doi: 10.1134/S0006297922080090.
3. Y. Xu and Z. Li, “CRISPR-Cas systems: Overview, innovations, and applications in human disease research and gene therapy,” *Comput. Struct. Biotechnol. J.*, vol. 18, pp. 2401–2415, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.csbj.2020.08.031.
4. Y. Ishino, H. Shinagawa, K. Makino, M. Amemura, and A. Nakata, “Nucleotide sequence of the iap gene, responsible for alkaline phosphatase isozyme conversion in *Escherichia coli*, and identification of the gene product.,” *J. Bacteriol.*, vol. 169, no. 12, pp. 5429–5433, Dec. 1987.
5. “WHO report on cancer: setting priorities, investing wisely and providing care for all.” <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240001299> (accessed May 19, 2022).
6. M. T. Amjad, A. Chidharla, and A. Kasi, “Cancer Chemotherapy,” in *StatPearls*, Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2023. Accessed: Jul. 16, 2023. [Online]. Available: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564367/>
7. C. Moreau Bachelard, E. Coquan, P. du Rusquec, X. Paoletti, and C. Le Tourneau, “Risks and benefits of anticancer drugs in advanced cancer patients: A systematic review and meta-analysis,” *EClinicalMedicine*, vol. 40, p. 101130, Sep. 2021, doi: 10.1016/j.eclinm.2021.101130.
8. H. Xing and L. Meng, “CRISPR-cas9: a powerful tool towards precision medicine in cancer treatment,” *Acta Pharmacol. Sin.*, vol. 41, no. 5, Art. no. 5, May 2020, doi: 10.1038/s41401-019-0322-9.
9. M. Kurata, K. Yamamoto, B. S. Moriarity, M. Kitagawa, and D. A. Largaespada, “CRISPR/Cas9 library screening for drug target discovery,” *J. Hum. Genet.*, vol. 63, no. 2, Art. no. 2, Feb. 2018, doi: 10.1038/s10038-017-0376-9.
10. C. Fellmann, B. G. Gowen, P.-C. Lin, J. A. Doudna, and J. E. Corn, “Cornerstones of CRISPR-Cas in drug development and therapy,” *Nat. Rev. Drug Discov.*, vol. 16, no. 2, pp. 89–100, Feb. 2017, doi: 10.1038/nrd.2016.238.

11. F. Li *et al.*, “*In vivo* epigenetic CRISPR screen identifies Asf1a as an immunotherapeutic target in Kras-mutant lung adenocarcinoma,” *Cancer Discov.*, vol. 10, no. 2, pp. 270–287, Feb. 2020, doi: 10.1158/2159-8290.CD-19-0780.
12. L. Liu, J. Cao, J. Zhao, X. Li, Z. Suo, and H. Li, “PDHA1 Gene Knockout In Human Esophageal Squamous Cancer Cells Resulted In Greater Warburg Effect And Aggressive Features *In vitro* And *In vivo*,” *OncoTargets Ther.*, vol. 12, pp. 9899–9913, Nov. 2019, doi: 10.2147/OTT.S226851.
13. R. T. Manguso *et al.*, “*In vivo* CRISPR screening identifies Ptpn2 as a cancer immunotherapy target,” *Nature*, vol. 547, no. 7664, Art. no. 7664, Jul. 2017, doi: 10.1038/nature23270.
14. W. Li, M.-Y. Cho, S. Lee, M. Jang, J. Park, and R. Park, “CRISPR-Cas9 mediated CD133 knockout inhibits colon cancer invasion through reduced epithelial-mesenchymal transition,” *PLOS ONE*, vol. 14, no. 8, p. e0220860, Aug. 2019, doi: 10.1371/journal.pone.0220860.
15. J. Liang *et al.*, “Genome-Wide CRISPR-Cas9 Screen Reveals Selective Vulnerability of ATRX-Mutant Cancers to WEE1 Inhibition,” *Cancer Res.*, vol. 80, no. 3, pp. 510–523, Feb. 2020, doi: 10.1158/0008-5472.CAN-18-3374.
16. X. Wang, W. Zhang, Y. Ding, X. Guo, Y. Yuan, and D. Li, “CRISPR/Cas9-mediated genome engineering of CXCR4 decreases the malignancy of hepatocellular carcinoma cells *in vitro* and *in vivo*,” *Oncol. Rep.*, vol. 37, no. 6, pp. 3565–3571, Jun. 2017, doi: 10.3892/or.2017.5601.
17. Y. Li, H. Zang, G. Qian, T. K. Owonikoko, S. R. Ramalingam, and S.-Y. Sun, “ERK inhibition effectively overcomes acquired resistance of EGFR-mutant NSCLC cells to osimertinib,” *Cancer*, vol. 126, no. 6, pp. 1339–1350, Mar. 2020, doi: 10.1002/cncr.32655.
18. M. Martinez-Lage *et al.*, “*In vivo* CRISPR/Cas9 targeting of fusion oncogenes for selective elimination of cancer cells,” *Nat. Commun.*, vol. 11, p. 5060, Oct. 2020, doi: 10.1038/s41467-020-18875-x.
19. D. Rosenblum *et al.*, “CRISPR-Cas9 genome editing using targeted lipid nanoparticles for cancer therapy,” *Sci. Adv.*, vol. 6, no. 47, p. eabc9450, Nov. 2020, doi: 10.1126/sciadv.abc9450.
20. C. Chen *et al.*, “MLL3 is a haploinsufficient 7q tumor suppressor in acute myeloid leukemia,” *Cancer Cell*, vol. 25, no. 5, pp. 652–665, May 2014, doi: 10.1016/j.ccr.2014.03.016.
21. W. Xue *et al.*, “CRISPR-mediated direct mutation of cancer genes in the mouse liver,” *Nature*, vol. 514, no. 7522, Art. no. 7522, Oct. 2014, doi: 10.1038/nature13589.
22. I. V. Lagutina *et al.*, “Modeling of the Human Alveolar Rhabdomyosarcoma Pax3-Foxo1 Chromosome Translocation in Mouse Myoblasts Using CRISPR-Cas9 Nuclease,” *PLOS Genet.*, vol. 11, no. 2, p. e1004951, Feb. 2015, doi: 10.1371/journal.pgen.1004951.
23. M. Matano *et al.*, “Modeling colorectal cancer using CRISPR-Cas9-mediated engineering of human intestinal organoids,” *Nat. Med.*, vol. 21, no. 3, Art. no. 3, Mar. 2015, doi: 10.1038/nm.3802.
24. F. Loayza-Puch *et al.*, “Tumour-specific proline vulnerability uncovered by differential ribosome codon reading,” *Nature*, vol. 530, no. 7591, Art. no. 7591, Feb. 2016, doi: 10.1038/nature16982.
25. S. Zhen *et al.*, “*In vitro* and *In vivo* Synergistic Therapeutic Effect of Cisplatin with Human Papillomavirus16 E6/E7 CRISPR/Cas9 on Cervical Cancer Cell Line,” *Transl. Oncol.*, vol. 9, no. 6, pp. 498–504, Dec. 2016, doi: 10.1016/j.tranon.2016.10.002.

Żelazowska K.¹, Dawidowska A.¹,

opiekun pracy: *Piątkowska-Chmiel I.²,*

¹Studenckie Koło Naukowe przy Katedrze i Zakładzie Toksykologii
Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

²Katedra i Zakład Toksykologii, Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

ROLA WITAMINY D3 W PROCESIE PIGMENTACJI SKÓRY

Słowa kluczowe: witamina D3, pigmentacja, melanina, melanogeneza.

Cel pracy. Celem pracy było przedstawienie wpływu witaminy D na pigmentację i stan skóry.

Metoda badawcza. W pracy metodę badawczą stanowiła analiza dostępnej literatury naukowej dotyczącej wpływu witaminy D na pigmentację skóry.

Wstęp. Witamina D3, znana jako cholekalcyferol jest jedną z najważniejszych witamin w naszym organizmie. Powstaje pod wpływem promieniowania ultrafioletowego typu B (UVB) o długości fali 290–315 nm, głównie w warstwie podstawnej i kolczystej naskórka, które są najbliższymi warstwami skóry narażonymi na działanie światła słonecznego. Oprócz tej naturalnej syntezy, może być dostarczana z pożywieniem, takim jak tłuste ryby (np. łosoś, tuńczyk), żółtka jaj, produkty mleczne (np. mleko, ser) – cholekalcyferol (witamina D3), a także produktami roślinnymi (ergokalcyferol – witamina D2). Witamina może być również suplementowana ogólnie dostępnymi preparatami [1, 2].

Wpływ witaminy D3 na pigmentację skóry jest złożonym procesem, a jej działanie może być zależne od wielu czynników, w tym indywidualnych predyspozycji genetycznych i stanu zdrowia skóry. Dotychczasowe badania sugerują, że witamina D3 może wpływać na regulację produkcji melaniny - barwnika odpowiedzialnego za kolor skóry, włosów i oczu poprzez regulację ekspresji genów i aktywności enzymów tj. tyrozynaza, kluczowych w procesie pigmentacji skóry. W tym procesie nie bez znaczenia jest również jej działanie przeciwzapalne. Witamina D3 zmniejszając produkcję substancji prozapalnych w skórze, zmniejsza jej zaczerwienienie, np. po ekspozycji na słońce [3, 4].

Czynniki wpływające na poziom witaminy D3. Na syntezę cholekalcyferolu ma wpływ wiele czynników, m.in. szerokość geograficzna, stopień nasłonecznienia, pora roku i dnia, grubość pokrywy chmur, stopień zanieczyszczenia powietrza, wielkość powierzchni ekspozowanej skóry, karnacja, wiek, stan zdrowia a także rodzaj przyjmowanych leków. Powyżej 37 równoleżnika w okresie od listopada do lutego ilość fotonów UVB docierających na ziemię jest mniejsza [5] co sprawia, że proces ten jest mniej wydajny. Równie ważnym czynnikiem jest fototyp skóry: osoby z jasną karnacją skóry szybciej gromadzą 7-dehydrocholesterol niż osoby z ciemniejszą karnacją, ponieważ melanina, której jest znacznie więcej u tych osób hamuje absorpcję promieniowania UVB. Wraz z wiekiem zdolność skóry do produkcji

witaminy D3 słabnie ze względu na obniżenie stężenia jej prekursora 7-dehydrocholesterolu, najbardziej zauważalne jest to po 65–70 roku życia (synteza jest czterokrotnie mniejsza niż u osób młodych) [3]. Niedobory witaminy D3 mogą towarzyszyć osobom z zespołem złego wchłaniania, celiakią oraz chorobą Crohna [5]. Również osoby z nadwagą lub otyłością mogą mieć większe ryzyko niedoboru tej ważnej witaminy z uwagi na to, że może się ona gromadzić się w tkance tłuszczowej i być mniej dostępna dla reszty organizmu [5, 6, 7]. Zwiększone ryzyko niedoboru witaminy D3 może dotyczyć również osoby z przewlekłą niewydolnością nerek [7, 8]. U tej grupy chorych zostaje zaburzony proces hydroksylacji 25(OH)D do aktywnego biologicznie metabolitu 1,25(OH)₂D (kalcytriol). Warto również zwrócić uwagę, że niektóre leki, takie jak glukokortykosteroidy, leki przeciwpadaczkowe i niektóre leki na nadciśnienie, mogą wpływać na metabolizm witaminy D3 i jej ogólną dostępność [5, 7].

Działanie witaminy D3. Witamina D3 pełni wiele istotnych funkcji w organizmie człowieka. Jedną z nich jest wspomaganie wchłaniania wapnia i fosforu z przewodu pokarmowego. Dzięki temu odgrywa kluczową rolę w zdrowiu kości, zapobiegając osteoporozie i chorobom związanym z niedoborem wapnia. Ponadto, witamina D3 moduluje funkcje układu odpornościowego, wspierając obronę organizmu przed infekcjami i chorobami [1]. Dodatkowo, wpływa na funkcjonowanie mięśnia sercowego, zapobiega stanom zapalnym oraz reguluje ciśnienie krwi. Wykazuje też działanie regulujące wzrost komórek, ich różnicowanie [5]. Co więcej, witamina D3 jest kluczowym czynnikiem dla prawidłowego funkcjonowania komórek beta trzustki, które są odpowiedzialne za produkcję i wydzielanie insuliny. Udowodniono, że witamina ta może wspomagać funkcjonowanie komórek beta trzustki, co przekłada się na lepszą regulację poziomu cukru we krwi, a co za tym idzie zmniejszone ryzyko wystąpienia insulinooporności oraz cukrzycy typu 2 [9].

Witamina D3 może wpływać na różne procesy zachodzące w skórze, w tym na produkcję melaniny, która jest odpowiedzialna za pigmentację skóry. Ponadto, witamina D3, zwłaszcza w formie aktywnej 1,25-dihydroksywitaminy D3, może wpływać na promowanie gojenia się ran i naprawę uszkodzonych tkanek poprzez regulację ekspresji katelicydyny, białka o szerokim spektrum przeciwbakteryjnym, przeciwzapalnym i immunomodulującym [10].

Pigmentacja skóry. Pigmentacja to proces nadawania skórze, włosom, oczom i innym strukturom ciała ich charakterystycznego koloru. Głównym barwnikiem odpowiedzialnym za pigmentację jest melanina, który jest syntetyzowana przez komórki zwane melanocytami. Proces pigmentacji jest regulowany przez wiele czynników genetycznych i środowiskowych, w tym ekspozycję na promieniowanie słoneczne [11]. Melanosomy są organellami występującymi wewnątrz melanocytów w których zachodzi synteza, magazynowanie i transport melaniny.

Wyróżniamy dwa rodzaje melanosomów: eumelanosomy oraz feomelanosomy. W eumelanosomach syntetyzowana jest bogata w azot eumelanina o działaniu fotoprotekcyjnym. Dzięki swojej zdolności do pochłaniania i rozpraszania

promieniowania UV, eumelanina pomaga chronić komórki skóry przed uszkodzeniami wywołanymi przez słońce i może zmniejszać ryzyko wystąpienia oparzeń słonecznych oraz uszkodzeń DNA.

Feomelanosomy są odpowiedzialne za syntezę żółto-czerwonej feomelaniny, która jest bogata w aminokwasy siarkowe. W przeciwieństwie do eumelaniny, feomelanina nie działa jako fotoprotektor i nie zapewnia skóry ochrony przed promieniowaniem UV. Istnieją dowody sugerujące, że feomelanina może być fotolabilnym fotouczulaczem, co oznacza, że może zwiększać wrażliwość skóry na uszkodzenia spowodowane przez promieniowanie UV. Proporcje eumelaniny i feomelaniny w skórze i włosach wpływają na indywidualny kolor skóry i włosów [11, 12].

Witamina D3, a pigmentacja skóry. Witamina D3 wpływa na aktywację, proliferację i migrację melanocytów w skórze, co reguluje równomierne rozmieszczenie tych komórek w naskórku co ma kluczowe znaczenie dla utrzymania prawidłowej pigmentacji skóry [11]. Dodatkowo, witamina ta wpływa na szlaki sygnałowe związane z produkcją melaniny, co umożliwia kontrolę ilości i rozkładu melaniny w skórze, wpływając na jej kolor [13].

Z dostępnych badań wynika, że witamina D3 odgrywa ważną rolę w fizjologii melanocytów poprzez koordynację cytokin melanogennych, takich jak endotelina-3 (ET-3), oraz aktywność układu SCF/c-Kit, który jest jednym z kluczowych regulatorów żywotności i dojrzewania melanocytów [14].

Ponadto, witamina D3 może zapobiegać zarówno nadmiernemu nagromadzeniu melaniny (hiperpigmentacji), jak i jej niedoborowi (hipopigmentacji) [15].

W odniesieniu do układu immunologicznego, witamina D3 może obniżać aktywność cytokin prozapalnych, takich jak IL-1, IL-6 i IL-23 co może mieć fundamentalne znaczenie w modulacji szlaku autoimmunologicznego zaangażowanego w patogenezę bielactwa nabytego [16]. Choroba ta charakteryzuje się utratą melanocytów (komórek wytwarzających melaninę) w skórze, co prowadzi do powstawania białych plam skórnych. Chociaż dokładna przyczyna bielactwa nabytego nie jest znana, uważa się, że wynika z kombinacji czynników genetycznych, autoimmunologicznych i środowiskowych.

Badania *in vitro* wykazały, że witamina D3 wykazuje aktywność antyproliferacyjną w stosunku do niektórych linii komórkowych czerniaka. Wśród pacjentów z rozpoznaniem czerniakiem zaobserwowano, niższe poziomy 25-hydroksywitaminy D2/D3 w surowicy w momencie rozpoznania nowotworu co korelowało z gorszym rokowaniem [17].

Analiza dostępnych wyników badań sugeruje, że witamina D3 może odgrywać ważną rolę w procesie pigmentacji skóry. Istnieją dowody wskazujące, że witamina ta może również wywierać korzystny wpływ na układ immunologiczny w kontekście chorób skóry, takich jak bielactwo nabyte oraz czerniak. Jednak mechanizmy działania witaminy D w tych procesach nie są jeszcze w pełni poznane i stanowią obszar intensywnych badań na poziomie komórkowym i molekularnym.

Bibliografia

1. Kołodziejczak A. Kosmetologia t.1, PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa, 2019.
2. Kołodziejczak A. Kosmetologia t.2, PZWL Wydawnictwo Lekarskie, Warszawa, 2021.
3. Birlea SA, Costin GE, Norris DA. New insights on therapy with vitamin D analogs targeting the intracellular pathways that control repigmentation in human vitiligo. *Med Res Rev.* 2009, 29(3):514-46.
4. Mostafa WZ, Hegazy RA. Vitamin D and the skin: Focus on a complex relationship: A review. *J Adv Res.* 2015, 6(6):793-804.
5. Olędzka R.: Witamina d w świetle badań ostatnich lat. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2013, 46(2):121-131.
6. Dittfeld A., Gwizdek K., Koszowska A., Fizia K. Wielokierunkowe działanie witaminy D. *Annales academiae medicae silesiensis* 2014, 68:1.
7. Napiórkowska L., Franek E. Rola oznaczania witaminy D w praktyce klinicznej. *Choroby Serca i Naczyń* 2009, 6(4):203-210.
8. Jean G, Souberbielle JC, Chazot C. Vitamin D in Chronic Kidney Disease and Dialysis Patients. *Nutrients.* 2017, 25;9(4):328.
9. Pittas A.G., Lau J., Hu F.B. et al. Review: the role of vitamin D and calcium in type 2 diabetes. A systematic review and meta-analysis. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2007, 92:2017–2029.
10. Gombart A.F., Borregaard N., Koeffler H.P. Human cathelicidin antimicrobial peptide (CAMP) gene is a direct target of the vitamin D receptor and is strongly up-regulated in myeloid cells by 1,25-dihydroxyvitamin D₃. *FASEB J.* 2005, 19:1067–1077.
11. Ata P., Majewski S.T.: Mechanizmy pigmentacji skóry, *Przegląd Dermatologiczny*, 2013, 100(3):184-188.
12. Sadowska A., Kamm A. Sposoby zapobiegania i niwelowania hiperpigmentacji skóry twarzy w gabinecie kosmetycznym. Ocena aktualnego stanu wiedzy społeczeństwa. *Aesth Cosmetol Med.* 2020, 9(4):363-382.
13. Al. Ghamdi K, Kumar A, Moussa N. The role of vitamin D in melanogenesis with an emphasis on vitiligo. *Indian J Dermatol Venereol Leprol.* 2013, 79(6):750-758.
14. Birlea S.A., Costin G.E., Norris D.A. Cellular and molecular mechanisms involved in the action of vitamin D analogs targeting vitiligo depigmentation. *Curr Drug Targets.* 2008, 9:345–359.
15. Tang L, Fang W, Lin J, Li J, Wu W, Xu J. Vitamin D protects human melanocytes against oxidative damage by activation of Wnt/ β -catenin signaling. *Lab Invest.* 2018, 98(12):1527-1537.
16. Sałagan K. Rola witaminy D₃ w patogenezie chorób skóry. *Kosmetologia Estetyczna* 2016, (5):15-22.
17. Field S, Davies J, Bishop DT, Newton-Bishop JA. Vitamin D and melanoma. *Dermatoendocrinol.* 2013 Jan 1;5(1):121-9 doi: 10.4161/derm.25244.

Розділ 5

ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

Домашенко С.В.,

здобувач ступеня доктора філософії,
Приватний вищий навчальний заклад «Київський університет культури»

НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ

Стрімкий розвиток технологій став ключовим каталізатором прогресу в різних галузях у тому числі в публічному управлінні. З огляду на це, дослідження використання штучного інтелекту (далі – ШІ) у публічному управлінні стає дедалі актуальнішим.

Відповідно до положень Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні від 2 грудня 2020 року [1] штучний інтелект – це організована сукупність інформаційних технологій, із застосуванням якої можливо виконувати складні комплексні завдання шляхом використання системи наукових методів досліджень і алгоритмів обробки інформації, отриманої або самостійно створеної під час роботи, а також створювати та використовувати власні бази знань, моделі прийняття рішень, алгоритми роботи з інформацією та визначати способи досягнення поставлених завдань.

Відповідно до результатів Форсайт-дослідження, що складався з дев'яти етапів, проведеного Німецьким Центром громадських інформаційних технологій (ÖFIT), визначено чотири можливі сценарії інтеграції штучного інтелекту в публічне управління [2]:

1. ШІ широко використовується в усіх сферах публічного управління, що призводить до підвищення його ефективності. ШІ, може, самостійно приймати важливі рішення, але є процедура їхнього перегляду компетентним професійним чиновником, який здобув спеціальну освіту. Усі дані є відкритими, й уряд має до них повний доступ. Населення підтримує використання ШІ. Основний недолік – серйозне перевантаження політичних механізмів країни.

2. ШІ впроваджують в умовах кризи, коли країні необхідно економити. Чиновників скорочують, а тим, хто залишився, зменшують зарплату.

Основні роботи виконуються зовнішніми підрядниками. Держслужбовець стає, лише користувачем зовнішнього сервісу. Формально штучний інтелект у цьому сценарії не приймає важливих рішень і лише надає рекомендації, що дають змогу суттєво зекономити бюджет. Проте є ризики втрати суб'єктності уряду та зростання соціального невдоволення.

3. Розвиток і використання ШІ зосереджені на збільшені можливості держави. Уряд будує системи штучного інтелекту як для підвищення продуктивності, так і з урахуванням соціальних аспектів. Залежно від галузі, рішення можуть приймати як люди, так і машини. Впровадження здійснюється поступово. На публічній службі працює багато висококваліфікованих фахівців. Доступ до даних суворо регламентованих, але уряд має широкі повноваження. Населення підтримує використання ШІ в управлінні, оскільки має механізми контролю над його розробкою та можливістю комунікації з урядом.

4. Хоча передумови для впровадження штучного інтелекту є, його впровадження відбувається повільно й лише для вирішення конкретних завдань. Для цих завдань вдається забезпечити якісний збір даних та необхідну взаємодію між відомствами. Загалом, структура публічної служби залишається без змін, і рівень використання штучного інтелекту залишається дуже низьким.

ШІ в публічному управлінні можна використовувати в таких напрямки:

1. Виявлення шахрайства: ШІ може використовуватися для виявлення та запобігання шахрайству в державних програмах, таких як страхування на випадок безробіття та соціальна допомога. Алгоритми штучного інтелекту можуть аналізувати дані з різних джерел, щоб виявити закономірності, які вказують на шахрайство, наприклад, численні заявки від однієї і тієї ж особи або підозрілі транзакції [3].

2. Охорона здоров'я: завдяки зберіганню та обробці великої кількості даних медичної практики та статистики, ШІ стає розумним помічником та радником для лікарів у роботі [4, с. 102]. Наприклад, розумні помічники Watson (IBM) або DeepMind Health (Google), не просто можуть формулювати поради та рекомендації лікарям, їхній аналітичний інструментарій здатний визначати генетичну схильність до захворювань або виявляти їх на дуже ранніх стадіях.

3. Освіта: алгоритми ШІ можуть аналізувати дані про учнів для визначення їхніх слабких та сильних сторін, для виявлення учнів, що мають проблеми в навчанні тощо.

4. Інфраструктура: ШІ можна використовувати для ефективного та результативного управління інфраструктурою. Алгоритм ШІ можуть моніторити стан доріг, мостів та інших об'єктів інфраструктури та прогнозувати, коли необхідно провести ремонтні роботи

Відповідний це далеко не повний перелік векторів, у яких можна використовувати ІІ, проте вони дають змогу уявити потенціал та різноманіття сфер використання ІІ в публічному управлінні.

Отже, штучний інтелект має значний потенціал для трансформації публічного управління, що надасть нові інструменти для вирішення складних завдань, що вплине на життя населення. Однак, успішного впровадження штучного інтелекту необхідно враховувати можливі ризики та соціальні наслідки.

Список використаних джерел

1. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 02.12.2020 р. № 1556-р : станом на 29 груд. 2021 р. URL: <http://surl.li/jkyloz> (дата звернення 22.07.2024).
2. Executive AI 2030, Vier Zukunftsszenarien für Künstliche Intelligenz in der öffentlichen Verwaltung. URL: <http://surl.li/vqgeg> (дата звернення 22.07.2024).
3. Velibor Božić, Artificial Intelligence in Public Administration. URL: https://www.researchgate.net/publication/376721484_Artificial_Intelligence_in_Public_Administration (дата звернення 23.07.2024)
4. Магиляс Ю., Корсун В., Миргородська М. Пріоритетні напрямки впровадження штучного інтелекту в публічне управління. *Public administration aspects*. 2023. Т. 11, № 4. С. 97–103. URL: <https://doi.org/10.15421/152358> (дата звернення: 23.07.2024).
5. AI In Healthcare: DeepMind Health Vs. IBM Watson Health - Innovations Transforming Healthcare. | MathAware: AI Generators, Reviews & Research!. *MathAware AI*. URL: <http://surl.li/tokaon> (дата звернення: 23.07.2024).

ЗМІСТ

АКТУАЛЬНА ТЕМА ACTUAL TOPIC

Распопов В.Б.,
ДИДАКТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ:
«CHAT GPT» ПРО ПРИЧИНИ І НАСЛІДКИ ВІЙНИ..... 3

Розділ 1 ОСВІТА. ПЕДАГОГІКА EDUCATION. PEDAGOGY

Зайченко Н.І.,
ПАУЛЬ БАРТ ПРО СОЦІАЛЬНО-ПЕДАГОГІЧНУ ІДЕЮ..... 8

Махлай Л.Й., Бойко В.І.,
МОДЕРНІЗАЦІЇ ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ У НАПРЯМІ ІНКЛЮЗІЇ 11

Розділ 2 СОЦІАЛЬНІ ТА ПОВЕДІНКОВІ НАУКИ ЕКОНОМІКА. ПОЛІТОЛОГІЯ. ПСИХОЛОГІЯ. СОЦІОЛОГІЯ SOCIAL AND BEHAVIORAL STUDIES ECONOMICS. POLITICAL SCIENCE. PSYCHOLOGY. SOCIOLOGY

Pereguda Yuliia,
METHODICAL SUPPORT FOR ASSESSING
THE FINANCIAL CONDITION OF LIVESTOCK ENTERPRISES..... 17

Пон В.В.,
ДЕТЕРМІНАНТИ СОЦІАЛЬНОЇ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ
БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ ЕКОНОМІКИ 19

Розділ 3
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
INFORMATION TECHNOLOGIES

Верницький І.Р.,
АВТО КЛІКЕРИ ТА ОБЛАСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ21

Синявський М.В.,
ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ТА СМАРТ-КОНТРАКТІВ
В ТОРГІВЛІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЮ ПРОДУКЦІЄЮ
ТА ПРОДУКТАМИ ХАРЧУВАННЯ23

Розділ 4
ОХОРОНА ЗДОРОВ'Я
HEALTH CARE

Новицький В.Я.,
ВИКОРИСТАННЯ РАДІОЧАСТОТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
У МЕДИЧНИХ ПРИСТРОЯХ ТА ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ.....37

Rocka A., Walczak-Nowicka Ł.J., Woźniak M.,
OSTEONECROSIS LESIONS IN CHILDREN
WITH ACUTE LYMPHOBLASTIC LEUKEMIA.....40

Walczak-Nowicka Ł.J., Herbert M.,
CRISPR/CAS9 AS AN INNOVATIVE AND VERSATILE TOOL IN ONCOLOGY45

Żelazowska K., Dawidowska A., Piątkowska-Chmiel I.,
ROLA WITAMINY D3 W PROCESIE PIGMENTACJI SKÓRY.....50

Розділ 7
ПУБЛІЧНЕ УПРАВЛІННЯ ТА АДМІНІСТРУВАННЯ
MANAGEMENT AND ADMINISTRATION

Домашенко С.В.,
НАПРЯМИ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ
В ПУБЛІЧНОМУ УПРАВЛІННІ.....54

Підписано до друку 05.08.2024. Формат 60x84/16. Папір офсетний білий.
Гарнітура «Charter». Друк цифровий. Ум. друк. арк. 3,49.
Зам. № 111. Тираж 50 прим. Ціна договірна.
Виходить українською, англійською та польською мовами.

Видавництво «АА Тандем»
Адреса: 69006, м. Запоріжжя, вул. В. Лобановського, 27, кв. 69
Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців: Серія ДК №2899

Віддруковано з готового оригінал-макета ФОП Москвін А.А.
Адреса: м. Київ, вул. Кирилівська, 47

Інститут інноваційної освіти. Науково-навчальний центр прикладної інформатики НАН України
e-mail: novaosvita@gmail.com; сайт: www.novaosvita.com

**Видання здійснене за експертної підтримки
Науково-навчального центру прикладної інформатики НАН України
03680, Київ-187, просп. Академіка Глушкова, 40**