Управління освіти і науки
Тернопільської облдержадміністрації
Тернопільське обласне комунальне територіальне
відділення Малої академії наук України

КРАЩІ НАУКОВІ ВІДКРИТТЯ 2021 РОКУ

(збірник дослідницьких проєктів переможців конкурсу «Дослідження року – 2021» слухачів Тернопільського обласного комунального територіального відділення Малої академії наук України)

Тернопіль 2021

*Відповідальна за випуск – **Мигайчук О. М.,** директор обласного відділення МАН України*

Редакційна рада:

Штука С. В., заступник директора з навчально-виховної роботи обласного відділення МАН України;

Андрусишин О. Б., методист обласного відділення МАН України;

Гаврилевська О. Б., методист обласного відділення МАН України;

Горун Т. В., методист обласного відділення МАН України;

Григорків М. П., методист обласного відділення МАН України;

Дідушицька Б. С., методист обласного відділення МАН України;

Королішин О. М., методист обласного відділення МАН України;

Сікора Ю. Г., методист обласного відділення МАН України.

До 30-річчя Незалежності України
13 найкращих наукових досліджень 2021 року

Кращі наукові відкриття 2021 року збірник дослідницьких проєктів переможців конкурсу «Дослідження року – 2021» слухачів Тернопільського обласного комунального територіального відділення Малої академії наук України //упор. Мигайчук О. М. та ін. Тернопіль, 2021. 392 с.

Конкурс «Дослідження року – 2021», організований поміж переможців ІІ етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України підсумував науково – дослідницьку діяльність слухачів секцій Тернопільського обласного комунального територіального відділення Малої академії наук України за 2020/2021 навчальний рік.

Вектор майбутнього в наукових дослідженнях 2021 року спрямований на пошукову, експериментальну, конструкторську та винахідницьку роботу в технічних, мовознавчих, природничо-математичних, суспільно-економічних, мистецьких та інших галузях наук.

Конкурс «Дослідження року - 2021» відкрив нові імена юних науковців, які представили найрезультативніші і науково - обґрунтовані дослідження.

© Тернопільське обласне комунальне територіальне відділення Малої академії наук України
© Мигайчук О. М., упорядкування, 2021

ЗМІСТ

ВІДДІЛЕННЯ ІСТОРІЇ....4
СЕКЦІЯ «ІСТОРИЧНЕ КРАЄЗНАВСТВО» 4
ВІДДІЛЕННЯ ФІЛОСОФІЇ ТА СУСПІЛЬСТВОЗНАВСТВА....33
СЕКЦІЯ «ТЕОЛОГІЯ, РЕЛІГІЄЗНАВСТВО ТА ІСТОРІЯ РЕЛІГІЇ»....33
ВІДДІЛЕННЯ НАУК ПРО ЗЕМЛЮ....65
СЕКЦІЯ «ГЕОГРАФІЯ ТА ЛАНДШАФТОЗНАВСТВО»....65
ВІДДІЛЕННЯ ЕКОЛОГІЇ ТА АГРАРНИХ НАУК 93
СЕКЦІЯ «ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»....93
ВІДДІЛЕННЯ ХІМІЇ ТА БІОЛОГІЇ 127
СЕКЦІЯ «ПСИХОЛОГІЯ» 127
ВІДДІЛЕННЯ МОВОЗНАВСТВА....160
СЕКЦІЯ «УКРАЇНСЬКА МОВА» 160
ВІДДІЛЕННЯ ЛІТЕРАТУРОЗНАВСТВА, ФОЛЬКЛОРИСТИКИ ТА МИСТЕЦТВОЗНАВСТВА 185
СЕКЦІЯ «ФОЛЬКЛОРИСТИКА»....185
НАУКОВЕ ВІДДІЛЕННЯ МОВОЗНАВСТВА 237
СЕКЦІЯ «НІМЕЦЬКА МОВА»....237
ВІДДІЛЕННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ НАУК 260
СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, БАЗИ ДАНИХ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ» 260
ВІДДІЛЕННЯ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ 290
СЕКЦІЯ «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ФІЗИКА» 290
ВІДДІЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК 316
СЕКЦІЯ «АВІА- ТА РАКЕТОБУДУВАННЯ, МАШИНОБУДУВАННЯ І РОБОТОТЕХНІКА»....316
НАУКОВЕ ВІДДІЛЕННЯ ЕКОНОМІКИ 342
СЕКЦІЯ «МІКРОЕКОНОМІКА ТА МАКРОЕКОНОМІКА»....342
ВІДДІЛЕННЯ МАТЕМАТИКИ 367
СЕКЦІЯ «МАТЕМАТИКА»....367

ВІДДІЛЕННЯ ІСТОРІЇ

СЕКЦІЯ «ІСТОРИЧНЕ КРАЄЗНАВСТВО»

МАСОВІ РОЗСТРІЛИ ЄВРЕЇВ НА ТЕРЕНАХ СЕЛИЩА ТОВСТЕ НА ТЕРНОПІЛЬЩИНІ В ПЕРІОД ДРУГОЇ СВІТОВОЇ ВІЙНИ

Роботу виконав:
Деліу Тарас Миколайович
учень 11 класу
загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів смт. Товсте

Науковий керівник:
Полевий Володимир Васильович
вчитель історії вищої категорії
загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів смт. Товсте

Масові розстріли євреїв на теренах селища Товстого на Тернопільщині в період Другої світової війни

Деліу Тарас Миколайович; *Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів смт. Товсте; 11 клас*

Науковий керівник: *Полевий Володимир Васильович, учитель історії загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів смт. Товсте*

Дослідницьку роботу присвячено подіям, що відбувалися під час Другої світової війни в містечку Товсте, які ще й досі моторошно відлунюють несамовитими зойками та риданнями приречених на загибель нещасних людей.

Досліджено, як у велетенських могилах, що розташовані на місцевому єврейському цвинтарі, знайшли свій останній притулок маленькі діти, яким не судилося стати дорослими, молоді хлопці та дівчата, що не встигли зазнати радощів і принад кохання та подружнього життя, люди середнього і старшого віку, яких безжальні кулі позбавили можливості спокійно прожити Богом визначений вік у затишному, теплому колі люблячої родини.

Проаналізовано наукову літературу, інтернет-ресурси, спогади очевидців масових розстрілів, свідчення євреїв Баруха Мільха та Берла Гліка, які вижили в добу Голокосту. Серед десяти описів тих кривавих подій, що зберігаються в архівах Польщі, свідчення євреїв-мемуаристів, колишніх наших земляків, вважаються найбільш вартісними. Вони значно поповнюють знання, які стосуються історії рідного краю, і, що головне, нікого не залишать байдужим.

Доведено дружбу, взаємодопомогу українців єврейському населенню. Взято інтерв'ю у мешканців селища, які згадують про те, як їхні родичі та й самі вони переховували євреїв, рятуючи від масакри. За подібні дії нацисти карали смертю, але це не зупиняло наших односельців. Уже стало доброю традицією відзначати в нас 27 січня День пам'яті жертв Голокосту. Щороку відбуваються поминальні заходи в Бабиному Яру, де поруч із закатованими євреями поховані також убиті фашистами українці, і це дуже символічно.

Ключові слова: *масакра, Юденрат, «акція зачистки», гетто, порятунок у добу катастрофи, Шоа*.

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1
Єврейська община в Товстому напередодні Другої світової війни
РОЗДІЛ 2
Організація Голокосту на території
містечка Товсте в період німецької окупації
2.1 Створення окупаційних служб правопорядку
2.2 «Акції зачистки» у містечку Товсте
РОЗДІЛ 3
Допомога євреям у часи терору
ВИСНОВОК
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Історія розвитку людської цивілізації – складний процес, у якому переплетені приклади геройства і вандалізму, прогресивних та регресивних явищ. Однак найтрагічнішими в історії суспільства є акції геноциду – організованого і планомірного знищення населення на окупованих територіях за расовими, національними, етнічними й релігійними ознаками. У ХХ столітті такі трагедії пережили багато народів, зокрема, і українці, і євреї... Ці жертви мають не лише фізичний, а й морально-етичний виміри, тому що у кожного народу – жертви геноциду – гинули не лише герої, ті, хто чинили збройний опір, а й немічні старі люди, жінки, і, особливо, діти - майбутнє нації. Так, у часи Голокосту загинуло 6 мільйонів євреїв, з яких 1,5 мільйона – діти. Їх жорстоко та планомірно знищували, поставивши спочатку поза законом, змусивши емігрувати, заганяючи примусово у гетто. Останнім етапом «остаточного вирішення єврейського питання» ставали масові розстріли та смерть євреїв у таборах.

Тема Голокосту в Україні є однією з найбільш складних. У її дослідженні, після здобуття країною незалежності, зроблено досить багато, зокрема, найбільшим досягненням є те, що ця тематика стала об’єктом вивчення, і що українська історична наука отримала власну наукову школу з історії Голокосту в Україні.

Голокост мав свої відмінності у різних країнах, що зумовлювалося багатьма факторами, проте результат був незмінним – вбивство. Знищення євреїв в Україні, як і на інших територіях Радянського Союзу у період окупації, було абсолютно цинічним – воно здійснювалося майже відкрито, неприховано від місцевого населення – мільйони співвітчизників були вбиті, мільйони вважали себе неспроможними цьому вбивству завадити. Незважаючи на таку упевненість у власній безкарності, німецька окупаційна адміністрація під час наступу радянських військ намагалася знищити сліди злочинів, нерідко за допомогою місцевого населення. Але подібні вбивства мають такі масштаби, що завжди лишають по собі свідків, які, незважаючи на травму пережитого та кілька десятилітній період вимушеного чи добровільного мовчання, у якийсь момент починають говорити.

Попри значну кількість літератури з теми, недостатньо вивченим залишається комплекс проблем, пов’язаних з Голокостом. Вимагають уточнення етапи і терміни проведення геноциду, опір єврейського населення, регіональна специфіка цих акцій. У більшості наукових

праць переважають описові методи подачі матеріалу, що не дозволяє глибоко проникнути в сутність проблеми. Невирішеність деяких теоретичних питань перешкоджає неупередженому висвітленню конкретно історичних подій. Суспільна актуальність роботи диктується необхідністю гуманізації міжнаціональних стосунків, консолідації народів України.

Тому в даній роботі, на основі аналізу та узагальнень історичних фактів, взятих із наукових, мемуарних, архівних джерел та свідчень очевидців, зроблено спробу описати події Голокосту єврейського населення селища Товсте, яке на той час перебувало у складі Заліщицького повіту Чортківського округу в Дистрикті «Галичина».

Досліджуючи дану тему, можна з упевненістю сказати, що історія Голокосту в Україні та у Товстому зокрема, вивчена недостатньо та потребує подальшого осмислення. Пам'ять про дані трагічні історичні події також не увічнена належним чином.

Практичне значення отриманих досліджень полягає в тому, що їх результати можуть бути використані при підготовці до навчальних занять з історії України, розробці факультативів і спецкурсів з історії України вказаного періоду, документи й матеріали суттєво доповнюють сучасні знання з політики Голокосту в Україні періоду Другої світової війни.

Об’єкт дослідження: масові розстріли євреїв на теренах селища Товстого на Тернопільщині в період Другої світової війни.

Предмет дослідження: сутність та регіональні особливості політики Голокосту на теренах Товстого як складової геноциду єврейського народу під час Другої світової війни.

Хронологічні рамки роботи: липень 1941 року, прихід до влади окупантів, - квітень 1944 року, звільнення містечка від нацистів роки.

Територіальні межі дослідження охоплюють селище Товсте (Тлусте) на Тернопільщині.

Мета та завдання дослідження. На основі опрацьованого комплексу джерел вивчити процес знищення єврейського населення у селищі Товстому в період німецької окупації.

Досягнення поставленої мети зумовило необхідність вирішення таких дослідних завдань:

• проаналізувати відеоматеріали живих свідчень людей селища, спогади Баруха Мільха, Берла Гліка про масакру євреїв під час Другої світової війни у Товстому;

• з’ясувати стосунки єврейського населення Товстого з українцями та поляками напередодні Другої світової війни;

• дослідити організацію Голокосту на території селища Товстого в період німецької окупації;

• виявити найбільші акції проти євреїв та встановити їх виконавців;

• зібрати факти допомоги євреям у часи терору;

• з'ясувати кількість жертв політики Голокосту в селищі.

Джерельною базою при написанні роботи стали опубліковані спогади очевидців, Баруха Мільха та Берла Гліка, які проживали у Товстому в першій половині 40-х років XX століття, спогади-інтерв'ю від 9 липня 2020 року жительки смт. Товсте Маркової (дівоче прізвище Мельник) Ганни Гаврилівни про дідуся, який врятував малого Фішера Розенбата; від 12 липня 2020 року Перепічки Орести Михайлівни, уродженки смт. Товсте про порятунок її бабусею єврейського хлопчика, Песаха Каца.; від 1 серпня 2020 року Курилюк Надії Володимирівни про перехохування сім»ї Гірша Шпіцера, жительки смт. Товсте, Ганни Горбаль та Марії Солтисюк, а також періодичні видання. Усі джерела та література містять достовірну, науково обґрунтовану інформацію.

Основою для вирішення завдань, поставлених у дослідженні, є в основному матеріал, який раніше не друкувався, отриманий внаслідок спілкування із живими свідками подій.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що в ній використано ряд неопублікованих джерел місцевого краєзнавчого музею, спогадів Баруха Мільха, Берла Гліка та інтерв'ю жителів Товстого. Особливо звернено увагу на порятунок єврейського населення жителями Товстого українського та польського походження, а також окремими німцями. Нові джерела дали змогу поглибити знання з історії Голокосту.

Структура роботи відповідає поставленій меті та завданням, складається зі вступу, трьох розділів, висновку та списку використаних джерел, а також додатків.

РОЗДІЛ 1
ЄВРЕЙСЬКА ОБЩИНА В ТОВСТОМУ НАПЕРЕДОДНІ ДРУГОЇ СВІТОВОЇ ВІЙНИ

У документах з історії селища Товсте (колись м. Тлусте) є дані про наявність єврейського населення з початку XVII ст. У 1734 році тут розпочав свою діяльність Баал-Шем-Тов (скорочено за першими літерами його прізвища називають Бешт), як народний цілитель й основоположник релігії стародавнього єврейського напрямку, який називається «хасидизм» [12, с. 37]. На жаль, синагогу, в якій навчав Бешт, було зруйновано у роки Другої світової війни, не зберігся і будинок, де він мешкав. Лише на старому єврейському цвинтарі можна побачити могилу його матері Сари «Додаток А».

Від середини XIX ст. до початку XX ст. Тлусте вважалося єврейським містом[3]. Цінним документом у дослідженні розміщення євреїв є топографічна карта Тлустого 1858-1900-их років, на якій чітко зображено єврейські домогосподарства, виділенні коричневим кольором та синагогу під літерою «L». Зеленими та жовтими кольорами відзначено храми, кладовища греко-католицької і римо-католицької церков. Слід відмітити, що всі три сакральні споруди знаходилися в центрі містечка. Сірі будівлі на карті засвідчують про розміщення єврейських лавок, крамниць, інших підприємницьких майстерень «Додаток Б» [12, с. 38].

В архівних документах місцевого краєзнавчого музею знаходиться детальний опис єврейської синагоги, зроблений місцевим істориком Ярославом Павликом. «Була побудована на початку 20 століття з каменю. У маленькій кімнаті молилися ремісники. Вдень був Хедер, де вчилися діти. Ліворуч був вхід до великої зали, посеред якої стояла кафедра, завішана лампами, в східній частині був Святий Ковчег. На другому поверсі молилися жінки. Стіни синагоги були завішані картинами: сцени з Тори. Вікна були прикрашені вітражами « [12, с.40] «Додаток В».

Етнічний склад населення станом на 1938 рік становив: українців – 1842 чол., поляків – 1423 чол., євреїв – 2748 чол. [11, с. 23], тому єврейська громада відігравала значну роль у житті селища. Вони вели активну економічну діяльність, займаючись ремеслами, торгівлею, орендою землі. На раніше запропонованій карті, крім будинків, видно ділянки землі, торгівельні лавки, якими володіли євреї. Серед них були купець Берл Глік, орендатор Гірша Шпіцер та багато інших [4, с. 61].

Слід зазначити, що не простими були взаємовідносини між українцями та євреями, але не має зовсім підстав говорити про антиєврейську політику з боку нашого народу. Звичайно, мали місце і національні, і соціальні, і релігійні упередження. Водночас усі ексцеси, що були у взаєминах обох народів, ми не можемо розглядати поза стороннім впливом, зокрема, польської шляхти [1,с. 2]. Часто поляки використовували євреїв-фінансистів для зміцнення своїх господарських справ, надаючи їм певні переваги над українським селом. Цю ворожнечу польська влада спеціально загострювала, щоб зручніше було управляти селищем. З повідомлень старожилів дізнаємося, що окремі євреї змогли навіть потрапити до шляхетських кіл та зробити певну чиновницьку кар'єру, активно допомагаючи шляхті пригноблювати українське населення. Одним із таких був Бено Крамар, який працював у міській раді[9, с. 51].

На території селища діяла початкова школа з польською мовою навчання, у якій навчалися діти різних національностей. Така польська асиміляція викликала обурення єврейської громадськості й призвела до більшого згуртування з українцями. Очевидці розповідають про змішані шлюби та перехід деяких євреїв у греко-католицьку віру. Надія Курилюк згадує, що підприємець Гірша Шпіцер часто фінансував місцеві культурно-освітні заходи.

Отже, єврейська громада напередодні Другої світової війни активно контактувала з українцями і якщо й виникали конфлікти, то не на расовій основі, а на економічному або на побутовому рівні. Під час польсько-українських суперечок єврейське населення підтримувало зазвичай українців.

Нормальні взаємовідносини між двома народами зберігались доти, доки в них не втручалися поляки, які однаково ненавиділи як одних, так й інших.

РОЗДІЛ 2
ОРГАНІЗАЦІЯ ГОЛОКОСТУ НА ТЕРИТОРІЇ МІСТЕЧКА ТОВСТЕ В ПЕРІОД НІМЕЦЬКОЇ ОКУПАЦІЇ

2.1. Створення окупаційних служб правопорядку

Друга світова війна для Товстого та його мешканців розпочалася в перші дні липня 1941 р., коли до селища увійшли загони угорської армії, яка була союзником Німеччини у війні. Як свідчить у власних мемуарах місцевий лікар Барух Мільх, у дні перебування в містечку угорських вояків траплялися випадки мародерства, свавільного вимагання «контрибуцій», залучення до примусових робіт, приниження й насильства щодо місцевих мешканців, переважно щодо євреїв. Але про вбивства він не згадує. Більш того, угорські солдати у деяких випадках стримували погромників серед місцевого населення, які «під впливом нацистської пропаганди вважали євреїв причетними до більшовицьких репресій» [2, с.26] «Додаток Г».

Окупанти також демонстрували зневагу до релігійних почуттів євреїв – приміром, вони влаштували конюшню у приміщенні синагоги. Парох греко-католицької громади Товстого отець Антон Навольський вимагав, аби ті забрали коней зі святині, але безрезультатно. Угорське військо знаходилося у Товстому до кінця серпня 1941року, водночас до містечка прибували німецькі військові підрозділи та окупаційна адміністрація. Для наведення громадського порядку в Товстому-місті й навколишніх селах німецькою владою було створено міську управу, сформовано осередки української поліції та єврейську службу порядку. Антисемітська політика нової адміністрації, перш за все, проявлялась у сегрегації єврейського населення[8, с.379].

Після свята Йом – Кіпур у серпні 1941 році з Чорткова до Товстого приїхали гестапівці і наказали організувати «Єврейську раду» (Юденрат) та службу порятунку, яка складалася з розбишак, різників, конюхів, вантажників, яких ніби для комедії одягли в мундири й кашкети з Давидовою зіркою, а в руки дали грубі палиці. І то такою мала бути єврейська поліція[2, с.27]. Було очевидно, що у технології «вирішення єврейського питання» певну роль нацисти відводять самим євреям.

Основне завдання, яке покладалося на Юденрат, було відповідати за переміщення євреїв з невеликих населених пунктів у місця, де були створені гетто, за розміщення та облаштування в'язнів, а також за збір євреїв у разі їх виведення за межі гетто. Проте згодом їхні функції розширювалися, і вони несли відповідальність за все, що відбувалося всередині гетто, і за реалізацію адміністративних й економічних

заходів, спрямованих німцями проти євреїв. Це включало забезпечення господарського життя і порядку, припинення контрабанди, забезпечення продовольством, призначення й розподіл працівників на примусові роботи, збір грошових коштів та контрибуцій, відбір кандидатів для праці у трудових таборах і виконання розпоряджень нацистів.

У перші місяці окупації серед мешканців Товстого ще жевріло сподівання, що «Єврейська рада» спроможна виконати функцію самоврядування у спільноті євреїв та захистити їх від загроз, пов'язаних з війною та окупацією. На самому початку до складу Юденрату увійшли особи, котрі загалом користувалися авторитетом серед євреїв, такі приміром, як Якуб Фель та Барух Мільх. Головою ради було обрано Якуба Феля. Значну увагу очолювана ним організація приділяла гуманітарній діяльності. Однак вже навесні 1942 р. дії єврейської взаємодопомоги були фактично паралізовані окупаційною владою.

Силовим підрозділом Юденрату стала «Єврейська служба порядку» (Ordnungsdienst), службовців якої було наділено поліційними повноваженнями та озброєно гумовими кийками. Водночас на них було покладено функції, без яких у реальних тодішніх умовах важко було б обійтися: наприклад, збір коштів для придбання продуктів харчування для в'язнів гетто. Натомість Барух Мільх загалом негативно оцінює діяльність Юденрату у Товстому. Людей, котрі погоджувалися служити німцям, він характеризує як покидьків єврейської громади, ставлячи їх в один ряд з нацистами. Юденрат став у руках гестапо знаряддям мордування євреїв [2, с.26].

Подальший розвиток подій продемонстрував однозначно колаборантський характер Юденрату та його безсилля перед сваволею окупантів. Під впливом цих подій вийшов з його складу лікар Барух Мільх. Поступово «Єврейська рада» була деморалізована й перетворилася на маріонеткове знаряддя в руках окупаційної адміністрації та гестапо. Вона слухняно дублювала антиєврейські накази окупаційних влад: введення примусової праці, все більш жорстке обмеження свободи пересування, підприємницької діяльності, вільної торгівлі, вільного найму на роботу. Бойовики Ordnungsdienst спільно з українською поліцією проводили обшуки будинків, свавільне вилучення майна, побиття, арешти та депортації до трудових таборів. У середовищі колаборантів процвітало відверте здирництво, подвійна мораль та крайня жорстокість. Чи працівники юденрату були колабораціоністами та помічниками нацистської влади чи бранцями ситуації? Однозначної відповіді на це запитання дати неможливо, бо

більшість членів юденрату призначала окупаційна влада, вона ж міняла склад установи, зазвичай після страти попереднього складу. Проте в будь-якому випадку очолювати юденрат означало виконувати накази нацистів.

Під впливом нацистської пропаганди, котра активно експлуатувала міф про «жидо-більшовицьку змову», місцеве населення краю було спровоковане до погромницьких акцій по відношенню до євреїв. Перший єврейський погром у Товстому та його околицях відбувся 6 - 7 липня 1941 року. На жаль, погроми та позасудові страти здійснювали або провокували активісти щойно утвореної «Української народної міліції «Січ». Насильницькі акції переважно були спрямовані на родини, члени яких співпрацювали з радянською адміністрацією та НКВС[10, с. 92]. Великого погрому у самому містечку вдалося уникнути лише завдяки втручанню окремих представників інтелігенції та духовенства, у першу чергу пароха УГКЦ отця Анона Навольського. Мемуарист Барух Мільх свідчить, що він сам і директор місцевого банку також намагалися спам'ятати погромників[2, с. 36].

Один із товстенських євреїв, Берл Глік, у своїх спогадах описує цю драматичну ніч липня 41-го: «коли дійшла звістка, що селяни хочуть вчинити погром над євреями Товстого, Антон Навольський розставив на дорогах, що вели до міста, місцевих українців, на яких мав вплив, і вони не допустили вбивць» [4, с. 49]. Глік згадує також, що 7 липня Навольський цілий день ходив по містечку і підбадьорював сусідів – євреїв. Завдяки йому Товсте було, можливо, єдиним містом в радіусі багатьох кілометрів, де влітку 1941 року не дійшло до погромів.

Отже, Голокост спланували та організували нацисти, але до його реалізації було залучено чимало цілком звичайних людей. Серед співвиконавців антиєврейського насильства була частина цивільного населення польського та українського походження, зокрема, української допоміжної поліції. Німецька окупаційна влада вміло використала міжнаціональну напругу, довела до ескалації конфлікту та масового насилля через створені на місцях органи правопорядку.

2.2. «Акції зачистки» у містечку Товсте

У серпні 1941 року, після входження краю до дистрикту «Галичина», нацисти почали обмежувати єврейське населення у правах. Їм заборонялося володіти підприємствами, вільно займатися торгівлею, наймatися на роботу та переїжджати у інші міста. На першому етапі окупації забезпечити "порядок" на окупованій території покликана була діяльність айнзатцгруп СД (Einsatzgruppen, оперативні групи), які, за домовленістю з армією, повинні були очистити міста та села від "небезпечних елементів та придушити партизанський рух у

зародку"[5, с. 177]. Пізніше до них приєдналися представники поліції безпеки – зіпо (об'єднана структура гестапо та кримінальної поліції). У поляків та українців вимагали розірвати будь-які контакти з єврейським населенням.

Водночас на окупованих землях України гітлерівці знищували євреїв, привезених сюди з інших країн[18, с. 169]. Великим тягарем і нещастям для Товстого стали євреї, примусово виселені з Угорщини. «Багато гнали їх в останню дорогу, згорблених та худих. То нами розчиняють тісто, - гірко казали жертви до селян, які мовчки стояли на тротуарах, мов на похороні. – А вами, якщо не зможете відстояти себе, як ми, зроблять заміс…» [2,с.27]. До містечка, яке налічувало чотири тисячі мешканців, прибуло близько п'яти тисяч угорських євреїв. Їх не було де розмістити, тому вони заселювали підвали, горища, стайні, комори, синагогу.

Мільх описує випадок, який стався на околицях містечка Товсте. Угорці вивантажили кількасот євреїв й сказали, що цей населений пункт призначений для поселення. Євреї пішли по хатах і побачили, що там живуть люди, зрозуміли обман. Були жнива, вдома лишалися переважно діти і хворі жінки. Почали просити хліба і води, але не знали мови й не могли порозумітися. Тоді самі дозволили собі щось узяти. Так виник конфлікт, який міг перерости у великий погром. Барух, який віз хвору до лікарні, зумів владнати справу, користуючись знанням єврейської, німецької, української мов [2, с.29].

Після брутальних, жахливих злочинних принижень і вбивств галичанських євреїв, протягом літа та восени 1941 року нацисти почали створювати в Західній Україні єврейські гетто й примусово збирати туди єврейське населення. Одним із них було Товстенське гетто, воно проіснувало майже два роки — з березня 1942 до літа 1943, за цей період майже всі люди, що пройшли через нього, загинули або були депортовані в табори смерті. У листопаді 1941 року місцева влада повідомила мешканців містечка про «обмеження місця побуту в Генерал-губернаторстві та введення кари смерті для жидів поза дільницею» [9,с.35]. Такі заходи для євреїв мотивувалося тим, що вони начебто є найнебезпечнішими носіями інфекційних захворювань. Окрім мешканців містечка до нього депортували євреїв із Заліщик та навколишніх сіл.

На підставі аналізу свідчень очевидців можна припустити, що гетто було розташоване між спорудами римо-католицького костелу та руїнами синагоги, неподалік від ставка. Люди юрмилися тут у невеликих будинках, іноді чотири або п'ять сімей жили в одній кімнаті.

Санітарні умови гетто жахливі, у ньому розросталася епідемія тифу, їжі постійно не вистачало.

Євреям заборонялося ходити головними вулицями міста, щоб не стикатися з християнами. Від п'ятої години пополудні до восьмої ранку взагалі не можна було їм виходити зі своїх домівок. Воду потрібно було брати тільки з одної визначеної криниці. У разі невиконання цих застережень, загрожувала смертна кара. Нагляд за цим здійснювали юденрат, українська поліція та самі німці.

Крім того, до міста часто приїжджали гестапівці і робили ревізії в кожній єврейській оселі. Коли знаходили якісь товари, то забирали їх і жорстоко били, буцім за ведення спекуляції [2,с.28].

Опрацювавши джерельну базу, можна виділити три основні великі «акції зачистки» у Товстому: перша - 27 серпня 1942р., за якої відбувалися масові вбивства, депортації євреїв до табору смерті у Белжець та інших таборів примусової праці; друга - 5 жовтня 1942р., коли мала місце велика акція в Товстому та навколишніх селах; третя - 27 травня 1943р., яка остаточно вирішила єврейське питання на території Товстого.

Перша велика «акція зачистки» євреїв у Товстому мала на меті депортувати велику групу євреїв до табору смерті Белжець, де усі вони підлягали вбивству у газових камерах. 27 серпня німці наказали службі порядку Юденрату взяти участь у проведенні облави. В ході акції було схоплено 300 чоловік, яких конвоювали на залізничну станцію та помістили у залізничні вагони. Василь Тракало – письменник-публіцист, уродженець Товстого, у своєму романі «Колонія» описує нелюдські умови, у яких євреїв транспортували у табори смерті: «*У такі хвилини, коли люди перепочивали, Климко з Йосипом підходили ближче до вагонів, звідки нерідко чули плач і стогін. То везли на захід жидів. Десь там їх знищували. Про цю нелюдську доктрину Гітлера хлопці наслухалися чимало. Шкода було людей. Особливо молодих файних дівчат, котрі просили рятунку чеською, мадярською, румунською мовами. Просили врятувати, переховати, простягали крізь загратовані вікна брудні руки із золотом і долярами. Гарно одягнені, ще не змарнілі від голоду, ці лікарі, вчителі, інженери з-за Карпат їхали на смерть. Хлопцям ставало лячно… А спробуй допомогти, якщо оголошення у місті коло управи наперед застерігає: «Хто переховуватиме жидів – смерть на місці*![16. с. 340]».

Менші акції потім неодноразово проходили найближчими місяцями, під час яких озброєні гестапівці оточували єврейський квартал (їм допомагала служба порядку Юденрату та українська поліція), забирали людей з їхніх будинків. Ті, хто не були розстріляні

на місці за опір чи намагався бігти, потім були зібрані і погружені на потяги для відправки в інші табори.

Барух Мільх свідчить, що в ході другої акції 1000 євреїв було депортовано до Белжеця, а 120-200 або більше було вбито в самому містечку[2,с.34]. Приблизно такі ж цифри називає і Глік: 1200 осіб вивезено, біля 120 замордовано на місці[4,с.60]. Місто виглядало, як після погрому. Вікна й двері єврейських будинків були розбиті. У ровах і городах виднілися засохлі калюжі крові і неприбрані трупи, такі знівечені, що їх годі було зідентифікувати. По вулицях бродили поодинокі євреї, розповідаючи один одному про свої втрати. Служба порядку підводами, ніби кавалки м'яса з бойні, звозила на цвинтар порозкидані по місті трупи. Нацисти, аби хоч трохи виправдати свої вбивства, часто ніби знаходили в кишенях замордованих євреїв комуністичні прокламації, які вони самі перед тим туди вкладали.

Із початку зими 1942 р. по весну 1943 р. тривали багаторазові нацистські облави, які мали на меті знищити єврейське населення у Товстому. Одного дня наказали всім євреям прийти з мітлами, лопатами, відрами і мильницями до урядової будівлі, нібито для того, щоб там навести порядок. Зразу ж певну кількість осіб, яких хтось обстоював, відпустили додому. Решту, понад тисячу осіб, оточили на центральному майдані. З Чорткова приїхали гестапівці і групами по двадцять осіб, відбирали нібито для медичного обстеження. Цікаво, що було чути лише кілька пострілів і мало хто кричав, а ті люди пропали всі до одного впродовж половини дня. Правда, пізніше на подвір'ї казарми знайшли одну не надто велику могилу, в якій могло б уміститися від п'ятдесяти до ста трупів. Але, де пропало понад тисячу людей, ніхто не знає.

Берл Глік згадує події кінця 1942 року, коли до містечка прибули комендант окружної шуцполіції Сімон й есесівець Томанек. Машини стали з двох боків ґетто й замкнули його. У неділю біля ґетто було багато українців. Щоб не викликати серед них паніки, німці оголосили в церкві, що зараз буде стрілянина, але не треба боятися, бо це акція супроти євреїв, а з українцями нічого поганого не станеться. Погромники відкрили вогонь з усіх боків. Шукали криївок і, якщо десь когось знаходили, то розстрілювали на місці. Протягом 2-3 годин убили понад тисячу євреїв[4,с.62].

Жертвами репресій окупаційної влади навесні і влітку 1942 року, які тривали до середини 1943 року, стали 3700 розстріляних, 598 дорослих і 218 підлітків вивезено на примусові роботи до Німеччини. Розповідали, що серед небагатьох, хто врятувався в час масового розстрілу єврейського населення, *«дивом вижив хлопчик Зейлик, якому*

куля попала в руку. Втративши свідомість, він впав у великий котлован, викопаний руками самих страчуваних. Вночі, прийшовши до тями, виповз з братської могили. Місцеві жителі пам'ятають, як у 60-х – 80-х роках по вулицях ходив однорукий листоноша з великою шкіряною сумкою для газет через плече [15, с. 170]».

Протягом зими 1942-1943 рр. до гетто Товстого переміщали мешканців довколишніх міст, які вціліли під час попередніх «акцій». Михайло Гарбузяк, один з найстаріших мешканців м. Заліщики підтверджує, що 2500 євреїв під командуванням шуцкомісара Крігера розстріляли і таку ж саму кількість погнали до Товстого[11, с. 94]. У Товстому вже налічувалося вісім тисяч євреїв. «У нас поселилися люди з 15 містечок: Коломиї, Гвіздця, Городенки, Чернелиці, Заліщик, Язлівця, Чорткова, Ягольниці, Орішковець, Озерян, Кривча і Королівки. Товстенські євреї зазнали великої тісняви. Адже ще перед тим бракувало помешкань, бо будинки вбитих та виселених німці за невеликі гроші продали магістрату, а також місцевим селянам[4, с. 63]. Територію гетто постійно скорочували. Через недоїдання й антисанітарію в гетто поширилася дизентерія. Есесівці забирали хворих ніби для лікування, а насправді вивозили в ліс і там розстрілювали, а трупи спалювали. Декому з гетто вдалося вирватися, з цього пекла і переховуватися по селах, влітку – в лісах, взимку – в криївках і в льохах. Наш народ жалісливий і допомагав нещасним і знедоленим, хоча німці погрожували за це розстрілом.

Колишня жителька Городенки Антоніна Шнайдер-Шехтер**,** яка перебувала у гетто в Товстому згадує, що її мати, брат і вона опинилися у містечку взимку 1942 року. Щоби врятувати дівчинку, мати познайомилася з українцем, який готовий був дістати фальшиві документи і відвезти її до іншого села, до свого двоюрідного брата. Впродовж декількох днів Тося вчила катехизис та як поводити себе в церкві. Однак згодом мама захворіла на тиф й у віці 39 років померла від голоду і хвороби, залишивши четверо дітей. *«Я також сильно захворіла на тиф і не пам'ятаю багато чого з того, що трапилося взимку. Мій брат завдячував моїм виживанням «диву з яєць»: один поляк, який жив недалеко від гетто, дізнався про нас і приніс нам яйця. То була практично єдина їжа, яку ми мали...*» Але більшим, ніж хліб насущний, було принесене ним світло людської доброти в цьому царстві темряви і відчаю [17].

Третя велика «акція зачистки» єврейського населення у містечку відбулася 27 травня 1943 року. Це був період «остаточного вирішення єврейського питання». Товсте було одним з останніх міст у Східній Галичині, де пройшов процес повного знищення євреїв. У травні 1943

року земля западалася й горіла під нашими євреями. Усе єврейське населення міста, беручи приклад з неморальних вчинків юденратівців, стало подібним до нього. Корупція, зрада, доноси, брехня, злодійство, проституція, картограйство та інші подібні «перли» стали звичною справою. Майже кожен хотів рятувати тільки себе. Але не завжди треба звинувачувати за гріхи і навіть злочини лише тих, хто їх допускає, а й тих, хто це спричинює. Єврейська спільнота виглядала як горстка безпомічних людей на кораблі, що тоне. І тоді вчинялися негідні вчинки. Приреченим на загибель було не до моралі[2, с. 41]. Німці наказали позначити будинки, в яких залишилися євреї, зіркою Давида. Ніхто не мав сумніву в тому, що це мало полегшити їхнє затримання. Невідомо, що на той час сталося з першим головою «Юденрату» Якубом Фелем. Навесні 1943 «Юденрат» вже очолював інший голова – на прізвище Овреман. Він начебто був попереджений про день, коли мала б відбутися велика антиєврейська акція і повідомив про неї своїх близьких, наприклад швагра Арона Гертнера, і деяких сусідів, яким вдалося врятуватися. Натомість Барух Мільх, описуючи події по гарячих слідах, був упевнений, що про акцію ніхто з євреїв не знав.

27 травня 1943 року керівництво акцією взяло на себе Чортківське гестапо. Брали в ній участь кількасот гестапівців, українських поліцаїв та єврейська «служба порядку». Всіх євреїв, яких вдалося затримати в ході облав (близько 3000 осіб), зібрали на міському майдані. Працездатних чоловіків вивели на місцевий цвинтар та примусили їх викопати кілька великих ям, які служитимуть євреям могилами. У другій половині дня, починаючи приблизно з 16-ї години, приречених до страти шикували по четверо і групами по 100 чоловік вели до кладовища[6, с. 8]. «Додаток Д». Марія Солтисюк, яка тоді жила у стрия, отця Антона Навольського, пам’ятає, що стрілянина та моторошні крики того дня лунали по цілому місті. Пам’ятає, як «на «окописько» гнали сім’ю аптекаря. Навольські були з ними у дружніх стосунках. В якийсь момент отець Антон зняв з голови капелюха і низько поклонився приреченим. На жаль, нічого більшого для них він не зміг зробити .

На цвинтарі євреїв роздягали, ставили на дошку, перекинуту через яму і розстрілювали всіх, не шкодуючи ані жінок, ані дітей. За свідченням жительки селища Ганни Горбаль, лише одному чоловікові вдалося врятуватися втечею. Наступного дня земля над могилами рухалася, кипіла кров’ю, яка текла яром аж до дороги. Ця страшна картина закарбувалася у пані Ганни назавжди. Того дня загинуло 3,5 тисячі євреїв. Вона згадувала, що в «дорогу на смерть супроводжував

єврейський скрипаль на прізвище Стапп, який грав скорботну мелодію [7, с. 8]». Серед уцілілих був Барух Мільх, який втратив у акції дружину та сина «Додаток Е». Глік, згадуючи 29 травня, пише, що «на вулицях лежала маса євреїв, яких розстріляли під час акції. Біля мого будинку лежав убитий др. Лянґольц, син Акіби Лянґольца. Юденрат послав єврейських поліцаїв та уцілілих, щоб вони зібрали з вулиці трупи і відвезли на цвинтар для поховання у братській могилі. Майже всі вулиці були залиті єврейською кров'ю, яка ще не висохла[4, с. 69]. У липні 1943 року нацисти повідомили, що всі місцеві євреї були знищені. Отже, окупанти і ті, хто їм допомагав протягом двох з половиною років у Товстому, скоїли жахливий та моторошний злочин, замордувавши тисячі ні в чому невинних людей. «Акції зачистки» та гетто були основними заходами, пов’язаними з процесом знищення євреїв. Для окупаційної нацистської адміністрації так було легше здійснювати свої плани супроти єврейського населення.

РОЗДІЛ 3
ДОПОМОГА ЄВРЕЯМ У ЧАСИ ТЕРОРУ

У добу Голокосту на українських землях була, як казав відомий філософ і політолог Цвєтан Тодоров, ситуація екстреми, повного напруження сил людей, що опинилися в немилосердній, абсолютно жорстокій ситуації нацистської, безжалісної до всіх, антилюдської за суттю, окупації. Але, щодо євреїв, нацистська окупація була найжахливішою, коли вони були поставлені в умови тотального переслідування та відкритого вбивства. У таких умовах будь-яка допомога чи рятування єврея, єврейської жінки, дитини, старої людини каралися миттєво, і тільки в один спосіб — смертю… Ані в'язницею, ані концтабором, ані грошима, ані чим іншим, а тільки смертю… У такій екстремальній ситуації не євреї, які вирішували рятувати євреїв, ховати їх у себе, робити фальшиві документи, приносити їжу, сприяти втечі з гетто чи з табору тощо, такі люди в тих умовах мали особливий склад душі, співчуття до чужих обставин, до чужої трагедії, вони були просто героями [13, с. 71].

Історія знає багато фактів про порятунок євреїв у часи лихоліття. Подібні випадки траплялися й у Товстому в добу Другої світової війни, коли українці, інколи ризикуючи своїм власним життям, рятували євреїв від різноманітних «акцій зачистки», нацистських облав смерті.

Чи не єдиним в Європі офіційним протестом проти винищення євреїв були протести глави греко-католицької церкви Митрополита Андрея Шептицького, попри його ситуаційні оцінки Німеччини як визволительки від більшовицького терору. Завдяки діям Митрополита і його брата Климентія Шептицького було врятовано близько 150 єврейських дітей, рабина Львова Давида Кахане та його родину[13, с. 70].

Сьогодні дуже часто євреї говорять, що в Україні майже всі вони, кому вдалося пережити німецьку окупацію, зобов'язані своїм життям комусь із рятівників-українців. Без місцевого населення у грізному шквалі подій народу, приреченому на знищення, вижити було просто-таки неможливо. На честь таких людей в Єрусалимі, при Інституті «Яд Вашем», на Алеї Праведників, багатьом з них посаджене дерево. Серед праведників світу є і жителі Товстого.

Одна з понад двох тисяч історій українських праведників розповідає про Антона Навольського, який був настоятелем української греко-католицької церкви в 1930-1946 рр. у Товстому «Додаток Є». У своїх проповідях він закликав до братської любові та

помочі тим, чиє життя в той час було під загрозою. Отець Антон переховував п'ятеро єврейських дітей, якими опікувався сам. Він зумів розмістити у вірних людей шестеро єврейських родин, яким допомагав продуктами та одягом. Пройшов час, і можна лише уявити, скільки небезпечної щоденної праці самого отця і вірних було покладено, щоб діти й дорослі євреї вижили. Також Улька Соммер, яку одного разу урятував Антон Навольський, пізніше свідчила, що священник настановляв парафіян не потурати гітлерівським антисемітським акціям, а допомагати творити добрі справи, надаючи євреям допомогу[14].

Невідомо, скільки євреїв загалом урятував о. Навольський під час війни, але його зусилля були формально визнані написом «Праведник народів світу» на меморіальній стіні в Яд Вашем в Ізраїлі.

Зі сумом і радістю оповита розповідь Перепічки Орести Михайлівни про порятунок її бабусею дев'ятирічного єврейського хлопчика Песаха Каца. У серпні 1942 року хлопчина утік із фільварку, який знаходився у сусідньому селі Головчинці. За ним гналися німці з собакою, тому хлопець пірнув у річку, прихопивши соломинку, затаївся у воді. Окупанти вважали, якщо не випливе, то все одно втопиться. Бабуся Ганна Ковальчук, яка в той час прала одяг на річці, стала свідком цієї події. Коли німці перестали переслідувати єврейського хлопчика, допомогла малому вибратися з води і таємною стежкою привела його додому. Песаха, так звали малого, почали кликати Петрусем. Щоб менше хто запримітив, його завжди одягали у вишиванку. Так він жив у сім'ї Ковальчуків всю окупацію, аж до 1944 року. Восени цього ж року Кац разом з Червоною армією відправився на захід, а потім емігрував до Ізраїля «Додаток Ж». У 1995 році батьки Орести Михайло і Вікторія Сеньків у Львові від комісії з досліджень справедливості отримали медаль та почесний сертифікат «Праведників народів світу» за те, що, ризикуючи своїм життям, рятували євреїв від переслідувань. Їхні імена викарбувані на Стіні Пам'яті в Саду Праведників у Єрусалимі «Додаток З».

Не менш зворушливою є історія Григорія Тимуся, українського патріота, неперевершеного майстра будівництва церков. Ще за першої радянської окупації він засуджений до смертної кари за зв'язок з ОУН. Під час війни тюрма, де сидів Григорій, потрапила під бомбардування, і йому вдалося втекти.

З приходом до Товстого німців Тимусь, як багато хто з українських патріотів, у липні – серпні 1941 року подався служити в міліцію «Січ», був її районним комендантом у Товстому [9, с.234]. Дуже скоро він розчарувався в обіцянках гітлерівців щодо

незалежності України, почав бойкотувати їхні накази. Під час однієї із акцій проти євреїв Григорій побачив сусідку Кляйнер, яку вели на цвинтар для розстрілу. Він згадав про її дітей Леону, Едуарда та сестру Тусю, яких забрав до себе і переховував у схроні під своїм будинком. Так вони перебували у бункері аж до приходу Червоної армії. Григорій Тимусь загинув на фронті, дружина – у радянському концтаборі, але родина Кляйнерів не забула своїх рятівників. Їхні імена довічно закарбовані на Алеї Праведників народів світу.

Однією із тих жителів Товстого, які залишилися живими, є Джулія Шпіцер, дочка колись відомого в містечку бізнесмена Гірша Шпіцера. Її історію розповіла нам Курилюк Н.В., жителька смт. Товсте, від якої ми дізналися про дружбу єврейської дівчинки з ровесницею-українкою Ободяк Наталією. Коли дівчата були малі, то гралися разом, а як стали старшими – допомагали одна одній у домашній праці.

У період окупації містечка німці залучали дівчат до прибирання в комендатурі. На такій роботі опинилася Наталія Ободяк. Одного разу дівчина почула про облаву на євреїв. Їй найбільше за все хотілося попередити сім'ю Шпіцерів та й інших євреїв про дану операцію і заховати їх у схроні, який знаходився в них під будинком. Біля хати подруги Наталія побачила двох українських поліцейських, які нікого не підпускали до будівлі. Згодом вияснилося, що вони знали про переховувачів і вирішили допомогти єврейській сім'ї, замаскувавши вхідні двері до будинку. Через деякий час сім'я Шпіцерів виїхала до Польщі, а потім емігрувала до США.

Надзвичайно цікавий спогад Маркової (дівоче прізвище Мельник) Ганни Гаврилівни про врятування єврейського хлопця Фішера Розенбата «Додаток И». Її дідусь Лодзінський Ілько Дмитрович переховував сусідського хлопця у стайні для корів під жолобом. З часом господар всиновив малого, підробивши свідоцтво про народження свого сина Михайла, який помер ще до війни. Після завершення війни Розенбат переїхав до Польщі. За часів СРСР Фішер разом із своєю другою дружиною приїжджав в Україну, зокрема, і в Товсте «Додаток І»(відеоматеріал додається).

У своїй книзі «Кров не просохла» Берл Глік згадує про власний порятунок місцевим поляком Владиком Остропольським 23 травня 1943 року. Він зробив під власною хатою замасковану криївку. «Аби застерегти себе від будь-якої підозри, відкрив у своїй кімнаті вікно, замкнув вхідні двері і пішов до міста вивідати, що там діється. Незабаром повернувся і сказав, що акція в Товстому дійшла свого апогею. Євреїв з будинків виганяють на ринковий майдан, який охороняють українські поліцаї. О третій годині погромники вибрали

біля 40 сильних чоловіків і послали їх на єврейський цвинтар копати могили. Обіцяли, що якщо будуть добре працювати, то їх відпустять. Потім з Чорткова приїхали гестапівці. Євреїв виводили з ринку групами по 100 осіб на цвинтар, де їх розстрілювали» [4, с.66].

Барух Мільх розповідає про німця Пауля Фрідріха, який керував шістьма фільварками на околицях Товстого. Був це чоловік надзвичайно добрий, справжній друг євреїв. Він мав дуже добрі стосунки з юденратом і допомагав усім, як тільки міг. Завдяки йому євреї завжди наперед знали, що з ними може статися [2, с.72]. Фрідріх добився виділення 1000 єврейських робітників до фільварків та видав їм посвідчення, які гарантували працю і хоча б якусь безпеку.

Отже, в українсько-єврейських відносинах періоду Другої світової війни було більше «героїчно-людяного», аніж «злочинного». Зокрема, йдеться про численні факти порятунку євреїв від нацистських страт греко-католицькими священниками, простими українцями. У цих випадках спрацьовували глибока християнська духовність і наявність моральних регулятивів. Серед представників інших народів і національностей також спостерігаємо поодинокі випадки прояву гуманізму, життєвих цінностей.

ВИСНОВКИ

Виходячи з поставленої мети, можна зробити наступні висновки.

Ті страшні події, які відбувалися під час Другої світової війни в містечку Товсте, ще й досі моторошно відлунюють несамовитими зойками та риданнями приречених на загибель нещасливців. У велетенських могилах, що містяться на місцевому єврейському цвинтарі, знайшли свій останній притулок маленькі діти, яким не судилося стати дорослими, молоді хлопці та дівчата, що не встигли зазнати радощів і принад кохання та подружнього життя, люди середнього і старшого віку, яких безжальні кулі позбавили можливості спокійно прожити Богом визначений вік у затишному, теплому колі люблячої родини.

Тепер, коли в цивілізованому світі вважається неприпустимим не те, що вбити чи катувати, а навіть кинути напризволяще собаку або кішку, здається неймовірним той факт, що в Товстому замордували п’ять тисяч невинних сповідників Мойсеєвої віри.

У часи Другої світової війни на території Товстого вижила лише невелика кількість євреїв, як правило, - завдяки чуйним людям інших національностей, до яких лояльніше ставився нацистський режим, хоча кожен із них міг поплатитися життям за своє співчуття. Прикладом такого жертвенного героїзму стали і мешканці Товстого, які у роки війни, потерпаючи від коричневої чуми, подавали руку допомоги єврейському народові.

На основі досліджень бачимо величезну роль українських священників, які, незважаючи на конфесії, надавали допомогу євреям, різниця полягала лише в масштабності цих дій, що в свою чергу залежало від авторитету священника перед мирянами та окупаційною владою на місцях. Пам’ять про Голокост, як і про інші трагедії, які спіткали Україну в минулому сторіччі, має бути дієвою. Ще живі ті, хто пам'ятає ті часи, і ще можна розшукати братські могили загиблих і у час Голодомору, і у воєнні лихоліття, і у роки Шоа. Необхідно записувати ці спогади і, по можливості, дослідити могили.Оскільки містечко Товсте має пряме відношення до трагедії євреїв у роки Другої світової війни, краєзнавчий музей місцевої школи організував роботу по такому напрямках, як спілкування з очевидцями. Інтерв’ю та відеоматеріали з таким людьми лягли в основу написання дослідницької роботи. Тому для нас на сучасному етапі історичного буття залишаються завдання об’єктивної оцінки героїзму та трагедії кожного народу, завдання виховання у молоді розуміння причин та взаємозв’язку різних історичних явищ, виховання почуття патріотизму і водночас толерантності до інших народів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баран І. До проблем взаємовідносин українців та євреїв у Галичині/ Наукові праці SWold 22(1). Львів, 2015. 49-54с.
2. Барух М. Я бачив пекло/пер. з польської,супровідні статті, примітки Данила Онищука.Черніці: 2019. 58 с.
3. Веб-сторінка про історію Товстого, створеда Дугласом Джеймсом Хайком, https://www.tovste.info
4. Ґлік Берл. Кров не просихала / пер. з польс., супровідні статті, примітки Данила Онищука. Чернівці : Друк Арт, 2019. 32 с.
5. Дерейко І.І. Місцеві формування німецької армії та поліції у Райхскомісаріаті «Україна» (1941–1944 роки). / Іван Дерейко; Ін-т історії України НАН України. К., 2012.177 с.
6. Дутчак С. Спогади Навольської-Солтисюк М.М. Колос 2013. 5 квіт. №33-34. 8 с.
7. Дутчак С. Спогади Горбаль Г. Колос. 2013. 12 квіт. №35. 8 с.
8. Зілінський В. Геттоїзація на території дистрикту «Галичина» у світлі матеріалів із українських архівсховищ . Вісник Львівського університету, 2012. 177 с.
9. Клименко О., Ткачов С. Українці в поліції в дистрикті «Галичина» 1941- 44 рр., Чортківський округ. Харків: Вид-во «Ранок НТ», 2012. 234 с.
10. Ковба Ж. Людяність у безодні пекла. Поведінка місцевого населення Галичини в роки «остаточного розв'язання єврейського питання. Київ: Вид-во Дух і літера, 2009. 35 с
11. Мизак Н. За тебе, свята Україно. – Чернівці: Золоті литаври, 2002. 420 с.
12. Павлик Я. Історія Товстого. Чортків – Чернівці: 2006. 71 с.
13. Подольський А. Уроки минулого. Історія голокосту в Україні. К: Сфера, 2007.
14. Праведники народів світу. Ізвольський А. (М.31.2/5990) /Яд Вашем : [Електронний ресурс].– Режим доступу : http://db.yadvashem.org/righteous/family.html?language=ru&itemId=4044327. – 10.04.14.
15. Сопилюк М.В. На переломі століть…Становлення і розвиток фахового навчального закладу в Заліщиках у контексті суспільно – історичного розвитку краю. Тернопіль:ВАТ «ТВПК «Збруч», 2010. 170 с.
16. Тракало В.Й. Колонія. Київ: Вид-во Дніпро, 2016. 340 с.

17. Szechter Schneider, T. «A Horodenka Holocaust Memoir». http:www.shtetlinks.jewishgen.org/Gorodenka/html/holocaust_memoir.html; last accessed on 9 February 2010.
18. Щупак І. Я. Уроки Голокосту в українській історичній науці та освіті: від наративу до осмислення й постановки суспільного питання про покаяння (до 75-ї річниці трагедії Бабиного Яру) (закінчення) Український історичний журнал, 2016. -№ 5. 169 с.

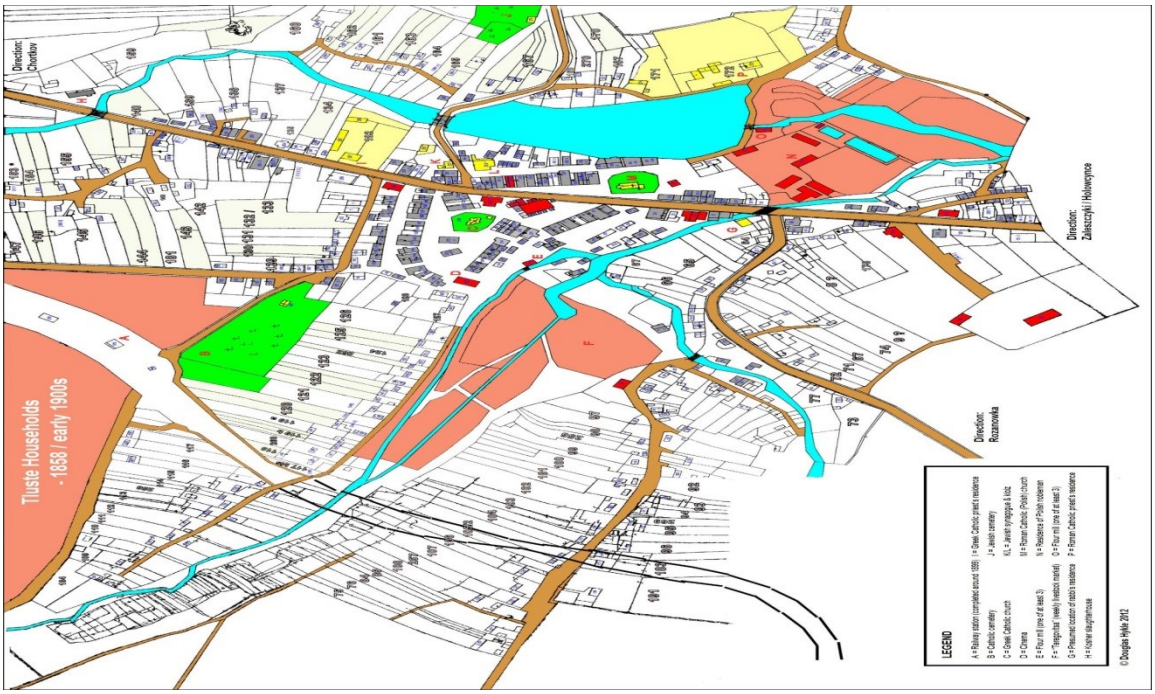
ДОДАТКИ

Додаток А

Могила матері Бешта Сари.

Додаток Б

Карта Товстого 1858-1900-х років (цифри – це будинки, в яких прожиивали євреї)

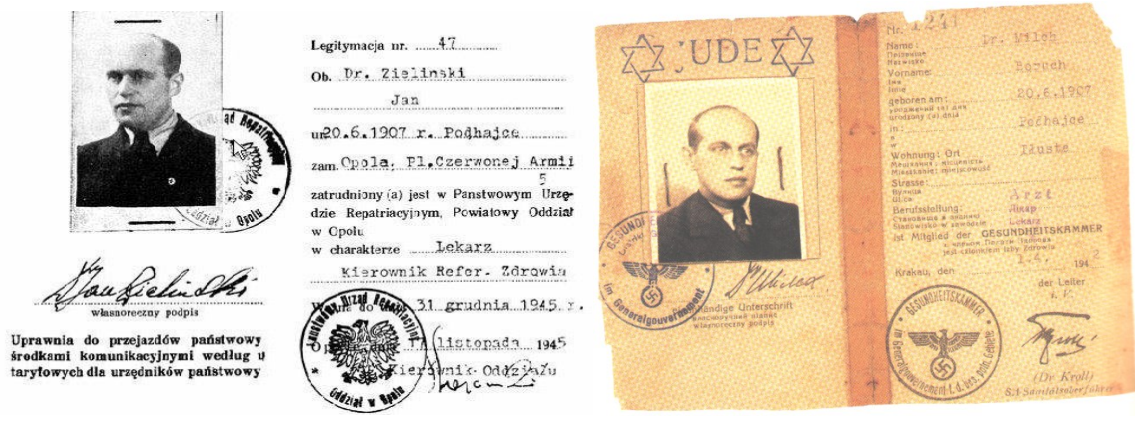


Додаток В

Синагога (в центрі фотографії) стояла на протилежному боці головної дороги міста, недалеко від північної частини ставку.

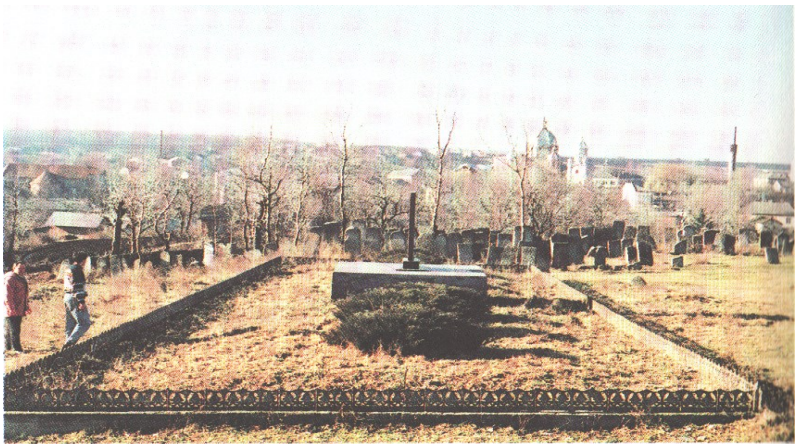
Додаток Г

Довідка про призначення міською радою Товстого Б. Мільха на посаду керівника місцевого шпиталю та лікарське посвідчення Б. Мільха, видане німецькою владою.



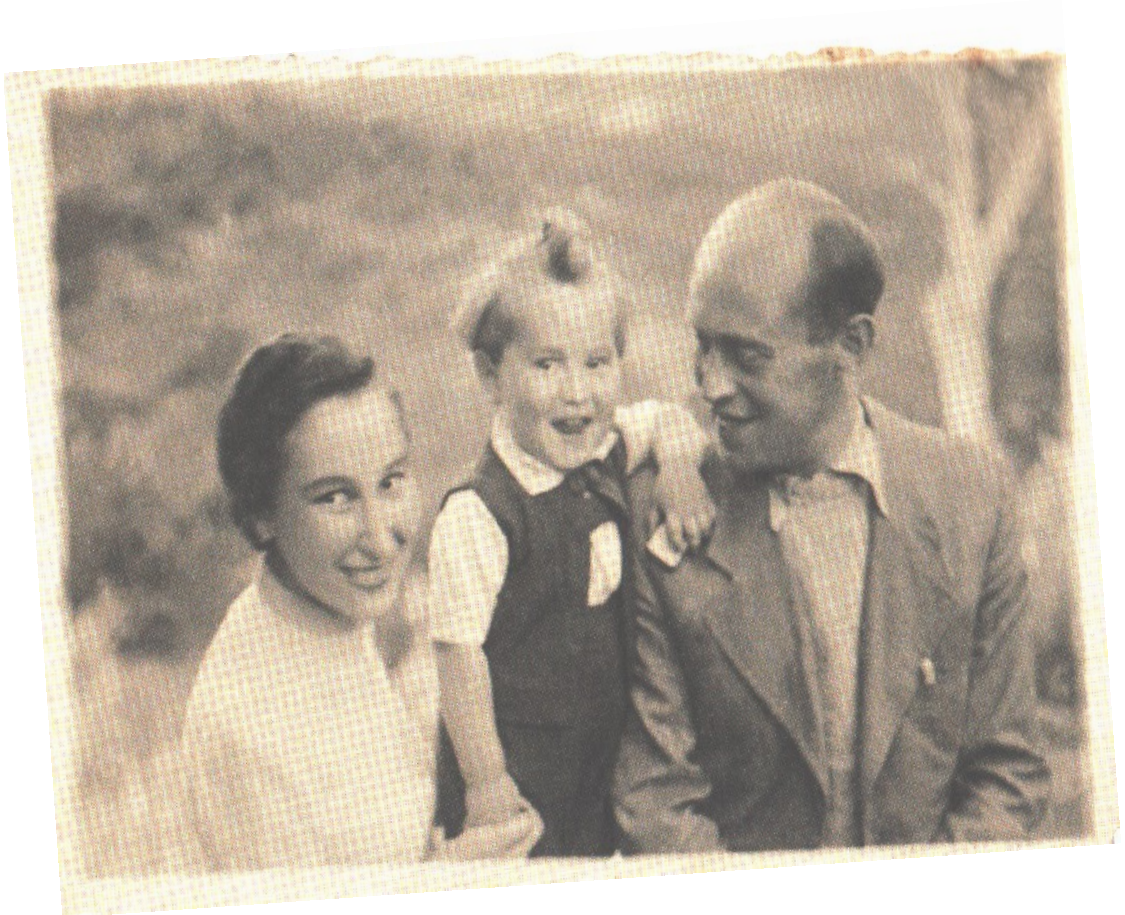
Додаток Д

Товсте. Єврейський цвинтар. Могила масових жертв фашистів на єврейському цвинтарі.



Додаток Е

Б. Мільх із дружиною Пеппою та сином Еліашем, замордованим 26 травня 1943 р.



Додаток Є

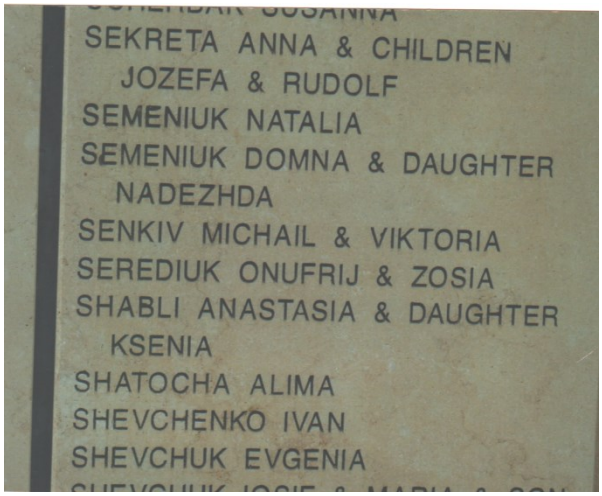
Отець Антон Навольський (Праведник народів світу)

Додаток Ж

Інтерв'ю з Перепічкою Орестою Михайлівною (1931 року народження).

Додаток З

Михайло і Вікторія Сеньків (Праведники народів світу)



Додаток И

Інтерв’ю з Марковою Ганною Гаврилівною (29 березня 1941 року народження).

ВІДДІЛЕННЯ ФІЛОСОФІЇ ТА СУСПІЛЬСТВОЗНАВСТВА

СЕКЦІЯ «ТЕОЛОГІЯ, РЕЛІГІЄЗНАВСТВО ТА ІСТОРІЯ РЕЛІГІЇ»

ДІЯЛЬНІСТЬ КРЕМЕНЕЦЬКОЇ ДУХОВНОЇ СЕМІНАРІЇ В 1919–1939 РОКАХ

Роботу виконав:
Дмитрів Олег Іванович,
учень 38 групи (11 клас)
ДНЗ «Кременецький професійний ліцей»

Науковий керівник:
Дмитрів Іван Васильович,
викладач християнської етики ДНЗ
«Кременецький професійний ліцей»

Діяльність Кременецької духовної семінарії в 1919-1939 роках

Дмитрів Олег Іванович; *Державний навчальний заклад «Кременецький професійний ліцей»; 11 клас*

Науковий керівник: *Дмитрів Іван Васильович, викладач християнської етики Державного навчального закладу «Кременецький професійний ліцей»*

Дослідницьку роботу присвячено аналізу діяльності Кременецької духовної семінарії в 1919–1939 роках.

Встановлено, що діяльність Кременецької духовної семінарії у міжвоєнний період була обумовлена низкою соціально-політичних обставин: включення Західної Волині до складу Польщі мало наслідком локалізацію, а згодом ліквідацію цього освітнього закладу; процеси українізації, які розгорнулися на теренах Західної Волині загострили ідеологічно-конфесійне протистояння у Церкві і мали безпосередній вплив на характер підготовки семінаристів.

З’ясовано, що на формування навчально-освітнього процесу семінарії особа ректора мала визначальний вплив, а колектив викладачів відзначався високим професіоналізмом. У його середовищі виникло дві групи: перша – прибічників московської православної традиції, друга – прихильників українізації Православної Церкви. Предстаники останньої були знаковими постатями у колективі педагогів і семінаристів. Науковий авторитет цих викладачів та дух українізації, який вони підтримували, стали фундаментальними засадами формування світогляду їхніх вихованців. Підтверджено, що в майбутньому випускники семінарії пов’язали свою долю з боротьбою за помісність Української Церкви і незалежність України.

Ключові слова: *Кременецька духовна семінарія, Західна Волинь, семінаристи, вихованці, духовні школи, священник, єпископ*.

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. освітньо-виховний процес у кременецькій духовній семінарії у контексті суспільно-політичних перетворень міжвоєнного періоду
РОЗДІЛ 2. професорсько-викладацький склад кременецької духовної семінарії та їх вплив на формування національної свідомості семінаристів
2.1. Внесок ректорів семінарії в організацію освітньо-виховного процесу в умовах розгортання руху за українізацію Православної Церкви
2.2. Вплив педагогів на характер освітньо-виховної діяльності
2.3. Участь випускників семінарії в національних суспільно-політичних рухах

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах розбудови української державності та боротьби за її цілісність і безпеку вивчення історії Православної Церкви в Україні є важливим завданням сучасної науки. У XIX – XX ст. були сформовані стійкі стереотипи й упереджене ставлення до конфесійного життя українців. Відновлення історичної правди, подолання негативних оцінок, зокрема щодо діяльності Кременецької духовної семінарії вимагають уваги сучасних дослідників. Впродовж століть цей навчальний заклад перебував у підпорядкуванні Російської Православної Церкви й готував для неї священників. Проте краєзнавчі дослідження Кременеччини відкривають нам інший, український бік підготовки випускників семінарії. Узагальнення цього матеріалу дозволить дослідникам з'ясувати вплив процесу українізації, що розгорнувся на теренах Західної Волині у міжвоєнний період, на характер діяльності Кременецької духовної семінарії й визначити її внесок у виховання національно свідомого духовенства. В умовах утвердження помісності сучасної Православної Церкви в Україні дане дослідження доводить, що потужний вплив Російської Православної Церкви впродовж сталіть не забезпечив тоальної денаціоналізації віруючих українців.

Історіографія проблеми. Окремі сторінки історії діяльності Кременецької духовної семінарії представлені у низці монографій та статей. Найбільш інформативним є дослідження краєзнавців В. Олійника, В. Шпак «Духовна православна семінарія в Кременці в 1919 –1939 роках» [12]. Діяльность православного духовенства в утвердженні національної духовної культури та українізації релігійного життя Волині відображено у студії І. Скакальської «Історія України в особах» [19]. Помітний внесок у дослідження минулого Православної Церкви в краї зробили волинські історики В. Рожко [14; 15; 16], В.Борщевич [3] та інші. Зокрема у монографії В. Борщевича «Українське церковне відродження на Волині (20–40-ві рр. XX ст.)» на основі архівних матеріалів аналізовано особливості розвитку українського церковного відродження на Волині у 1920–1940 рр.

Важливе значення під час вивчення зазначеної теми мали праці І. Власовського[4], який був викладачем Кременецької духовної семінарії та І. Огієнка [11]. Життєпис осіб, які впливали на суспільно-історичні процеси на теренах Кременеччини представлено у працях Н. Кременчанки [9], В. Собчука [18], Г. Чернихівського [23] та інших.

Автором використано окремі документи, які зберігаються у фондах Кременецького краєзнавчого музею [6; 7; 8].

Мета дослідження зумовлена її актуальністю і полягає в з'ясуванні на основі комплесного, об'єктивного аналізу історіографії та архівних матеріалів особливості діяльність Кременецької духовної семінарії у міжвоєнний період.

Мета зумовила **основні завдання,** які необхідно розв'язати у процесі дослідження наукової проблеми:

- проаналізувати вплив суспільно-політичних чинників, на освітньо-виховного діяльність семінарії;
- визначити ставлення польського уряду до діяльності Кременецької духовної семінарії;
- з'ясувати внесок ректорів Кременецької духовної семінарії в організацію освітньо-виховного процесу в умовах розгортання руху за українізацію Православної Церкви;
- розкрити внесок окремих педагогів у фахову підготовку та виховання національних почуттів у семінаристів;
- показати участь випускників семінарії в боротьбі за помісність Православної Церкви та національно-політичних рухах за незалежність України.

Об'єктом дослідження є Кременецька духовна семінарія міжвоєнного періоду.

Предметом дослідження є діяльність Кременецької духовної семінарії в 1919–1939 рр.

Хронологічні рамки дослідження охоплюють 1919–1939 р. Нижня межа обумовлена початком діяльності Кременецької духовної семінарії у Польщі. Верхня межа обумовлена початком Другої світової війни, яка припинила діяльність Кременецької духовної семінарії. З метою з'ясування ефективності національно-патріотичного виховання у семінарії автор використовував матеріали, які виходять за верхню межу.

Територіальні межі дослідження визначаються місцем діяльності Кременецької духовної семінарії на території Західної Волині.

Методи дослідження: загальнонаукові методи аналізу, синтезу, індукції та дедукції; конкретно-наукові – історико-генетичний, порівняльний, біографічний; принципи об'єктивності, толерантності, позаконфесійності.

Наукова новизна одержаних результатів зумовлена сукупністю поставлених завдань, що дозволили з'ясувати: особливості діяльності Кременецької духовної семінарії в умовах упередженої конфесійної політики польського уряду, спрямованої на згортання підготовки

православних священників; вплив процесів українізації Православної Церкви на освітньо-виховний процес у семінарії; внесок ректорів та професорсько-викладацького складу у фахову підготовку випускників та виховання національно свідомих громадян; громадянську позицію окремих випускників семінарії, їхню участь у боротьбі за помісність Української Церкви і незалежність України.

Практична значимість роботи полягає у використанні матеріалів під час інтегрованого вивчення суміжних тем з історії України та всесвітньої історії, краєзнавства, релігієзнавчих дисциплін та проведенні екскурсій.

Структура дослідження. Робота складається із вступу, основної частини, що містить два розділи, висновків, списку використаних джерел (23) та додатків (12). Загальний обсяг роботи становить 40 сторінок, з них основного тексту – 27 сторінок.

РОЗДІЛ 1.
РОЛЬ КРЕМЕНЕЦЬКОЇ ДУХОВНОЇ СЕМІНАРІЇ В НАЦІОНАЛЬНО – ЦЕРКОВНОМУ ЖИТТІ ВОЛИНЯН

Історична Волинь впродовж XVIII–XX ст. опинилася в епіцентрі геополітичних трансформацій й була включена до складу Російської імперії, Австро-Угорщини, Польщі і на короткий час – до Української Народної Республіки.[1] Зрозуміло, що усі суспільні інституції цього краю були підпорядковані політиці тієї держави, у складі якої перебували. Тому й релігійно-церковне життя волинян зазнавало впливів не лише політичних, але й конфесійних, зокрема з боку Римо-католицької церкви і Російської православної церки (далі – РПЦ).

Православне духовенство міжвоєнного періоду XX ст. на Західній Волині було численною соціальною верствою, яка займала провідне місце в національному русі. Відомий український історик Д. Дорошенко зазначав, що православне духовенство утворило в Україні від кінця XVIII ст. окремий стан, який близько стояв до народу і був тісно пов’язаний з його долею, з його добробутом [6, арх. 273]. Священники підтримували народну освіту, культуру, забезпечували зв'язок між громадськими організаціями в містах і селах, чинили опір ополяченню та окатоличенню населення тощо.Оскільки Волинська єпархія за національним складом була переважно українською, вона стала осередком розгортання національно-церковного відродження. Активними учасниками руху за «розмосковлення Церкви» були політичні і громадські діячі А. Річинський, І. Власовський, М. Черкавський, В. Соловій, С. Хруцький та багато інших [4, с. 66]. Проте ієрархи Православної Церкви у Польщі – митрополит Діонісій (Валединський), архієпископ Олексій (Громадський), єпископ

[1] Під час поділу Речі Посполитої в 1793 р. частина земель Волині відійшла до Російської імперії. У 1795 р. було створено Волинське намісництво, що складалося з 15 округів, з центром у Новоград-Волинському. Південна частина Кременецького повіту зі Збаражем, Залізцями і Підкаменем відійшла до Австро-Угорщини, де була створена адміністративна одиниця Королівство Галичини та Володимирії. Після Першої світової війни територія Волині увійшла до складу УНР (1918 р.). У документах УНР виділяли окремо всю Холмську губернію з доданими до неї Берестейським, Більським, Кобринським, Пружанським повітами і частинами повітів Люблінської губернії. Офіційно Холмська губернія у складі Української держави була утворена 15 листопада 1918 р. 21 квітня 1920 р. представниками Польщі і УНР був підписаний так званий Варшавський договір, за яким більша частина Волині відходила до Польщі. Згідно з Ризьким мирним договором (1921 р.) між Польщею та радянськими урядами Росії і України Західна Волинь, Західне Полісся, Холмщина і Підляшшя були приєднані до Польської держави. Було створено Волинське воєводство з центром у Луцьку.

Полікарп (Сікорський), перебуваючи під тиском польської влади та відчуваючи опір консервативного духовенства, не поспішали з радикальною українізацією.

На відміну від Галичини, де священники відігравали провідну роль у житті української спільноти, духовна інтелігенція Волині, серед якої переважали консервативно-традиційні погляди на релігійне та суспільне життя, не завжди була єдиною у вирішенні багатьох проблем тогочасного волинського українства. У цьому проявлялися як історичні традиції релігійного життя регіону у попередні століття, так і специфіка його соціально-політичного розвитку у міжвоєнний період ХХ ст. Відзначимо й те, що вивільнившись частково з-під російської опіки, після офіційного проголошення автокефалії Православної Церкви у Польщі 17 вересня 1925 р., вона на думку дослідників не стала суб'єктом релігійного життя, а навпаки використовувалася урядом Речі Посполитої в політичних інтересах [2, с. 410].

На Волині, Поліссі та Холмщині Православна Церква налічувала близько двох мільйонів віруючих. На початку буття відродженої Польської держави Православна Церква фактично залишилася без чітких механізмів управління. Підпорядкування Московському Патріархатові стало умовним, бо керівники Російської Православної церкви (далі РПЦ) були відсторонені більшовицькою владою від церковних справ. Серед свідомого духовенства зріло переконання про необхідність повернення Церкви до соборно-демократичних традицій, якими жило українське православ'я до 1685 р. [16, с 30].

Проте значна частина православної ієрархії реально тяжіла до РПЦ. Промосковським духовенством була обсаджена й духовна консисторія, що перебувала в Кременці впродовж 1918 до 1939 рр.

Кузнею священницьких кадрів на Волині була духовна семінарія в Кременці.

Цей навчальний заклад був заснований у 1919 р. на базі злиття Холмської і Кременецької семінарії й функціонував до 1939 р. Холмська духовна семінарія була заснована у 1760 р. Однак в 1875 р. відбулося «воз'єднання» уніатів Холмщини і Підляшшя з РПЦ, що мало свої наслідком насадження православ'я московського зразка і відповідне виховання священників у цій традиції [12, с. 15–18].

Коли розпочався наступ австрійсько-німецької армії у 1915 р., Холмську духовну семінарію з майном, викладачами і студентами було евакуйовано до Москви. У 1919 р. російська церковна влада вирішили повернути навчальний заклад до Холма. Проте викладачі семінарії розуміли політичні обставини часу і не розраховували на продовження роботи в Холмі. Тому рішенням ректора архімандрита

Смарагда (Латишенко Павло Антонович) місцем продовження діяльності семінарії було обрано м. Кременець. Кілька місяців у місті діяло дві семінарії – Кременецька духовна семінарія і новоприбула Холмська. З ініціативи Міністерства сповідань Української Народної Республіки та Кременецького єпархіального управління їх було об'єднано в один заклад і переведена на державне фінансування [4, с. 55].

До праці в семінарії були залучені викладачі обох закладів. Нова семінарія стала називатися:»Семінарія духовна православна в Кременці на Волині». Вихованці Волинської духовної семінарії займалися в приміщенні теперішнього Кременецького ліцею, а Кременецької духовної семінарії – в приміщенні поблизу Чеснохрестської церкви (тепер це територія Кременецького краєзнавчого музею). (Додаток А).

Навчально-виховний процес об'єднаної православної семінарії розпочалася після повернення у 1919 р. єпископа Кременецького Діонісія (Валединського) з Києва до Кременця. Історик православної церкви професор Іван Власовський, який теж працював деякий час в семінарії, у своїй книзі «Нарис історії української православної церкви» згадував єпископа Діонісія як першого ректора семінарії (1919–1920 рр.).

Ректор, професорсько-викладацький склад та обслуговуючий персонал отримували заробітню плату від Міністерства віросповідань Української Народної Республіки, яке на той час очолював історик Іван Огієнко.

З липня 1921 р. Міністерство віросповідань і освіти Польщі визнало своїм декретом духовну семінарію, але фінансування її не здійснювало. Семінарія функціонувала як приватна з плати учнів за навчання та внесків жертводавців. У 1927 р. польська влада удержавила семінарію і вона стала називатися державною [9, с. 146]. Проте ставлення до Кременецької семінарії з боку польської влади було упередженим. Процеси українізації Православної Церкви передусім мали на меті виховання національноорієнтованих священників. У середовищі викладачів і семінаристів ці патріотичні ідеї мали значну підтримку.

До 1927 р. духовна семінарія була десятирічною і навчання велося російською мовою. З ініціативи польської влади семінарія була реформована. Навчання скоротили до 9-ти років й заборонили російську мову викладання. Своїм статусом духовна семінарія прирівнювалася до класичних гімназій. Згідно з навчальним планом у семінарії проводилося викладання 29 дисциплін, з них українською

мовою читалися всі богословські науки, логіка, математика, фізика, церковно-слов'янська, співи. Решта предметів викладалася польською мовою [6]. Семінарія стала двомовним навчальним закладом. (Додаток В)

Семінаристи вивчали не тільки богословські науки, але й шкільні предмети. Комплекс богословських наук включав: догматичне богослів'я, моральне богослів'я, біблійна історія, Старий і Новий Завіти, гомілетику, практичні настанови для пастирів, літургіку, церковний устав, церковний спів. До шкільних предметів належали такі: математика, фізика, польська мова, російська мова, церковно-слов'янська мова, історія, і деякий час – українська мова. Українська мова як навчальна дисципліна викладалася тільки за керівництва проукраїнських ректорів семінарії – митрополита Олексія Громадського та Петра Табінського [12, с.45–48].

Духовна семінарія давала матуру – атестат зрілості, який дозволяв її випускникам вступати без іспитів у будь-який університет Польщі. На навчання в духовну семінарію приймали дітей після закінчення початкової школи, які йшли одразу до 5 класу. Тут також навчалися і вільні слухачі, які мали свою парафію і хотіли здобути середню духовну освіту [17].

На навчання в семінарію приймали не лише дітей духовенства. Тут навчалися діти-сироти, діти міщан, ремісників, вчителів, селян. В стінах семінарії діяли чіткі правила, які виховували в семінаристів дисципліну та послух. Студенти навчалися і виховувалися за таким розпорядком: 07.00 – підйом; 08.00 – ранкова молитва; 08.30 – сніданок; 09.00 – 14.30 – уроки; 14.30 – обід; 15.00-16.00 – вільний час; 16.00-18.30 – самопідготовка; 18.30 – вечеря; 19.30-21.00 – вільний час; 21.00 – вечірня молитва; 22.00 – відбій [7, арх..280].

День в студентів розпочинався і закінчувався молитвою. Вільний час не завжди був вільним, адже вихованці мали послух. В суботу та неділю семінаристи проходили богослужбову практику в храмах: одні – співали в церковному хорі, інші – прислуговували біля єпископа, ще інші були паламарями в церкві.

Після закінчення семінарії випускники отримували право на свячення або викладання релігії в школі.

Дослідники зазначають, що у міжвоєнний період Кременецька духовна семінарія стала тереном боротьби за переконання молодих людей. Польська влада прагнула полонізувати й окатоличити українців Волині і Полісся. А частина промосковськи налаштованого духовенства бачила Кременецьку духовну семінарію школою підготовки майбутніх пастирів для русифікації Волині.

Характер діяльність Кременецької семінарії значною мірою залежав від позиції ректора. Проукраїнські керівники поширювали ідею українізації, а проросійські – цю ідею знищували або взагалі нею не цікавилися. Проте відверто проросійські погляди висловлювали єпископ Антоній (Марценко) та архімандрит Симон (Івановський), якого двічі призначали керівником духовного закладу. Серед ректорів, які підтримували українізацію семінарії, слід згадати митрополита Діонисія (Валединського), єпископа Олексія (Громадського), о. Петра Табінського.

Ректори, які мали митрополичий сан, перебували в складному становищі. Їм доводилося маневрувати між вимогами польської влади і очікуваннями розбудови української за духом Православної Церкви з боку віруючих і Західної Волині.

Перший випуск в семінарії відбувся в 1922 р. З цієї нагоди в журналі «Православна Волинь» зазначалося: «Незважаючи на різні незручності, шкільний рік в Кременецькій духовній семінарії пройшов благополучно і на початку червня учнів семінарії було відпущено додому. Вихованців перших чотирьох класів було переведено у вищі класи по річних балах, а в п'ятому і шостому відбулися іспити. Для випускників 9 червня 1922 року у Богоявленському монастирі відбувся подячний молебен. Разом з владикою Діонисієм в молебні брали участь ректор семінарії, архімандрит Олексій, викладачі і випускники, що мали священничий чи дияконський сан. В цьому році було випущено 23 випускники. Молебен закінчувався співами «Многоліття» та виконанням гімну «Ще не вмерла Україна» [15, с. 138].

У 1925 р. зі стін семінарію закінчило 30 вихованців, а в 1926 р. їх було вже 40. За свою двадцятилітню історію Кременецька духовна семінарія випустила понад 400 випускників [12, с. 18].

Зазначимо, що від початку 1930-х рр. польський уряд намагався локалізувати діяльність духовної семінарії в Кременці. В березні 1932 р. Міністерство ісповідань і освіти польського уряду оголосило про реформу системи шкільної освіти в державі. Нововведення мали безпосередній вплив на діяльність Кременецької духовної семінарії. На місці реорганізованої семінарії планували створити трирічний богословський ліцей, до якого кандидати у священники вступали б після закінчення чотирирічних загальноосвітніх гімназій. Тому з середини 1930-х рр. Кременецька духовна семінарія здійснювала лише випуски студентів, поповнення не набирали. Стан поступової ліквідації семінарії тривав до приходу радянської влади в 1939 р. У 1938–1939 навчальному році відкрився Православний богословський

ліцей у Варшаві. Викладання в ліцеї здійснювалося польською мовою і лише дві години на тиждень передбачалось для рідного слова. Того року до ліцею після іспитів було зараховано 12 учнів [12, с.20–22]. Таким чином, реформа шкільної освіти у Польщі передбачала скорочення підготовки духовних кадрів для Православної Церкви.

Звичайно, що після встановлення у регіоні радянської влади (1939 р.) Кременецька семінарія втратила будь-які шанси на подальше існування.

Отже, діяльність Кременецької духовної семінарії у міжвоєнний період відбувалася на тлі складних соціально-політичних перетворень. Під час нетривалого підпорядкування Міністерству сповідань УНР вона отримувала деражвне фінансування, що свідчило про важливість підготовки священників для Української держави. Натомість, Міністерство ісповідань і освіти Польщі мало упереджене ставлення до підготовки священників для Православної Церкви. Тому заклад не отримував фінансування, а проведена реформа системи шкільної освіти у 1932 р. спрямовувалася на його ліквідацію. Попри те, Кременецька духовна семінарія протягом двадцяти років була осередком морально-духовного та церковного життя Західної Волині. Цикл навчальних дисциплін та організація навчального процесу свідчать, що семінаристи отримували грунтовну освіту, яка давала їм право на висвячення або викладацьку діяльність в освітніх закладах, а також вступу без іспитів у будь-який університет Польщі.

РОЗДІЛ 2
ПРОФЕСОРСЬКО-ВИКЛАДАЦЬКИЙ СКЛАД КРЕМЕНЕЦЬКОЇ ДУХОВНОЇ СЕМІНАРІЇ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ СВІДОМОСТІ СЕМІНАРИСТІВ

2.1. Внесок ректорів семінарії в організацію освітньо-виховного процесу в умовах розгортання руху за українізацію Православної Церкви

У міжвоєнний період український церковний рух на Західній Волині охопив ширші кола українського громадянства. В Кременецькій духовній семінарії серед української молоді теж ширилася національна свідомість, зростало почуття національної гордості. Цьому також сприяло місцеве громадянське й політичне життя: багато вихованців-семінаристів тісно співпрацювали з товариством «Просвіта», були членами патріотичних організацій «Пласт» та «Юнак». Український дух охопив студентство, а українська ідея стала домінуючою. Педагоги-українці мали значний вплив на формування національної свідомості молодої генерації [15, с.85–96].

Ректорами духовної семінарії в Кременці були: єпископ Діонисій (Костянтин Валединський) – 1919–1920 рр.; єпископ Олексій (Громадський) – 1920–1923 рр., 1934–1939 рр.; архімандрит Симон (Івановський) – 1923–1925 рр., 1931–1934 рр.; єпископ Антоній (Марценко) – 1925–1927 рр.; о. Петро Табінський – 1927–1931 рр.

Призначений ректором духовної семінарії у 1919 р., польським урядом єпископ Діонісій (Валединський) уже мав досвід керівництва духовним закладом. У 1902 р. архімадрит Діонисій став ректором Холмської семінарії. На посаді ректора Кременецької духовної семінарії неодноразово звертався до польського уряду з проханням викладати предмети українською мовою. У семінарії він викладав літургіку та апологетику [6, с.24–28]. (Додаток Г).

Олексій Громадський став наступним, після єпископа Діонісія, ректором Кременецької семінарії. Свого часу він отримав грунтовну духовну освіту: у 1904 р. закінчив Холмську духовну семінарію, а в 1908 р. – Київську духовну академію зі ступенем кандидата богослов'я. Мав досвід викладацької роботи, оскільки від 1918 р. працював з кременецькими семінаристами. Йому судилося двічі обійняти посаду очільника семінарії і стати її останнім ректором у міжвоєнний період [13].

Перша ректорська каденція протоієрея О. Громадського (1920–1923 рр.) характеризувалася помітною українізацією цього закладу. У 1921 р. він започаткував викладання Священного Писання

українською мовою. З його ініціативи видавалися українською мовою богослужбові тексти та церковні часописи. Дбав ректор й про викладацький склад семінарії, запрошуючи до праці в Кременецькій духовній семінарії викладачів з числа українців [20, с. 156; 8, арх. 278].

Проте дослідники неоднозначно оцінюють його позицію щодо українізації Православної Церкви і вважають, що під тиском польської влади йому доводилося йти на компроміси[2] (Додаток Д).

Отець Петро Табінський[3] належав до числа відомих і впливових церковних діячів Волині міжвоєнного періоду. У 1927 р. міністерство освіти і віросповідань Польщі призначило о. Петра Табінського ректором Кременецької духовної семінарії. Керуючи семінарією, отець П. Табінський підтримував український дух навчання і виховання семінаристів. Йому вдалося усунути з посади інспектора Квашенка, який наполягав на збереженні російської мови викладання у закладі. У цей час промосковська група волинського духовенства намагалася повернути контроль за процесом підготовки духовних кадрів. У Почаєві (1927 р.) відбувся церковний з'їзд, на якому окремі делегати вимагали залишити російську мову викладання в духовній семінарії. У єпархіальному управлінні також вважали українську мову викладання політиканством, яке згубно впливає на виховання молоді, яка готується до пастирського служіння. Проте намагання церковних чиновників усунути о. Петра з посади ректора не мали успіху [16, с.21]. Цьому посприяли інші обставини.

В квітні 1930 р. Міністерство освіти і віросповідань звільнило П. Табінського з посади ректора у зв'язку з виходом на пенсію. І. Власовський стверджував, що насправді його звільнили через діяльність у стінах семінарії підпільних українських націоналістичних організацій «Юнак» і «Пласт». За антипольську діяльність було засуджено вісім студентів Кременецької духовної семінарії[4] [22].

---

[2]У священницькому житті О. Громадському неодноразово доводилося йти на компроміси. У червні 1940 р. за участі органів НКВС митрополита доправлено у Москву, де він написав покаянного листа й просив прийняти його в лоно РПЦ [4, с. 88]. 7 травня 1943 р. на шляху з Кременця до Луцька вояками одного з загонів ОУН(М) був убитий. Є версія, що гітлерівці навмисно «підставили» в партизанську засідку митрополита Олексія [6, с.29-32].

[3]Петро Табінський народився в містечку Берестечко у 1888 р. Був ректором Подільської духовної семінарії. Після припинення діяльності Директорії у 1920 р., через свої проукраїнські погляди емігрував до Польщі.

[4]Восени 1930 р. польська поліція отримала інформацію про підпільну діяльність української молоді у Крем'янці й провела обшуки й арешти. Оскільки один із затриманих погодився співпрацювати з поліцією, яка досить швидко зібрала потрібні для обвинувачення матеріали. Було висунуто обвинувачення проти 31 особи. Підпільники отримали значні терміни

Проте дворічна праця ректора семінарії Петра Табінського мала важливий вплив на поглиблення українізації освітньо-виховного процесу.

Двічі очолював Кременецьку семінарію також архієпископом Симон (Івановський Симеон Васильович). На відміну від попередніх ректорів, він дотримувався православних традицій московського зразка. Попри те, вирішального впливу на характер навчального процесу в семінарії він не мав. Владика не читав семінаристам жодного предмету і рідко з'являвся в стінах навчального закладу. Антиукраїнську позицію він переважно проявляв у своїй поведінці. Наприклад, інспектор семінарії Сергій Міляшкевич згадував, що «на перший день Різдва Христового 1934 р. після служби у Кременецькому Богоявленському монастирі, коли хор почав співати українські колядки, архієпископ, скинувши облачення, вийшов з храму» [6, с.35–36].

Ректорство єпископа Антонія (Марценко), яке тривало впродовж 1923–1925 рр. також не відзначалося особливими нововведеннями. Як правило, в життя навчального закладу він не втручався. Владика Антоній не займався викладацькою роботою, мало спілкувався із семінаристами. Відомо, що викладачі неодноразово зверталися до нього з ініціативою збільшити кількість дисциплін з українською мовою викладання. Проте жодне із звернень ректор не підтримав [12, с.36].

2.2. Вплив педагогів на характер освітньо-виховної діяльності. Професорсько-викладацький склад Кременецької духовної семінарії включав викладачів колишньої Холмської духовної семінарії та нових викладачів, чиї погляди характеризувалися патріотичністю. Таким чином, серед викладачів утворилося дві групи: перша – прибічників московської православної традиції, друга – прихильників українізації Православної Церкви. Слід зазначити, що педагоги-українці мали значний вплив на формування національної свідомості молодого покоління.

Семінаристи із захопленням слухали лекції професора Івана Власовського, Михайла Кобрина, Сергія Міляшкевича, Лева Данилевича, Никанора Вишневського. Не дивно, що у 1930-ті рр. Кременецька семінарія стала осередком не лише духовного, а й національно-патріотичного виховання молоді. У цей період у семінарії навчалися Олег Штуль-Жданович, Володимир Смикуржевський, Юрій

ув'язнення. Серед засуджених, окрім студентів Кременецької духовної семінарії, була донька ректора Олена Табінська.

Шумовський, Юрій Пундик, Петро Осадчук, Євген Місевич та багато інших, яким судилося стати помітними постатями у національно-визвольному русі України у 1930-1950-х рр. [20, с.85-96]. (Додаток Ж).

Серед плеяди авторитетних викладачів та науковців, які формували національну свідомість та патріотичні почуття вихованців, слід виокремити Василя Біднова[5]. Професор В. Біднов викладав у семінарії історію Церкви, латинську мову. Завдяки його старанням у 1922 р. в Кременеці був надрукований «Малий Кобзар» Тараса Шевченка, що згодом став бібліографічною рідкістю. За редакцією професора у 1922 р. виходив часопис «Православна Волинь». У ньому друкували офіційні матеріали з церковного життя, богословські трактати, дослідження з історії Церкви. Активна громадсько-політичну діяльність В. Біднова стала причиною його переслідуваня з боку польської влади. У зв'язку із забороною проживання у Кременецькому повіті В. Біднов змушений був виїхати й припинити діяльність часопису [20, с.202-215]. (Додаток Е).

У 1920-х – на початку 1930-х рр. в Кременецькій духовній семінарії працював відомий історик І. Власовський. Як активний учасник руху за українізацію Православної Церкви, він справив значний вплив на виховання патріотизму майбутніх священників. І. Власовський започаткував у семінарії літературні вечори й залучив до участі у них українських гімназистів Кременця. Ці заходи викликади неабиякий інтерес у семінаристів, оскільки по-новому відкривали для них творчість Т. Шевченка, Лесі Українки, І. Франка, М. Драгоманова [4, с.76-88].

Помітною особистістю в Кременецькій семінарії був професор Михайло Кобрин. Він володів шістьма мовами, зокрема трьома давніми – грецькою, латинською, староєврейською. М. Кобрин займався перекладами оригіналів церковних книг українською мовою. В боротьбі за українізацію Православної Церкви в Польщі його праці набували політичного значення. Адже українська мова як богослужбова не використовувалася священниками, що значною мірою сприяло денаціоналізації. Тому виступ М. Кобрина на передсоборному зібранні (1930 р.) Православної Церкви в Польщі з

[5] Василь Олексійович Біднов народився 1874р. в Катеринославській губернії, тепер Дніпровська область. Закінчив Київську духовну академію, одержав ступінь магістра богослов'я. За свої політичні погляди змушений був емігрувати в Чехію, а потім – до Варшави. В 1935 р. помер у Варшавському шпиталі.

доповіддю «Про мову Богослужіння» був вислуханий делегатами з надзвичайною увагою. Він аргументовано стверджував, що запровадження живої мови народу в Богослужіння є основою пасторської діяльності, яка не порушує традицій Православної Церкви [14, с. 138-139].

На вагомість наукового доробку та авторитетність у професійних колах професора М. Кобрина вказує його обрання головою Кременецької підкомісії з перекладу церковних книг українською мовою. За участі науковця упродовж 1935 – 1941 рр. Український науковий інститут у Варшаві у співдружності з Науковим товариством ім. митрополита Петра Могили в Луцьку видав «Апостола», «Малого октоїха», «Часословова», «Псалтиря», літургію св. Василя Великого. Окрім цього, кілька десятків статей вчений-богослов опублікував у різноманітних періодичних виданнях, зокрема «Про святе передання»(Кременець, 1936), «Про мову Богослужіння» (Луцьк, 1935), «Про святе письмо або Біблію» (Кременець, 1938) [12, с.57-58].

Наукова робота М. Кобрина сприяла українізації Православної Церкви й викликала критику з боку шовіністичних кіл Польщі. Тому, як тільки Михайлу Петровичу виповнилось 60 років, його відразу ж звільнили з Кременецької семінарії під приводом досягнення пенсійного віку [18, с. 120-125]. (Додаток З).

Упродовж 19-ти років літургіку та церковний устав у Кременецькій духовній семінарії викладав Архімандрит Серафим[6]. У навчальному закладі С. Кутас, окрім викладацької роботи, керував хором семінаристів. У репертуарі семінарського хору були церковні піснеспіви, а також народні, стрілецькі пісні, пісні на слова Т. Шевченка. Цей колектив неодноразово отримував схвальні відгуки від ієрархів Православної Церкви.

С. Кутас жив досить скромно, хоча мав значні заощадження. Вихованці семінарії згадували, що часто архімандрит давав студентам кошти на одяг та продукти [15, с.55-68].

Вихованню патріотизму семінаристів сприяла діяльність прогресивних педагогів Сергія та Катерини Міляшкевичів. С. Міляшкевич був людиною зі сформованою національною свідомістю та досвідченим педагогом. У семінарії він викладав українську мову.

[6] Архімандрит Серафим (Степан Кутас) народився у 1859 р. в м. Тишівці на Холмщині. Помер у 1938 р. Похований на Монастирському цвинтарі, у м. Кременці, але могили знайти не вдалося.

В 1931 р. його було призначено інспектором Кременецької духовної семінарії. Відомо, що С. Міляшкевич мав велику повагу серед колег та семінаристів, вмів знайти спільну мову з митрополитом, професорами та викладачами. Пропрацював С. Міляшкевич у семінарії до її ліквідації у 1939 р.

Його дружина, Катерина Міляшкевич, навчала семінаристів французької та латинської мови. Також користувалася повагою і любов'ю своїх вихованців [12, с.71]. (Додаток К).

2.3. Участь випускників семінарії в національних суспільно-політичних рухах

Попри нетривалий час функціонування та складні суспільно політичні умови Кременецька духовна семінарія виховала плеяду священників і вчителів, які продовжили й зміцнили традицію боротьби за українізацію і помісність Православної Церкви в Україні та проголошення державної незалежності.

Серед борців, чиї імена назавжди вкарбовані в історію, гідне місце посідають випускники Кременецької духовної семінарії: Штуль Василь, Мисечко Володимир, Кукурик Олександр, брати Остапчуки та Гаюки, Вериківський Андрій, Матерський Микола, Ратинський Іван, Литвинчук Іван, Захарчук Сергій, Кирилюк Андрій, Малюжинський Микола та багато інших [2, с. 403-430].

У нашому дослідженні ми акцентуємо увагу лише на кількох випускниках семінарії, які загинули внаслідок репресій радянського та німецького окупаційних режимів.

Знаним у Волинському краї був випускник Кременецької духовної семінарії о. Микола Малюжинський. «Він не був вигідний для жодної з окупаційних влад. Його переслідували більшовики, репресували поляки, не залишили в спокої й німецькі окупанти. А він не був політиком, чи солдатом, чи підпільником, а просто священником, котрий чесно виконував свій синівський обов'язок перед Богом і людьми…» [17].

Під час Другої світової війни о. М. Малюжинський постійно перебував під наглядом поліції та повітового староства. Він був членом адміністратури Української Автокефальної Православної Церкви (далі – УАПЦ). Відомо, що нацистський режим мав упереджене ставлення до ієрархів та духовенства цієї Церкви. Окупаційне керівництво більшою мірою підтримувало Українську Автономну Православну Церкву, очолювану митрополитом О. Громадським, ніж прибічників автокефалії. Тому, коли в ніч з 15 на 16 липня 1943 р. в Луцьку арештували близько 70 представників української інтелігенції, серед них опинився о. Микола, а також І.

Власовський та член Консисторії протоієрей А. Селепін. Звинувачені у зв'язках з повстанцями, о. М. Малюжинський, о. В. Мисечко, а також ще 33 в'язні Рівненської в'язниці, були розстріляні. (Додаток Л).

Інший випускник Кременецької духовної семінарії – о. Сергій Захарчук пастирське служіння ніс в с. Наброжі. Відомо, що його душпастирська та громадська діяльність викликали невдоволення з боку влади. Кілька місяців він відбував покарання в Кременецькій тюрмі. Висунуті звинувачення не були підтверджені й о. Сергій повернувся до парафіяльного служіння. У травні 1943 р. на його будинок священника було здійснено бандитський напад польськими шовіністами. 28-літній пастир був жорстоко закатований нападниками[7] [10].

Андрій Кирилюк став настоятилем церков с. Рогізно та с. Острожець, що на Дубенщині. Займався просвітницькою діяльністю, мав зв'язки з ОУН. У 1939 р., рятуючись від репресій радянської влади, змушений був виїхати на територію Холмщини. В 1942 р. отець повернувся на Дубенщину і приєднався до Української Автокефальної Православної Церкви. Оскільки нацистський окупаційний режим контролював діяльність цієї Церкви, її священники перебували під особливим наглядом. Внаслідок доносу окупаційній владі в лютому 1943 р., о. Андрія Кирилюка, його брата і весь церковний актив (всього 22 особи) було заарештовано й вивезено до Кременецької, а згодом Рівненської в'язниці. Всіх заарештованих і серед них о. Андрія нацисти розстріляли [8, арх. 278]. (Додаток М).

З Кременцем пов'язане ім'я священника Романа Костановича. Після закінчення Кременецької духовної семінарії він став парафіяльним священником у с. Колодне Збаразького району. Голгофою для пастиря став період радянської окупації 1939–1941 р. Високоосвічений священник, який прищеплював людям національну свідомість, відразу ж привернув увагу радянських урядовців. Восени 1939 р. органи влади закрили церкву в с. Колодно, а родину священника виселили з церковної хати. В березні 1941 р. його було заарештовано слідчими НКВС, які під час обшуку в помешканні забрали документи, антикварні речі, родинні альбоми. Отця Романа звинуватили у причетності до організації осередку ОУН. Тернопільський обласний суд засудив священника на 10 років позбавлення волі. Ув'язнення о. Роман відбував у тюрмі м. Кременець, де на той час утримувалося більше 1000 в'язнів. У червні 1941 р., коли

[7] Священника Сергія Захарчука Польською Православною Церквою навесні 2003 р. зараховано до лику святих з ім'ям «Священномученник Холмський і Підляшський Сергій».

до міста наближалися нацистські війська, в'язні за допомогою місцевих патріотів спробували втекти з тюрми. Значна частина утікачів загинули від куль охоронців НКВС, серед них і о. Роман Костанович[8] [12, с. 217].

Борцем за Україну був полум'яний патріот Іван Ратинський. Після закінчення Кременецької духовної семінарії захопився ідеєю створення незалежної Української держави. Він був таємним членом ОУН й створив у своєму селі загін самооборони, який здійснював військові акції проти німецьких військ. Одночасно він офіційно працював завідувачем молочарні у Великих Бережцях. Ніхто з окупантів не здогадувався, що цей спокійний мовчазний чоловік є їхнім запеклим ворогом. Від початку 1944 р. загін Ратинського розпочав бої зі сталінським НКВС. Потрапивши в кільце облави, він був арештований і засуджений до 25 років каторги. Відбував покарання І. Ратинський в урановій копальні одного з концтаборів Сибіру, де за рік часу загинув [9, с. 88-102].

Кукурик Олександр після закінчення навчання став не священником, а вчителем. Працював директором Старовишнівецької школи. Навчання в Кременецькій духовній семінарії сприяло формуванню національної свідомості юнака, що вплинуло на його рішення вступити до лав ОУН. В армії УПА він мав псевдо «Грім». Його дружина Лариса також була членом цієї організації.

Під час збору проводу ОУН 1 травня 1944 р. в с. Чайчинці Лановецького району загони НКВС оточили село. Партизанам вдалося вирватися з оточення, проте в бою «Грім» був важко поранений. Розуміючи безнадійність ситуації, він вирішив не здаватися живим в руки ворогу. Вночі дружина Лариса таємно забрала його тіло і поховала на Чайчинецькому цвинтарі неподалік каплиці [9, с.102-103].

Таким чином, ректори Кременецької духовної семінарії мали визначальний вплив на організацію її навчально-виховного процесу. Вагомий внесок в розвиток семінарії зробили: єпископи Діонісій та Олексій, о. Петро Табінський. Реагуючи на виклики часу, вони опікувалися збільшенням кількості україномовних дисциплін й самі займалися викладацькою роботою. Попри те, що конфесійна орієнтація професорсько-викладацького складу була відмінною – частина намагалася зберегти освітні традиції РПЦ, інша впроваджувала українську освітню традицію, у семінарії панував дух українства. Високий науковий авторитет і громадянська позиція україноорієнтованих викладачів стали фундаментом навчання і виховання семінаристів.

[8] Місце поховання о. Р. Костановича не встановлено.

Незважаючи на ідеологічний вплив москвофільства, полонофільства, політичні репресії українських патріотів з боку польської, радянської, нацистської влади, значна частина випускників Кременецької духовної семінарії у майбутньому продовжила справу своїх вчителів. Можемо стверджувати, що саме навчання у семінарії сформувало їх активну життєву позицію. У майбутньому ці священники, вчителі пов'язали свою долю з боротьбою за помісність Української Церкви і незалежність України. На цьому шляху вони жертвували своїм життям але не зрікалися своїх переконань.

ВИСНОВКИ

Діяльність Кременецької духовної семінарії у міжвоєнний період була обумовлена низкою соціально-політичних обставин. Встановлення державних кордонів після Першої світової війни мали наслідком її підпорядкування Міністерству сповідань Української Народної Республіки, а від 1921 р. Міністерству ісповідань і освіти Польщі. У католицькій державі спостерігалося упереджене ставлення до духовних закладів Православної Церкви, зокрема Кременецької духовної семінарії, як осередку підготовки україноорієнтованих священників. Під час нетривалого підпорядкування Міністерству сповідань УНР вона отримувала деражвне фінансування, що свідчило про важливість підготовки священників для Української держави. Натомість, Міністерство ісповідань і освіти Польщі проводило політику локалізації діяльності Кременецької семінарії. Тому заклад не отримував державного фінансування, а проведена реформа системи шкільної освіти у 1932 р. спрямовувалася на його ліквідацію. Попри те, Кременецька духовна семінарія протягом двадцяти років підготувала 400 випускників. Цикл навчальних дисциплін та організація навчального процесу свідчать, що семінаристи отримували грунтовну освіту, яка давала їм право на висвячення або викладацьку діяльність в освітніх закладах, а також вступу без іспитів у будь-який університет Польщі.

Процеси українізації, які розгорнулися на теренах Західної Волині загострили ідеологічно-конфесійне протистояння у Церкві і мали безпосередній вплив на характер підготовки семінаристів. На формування навчально-освітнього процесу особа ректора мала визначальний вплив на його. У міжвоєнний період Кременецьку духовну семінарію очолювали п’ять ректорів, з них двоє – єпископ Олексій і архієпископ Симон, двічі. Архієпископ Симон та єпископ Антоній намагалися зберегти у стінах закладу освітню традицію РПЦ. Проте, інші – єпископи Діонісій, Олексій, о. П. Табінський, реагуючи на виклики часу намагалися збільшити кількість дисциплін українською мовою викладання. Прикметно, що вони мали педагогічний досвід освіти, викладали окремі дисципліни, тому знали запити викладачів і семінаристів.

Колектив викладачів Кременецької семінарії відзначався високим професіоналізмом. Проте у його середовищі виникло дві групи: перша – прибічників московської православної традиції, друга – прихильників українізації Православної Церкви. В опрацьованих нами документах відсутні відомості про цю першу консервативну групу

викладачів. Натомість такі знані науковці як В. Біднов, І. Власовський, М. Кобрин та інші були знаковми постатями у колективі колег і семінаристів.

Незаперечний науковий авторитет викладачів та дух українізації, який панував у семінарії, стали фундаментальними засадами формування світогляду їхніх вихованців. Можемо стверджувати, що саме навчання у семінарії сформувало активну життєву позицію випускників Кременецької духовної семінарії. Незважаючи на ідеологічний вплив москвофільства, полонофільства, політичні репресії українських патріотів з боку польської, радянської, нацистської влади, значна їх частина продовжила справу своїх вчителів. У майбутньому ці священники, вчителі пов'язали свою долю з боротьбою за помісність Української Церкви і незалежність України. На цьому шляху вони жертвували своїм життям, але не зреклися своїх переконань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бачинська К. Українська православна церква на Волині в роки Другої світової війни. Львів, 1998. 46 с.
2. Беднов В. А. Православная церков в Польше и Литве. Минск: «Лучи Софии», 2002. 432 с.
3. Борщевич В. Українське церковне відродження на Волині (20-40-ві рр. XX ст.). Луцьк: «Вежа», 2000. 254 с.
4. Власовський І. Нариси історії Української Православної Церкви. Т. IV. Частина друга. Нью-Йорк, 1966. 412 с.
5. Історія Волині: матеріали електронної енциклопедії. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D1%8C (Дата звернення: 20.12.2020)
6. Записки Вітенка О. Л. «Матеріали по історії м. Кременця «Волинська духовна семінарія»« // Кременецький краєзнавий музей. 30481. Арх. 273.
7. Нарис-спогад випускника Кременецької духовної семінарії в Кременці А. І. Волинського «Трагізм духовенства і духовного побуту» // Кременецький краєзнавий музей. 30708. Арх. 280.
8. Нарис-спогад випускника Кременецької духовної семінарії в Кременці А. І. Волинського «Архиєпископ Олексій Громадський» // Кременецький краєзнавий музей. 30708. Арх. 278.
9. Кременчанка Неоніла. Було в матері три сини. Тернопіль, 1999.
10. Мученики і сповідники землі Волинської у XX ст.: тези конференції «Мученики і сповідники землі Волинської у XX ст.» Конференція духовенства та семінаристів 12-13 жовтня 2018 р. // Впорядкував прот. Віталій Лотоцький. Рівне, 2018 р. URL: http://seminaria.rv.ua/wp-content/uploads/2018/10/zbirnik-mucheniki-chistovik.pdf (Дата звернення: 24.12.2020)
11. Огієнко І. Рятування України. Вінніпег, 1968. 98 с.
12. Олійник В., Шпак В. Духовна православна семінарія в Кременці в 1919-1939 роках. Кременець: «Папірус», 2018. 313 с.
13. Реабілітовані історією. Національний банк даних жертв політичних репресій радянської доби в Україні: науково-документальна серія книг. О. Рубльов. URL: http://www.reabit.org.ua/ (Дата звернення: 03.01.2021)
14. Рожко В. Блаженний митрополит Полікарп Сікорський: шлях до автокефалії. Луцьк: «Волинська обласна друкарня», 2015. 346 с.
15. Рожко В. Духовні православні освітні заклади Волині X-XX ст. Луцьк: «Медіа», 2002. 280 с.
16. Рожко В. Нарис історії Української Православної Церкви на

Волині (870-2000). Луцьк: «Медіа», 2001. 672 с.

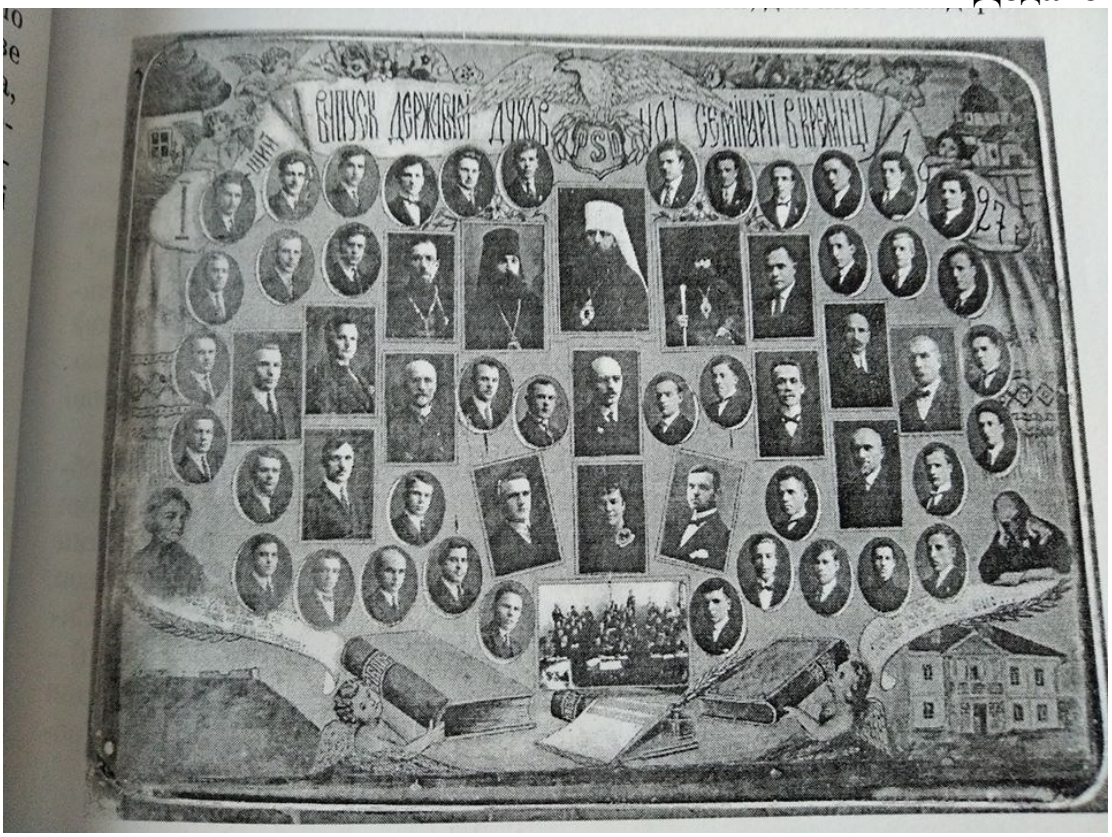
17. Роміл Богданець. Назустріч 60-річчю утворенню УПА. Кременецький вісник, 2002. 24 травня.
18. Собчук В. Історична Волинь. Кременець: «Папірус», 2017. 316 с.
19. Скакальська І. Історія України в особах. Київ: КНТ, 2017. 136 с.
20. Скакальська І. Українська еліта Волині першої половини XX століття: нариси життя та діяльності: монографія. Тернопіль: «Астон», 2012. 179 с.
21. Тамара Дмитренко. Земля Дубенська. Вічний поклик історії. Рівне: «Дятлик», 2015. 414 с.
22. Табінський П. Посмертна згадка // Літопис Волині. Вінніпег, 1978. №5
23. Чернихівський Г. Портрети пером. Кременець: «Папірус», 2001. 314 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Приміщення Кременецької духовної семінарії

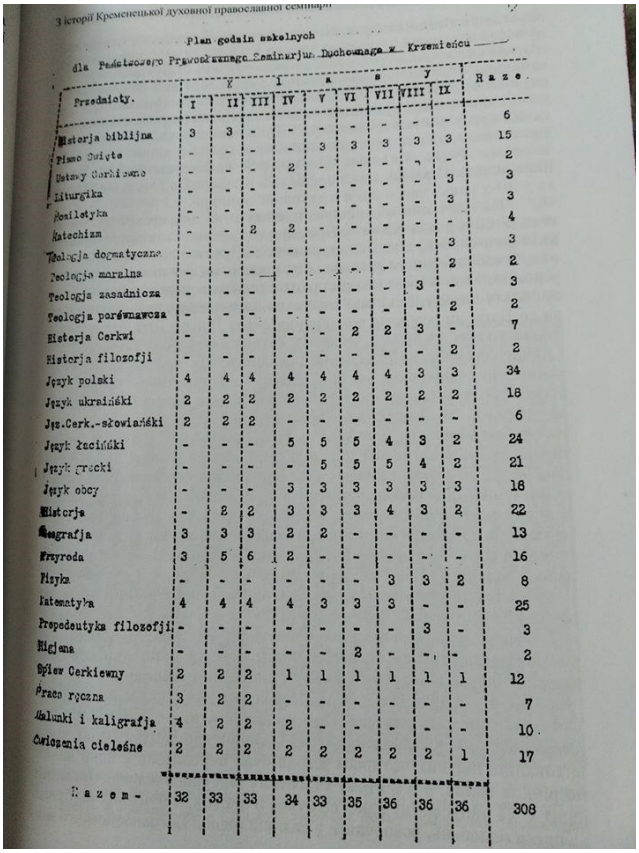
Додаток Б



Додаток В

Спільне фото випускників та викладачів Кременецької духовної семінарії

Навчальний план Кременецької духовної семінарії



З історії Кременецької духовної православної семінарії

Plan godzin szkolnych

dla Państwowego Prawosławnego Seminarjum Duchownego w Krzemieńcu

Przedmioty.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Razem
Historja biblijna	3	3	-	-	-	-	-	-	-	6
Pismo Święte	-	-	-	-	3	3	3	3	3	15
Ustawy Cerkiewne	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
Liturgika	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Homiletyka	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Katechizm	-	-	2	2	-	-	-	-	-	4
Teologja dogmatyczna	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Teologja moralna	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Teologja zasadnicza	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
Teologja porównawcza	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Historja Cerkwi	-	-	-	-	-	2	2	3	-	7
Historja filozofji	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Język polski	4	4	4	4	4	4	4	3	3	34
Język ukraiński	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Jęz.Cerk.-słowiański	2	2	2	-	-	-	-	-	-	6
Język łaciński	-	-	-	5	5	5	4	3	2	24
Język grecki	-	-	-	-	5	5	5	4	2	21
Język obcy	-	-	-	3	3	3	3	3	3	18
Historja	-	2	2	3	3	3	4	3	2	22
Geografja	3	3	3	2	2	-	-	-	-	13
Przyroda	3	5	6	2	-	-	-	-	-	16
Fizyka	-	-	-	-	-	-	3	3	2	8
Matematyka	4	4	4	4	3	3	3	-	-	25
Propedeutyka filozofji	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3
Higjena	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Śpiew Cerkiewny	2	2	2	1	1	1	1	1	1	12
Praca ręczna	3	2	2	-	-	-	-	-	-	7
Rysunki i kaligrafja	4	2	2	2	-	-	-	-	-	10
Ćwiczenia cielesne	2	2	2	2	2	2	2	2	1	17
Razem -	32	33	33	34	33	35	36	36	36	308

Додаток Г

Митрополит Діонисій (Валединський Костянтин Миколайович) (1876-1948рр)

Додаток Д

Митрополит Олексій (Олександр Якович Громадський) (1882-1943 рр)

Додаток Е

Василь Олексійович Біднов (1874-1935)

Додаток Ж

Іван Власовський (1883-1969)

Додаток З

Михайло Кобрин
(1871-1956)

Додаток К

Сергій Міляшкевич

С. Мілящкевич (четвертий праворуч у другому ряду)
серед викладачів і вихованців духовної семінарії

Додаток Л

Микола Малюжинський з родиною (1903-1943)

Додаток М

Андрій Кирилюк (1897-1943)

Додаток Н

Кукурик Олександр (1916-1944)

ВІДДІЛЕННЯ НАУК ПРО ЗЕМЛЮ

СЕКЦІЯ «ГЕОГРАФІЯ ТА ЛАНДШАФТОЗНАВСТВО»

ПАРКИ ТЕРНОПОЛЯ ЯК ОБ'ЄКТИ КРАЄЗНАВСТВА І ТУРИЗМУ

Роботу виконала:
Паршин Яна Андріївна,
студентка II курсу
Галицького коледжу
імені В'ячеслава Чорновола

Науковий керівник:
Добровольська Світлана
Ярославівна,
викладач географії та
спецдисциплін туризму
Галицького коледжу
імені В'ячеслава Чорновола,
кандидат географічних наук

Парки Тернополя як об'єкти краєзнавства і туризму

Паршин Яна Андріївна; *Галицький коледж імені В'ячеслава Чорновола; 11 клас*

Науковий керівник: *Добровольська Світлана Ярославівна; кандидат географічних наук; викладач Галицького коледжу імені В'ячеслава Чорновола*

Дослідницьку роботу присвячено аналізу парків міста та їх залученню до туристичного краєзнавства. Тема є актуальною, адже у географічній та туристичній галузях даним дослідженням приділяється мало уваги.

Поставлено мету сформувати паспорти парків міста Тернопіль, розробити туристичний маршрут у формі екскурсії в межах ландшафтних парків центральної частини міста.

Робота складається з двох розділів. У першому розділі описані парки в межах міста Тернопіль та сформовані автором паспорти. У другому розділі розроблено маршрут туристичної екскурсії під назвою «Еко-мандри в Тернополі» парковими зонами міста, наводяться приклади напрямків та можливостей залучення об'єктів садово-паркового мистецтва до організованого туризму. Узагальнено теоретичні відомості здійснено відповідні технологічні дослідження й опитування студентів навчальних закладів щодо значення міських парків. Розроблено екскурсію в межах паркових зон Тернополя, підготовлено відповідну технологічну документацію до екскурсії, систематизовано картографічний матеріал. У процесі узагальнення підсумків дослідження опрацьовано значну кількість краєзнавчої літератури, застосовано знання з основ екскурсознавства.

Робота є цікавою, змістовною і придатною для використання у позакласній роботі з метою зацікавлення підлітків ландшафтними дослідженнями та туристичними принадами міста.

Ключові слова: *парк, паркові зони, природо-заповідний фонд, паспорт парку, портфель екскурсовода, маршрут екскурсії, план екскурсії, технологічна картка об'єктів екскурсії.*

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Методика вивчення парків та формування паспортів
1.1. Краєзнавче вивчення ландшафтних парків міста
1.2. Розробка паспортів парків Тернополя з
метою залучення до організованого туризму
РОЗДІЛ 2. Технологія розробки екскурсії в межах ландшафтних парків тернополя
2.1. Розробка маршруту екскурсії
2.2. План екскурсії «Еко-мандри в Тернополі»
2.3. Картки основних екскурсійних об'єктів
2.4. Можливості залучення парків Тернополя
для організації різних видів туризму
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність дослідження полягає у науковому та практичному пізнанні методики ландшафтних досліджень та досліджень паркових зон міста, вивчення яких є актуальним з огляду на пріоритетні напрямки розвитку туризму Тернопільщини та активному розвитку туристичного краєзнавства; необхідністю комплексного залучення до екскурсійного туризму паркові зони міста Тернопіль.

Метою дослідження є проведення методичного дослідження паркових зон, формування паспортів парків та розробка екскурсії містом із відвідуванням ландшафтних парків.

Основні завдання:

1) розкрити суть поняття паркові зони та методики краєзнавчого вивчення парків;

2) сформувати туристичні паспорти парків міста Тернопіль;

3) розробити екскурсію в межах Тернополя «Еко-мандри в Тернополі» з відповідною технологічною документацією;

4) обґрунтувати головні напрямки раціонального використання паркових зон міста, та залучення до різних видів туризму.

Об’єктом дослідження виступають парки Тернополя.

Предмет дослідження – методика дослідження паркових зон міста, технологія формування паспортів парків та розробки екскурсії.

Новизна даної науково-дослідницької роботи полягає в тому, що на даний момент часу паркові зони міста Тернопіль є малозалученими до туристичної діяльності. Адже міські парки можна залучати з до організованого екологічного, рекреаційного, пізнавального, так і індивідуального туризму.

При написанні даної роботи застосовувались такі методи дослідження: описовий, літературний, географічний, картографічний, польовий, анкетний, узагальнення, аналізу, синтезу.

В процесі дослідження були використані різноманітні джерела інформації серед яких: посібники, путівники, картографічні матеріали та Інтернет-ресурси.

Науково-дослідницька робота складається з вступу, двох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг звіту становить 39 сторінок.

РОЗДІЛ 1
МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ПАРКІВ ТА ФОРМУВАННЯ ПАСПОРТІВ

1.1. Краєзнавче вивчення ландшафтних парків міста.

Парк – це земельна ділянка з природною чи спеціально посадженою рослинністю, алеями, водоймами, з різним устаткуванням. Парки можуть визнаватися пам'яткими садово-паркового мистецтва [3].

Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва – категорія заповідних об'єктів, що визначається Законом України про природно-заповідний фонд України.

Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва – це найбільш визначні та цінні зразки паркового будівництва з метою охорони їх і використання в естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях [17].

Парк – земельна ділянка з природною чи спеціально посадженою рослинністю, алеями, водоймами, із різним устаткуванням. Парком називається, порівняно велика озеленена територія під відкритим небом, упорядкована і призначена для прогулянок, відпочинку [13, с.48]. Парки можна класифікувати за багатьма ознаками: розмірами, рівнем містобудівної ієрархії, характером перетвореної в парк ландшафтної основи, функціональної спеціалізації. Парки поділяються за призначенням на парки культури і відпочинку, дитячі, спортивні, прогулянкові, меморіальні, парки-музеї.

Згідно із Законом України про Природо-заповідний фонд (стаття 3), парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва належать до групи штучно створених об'єктів Природо-заповідного фонду. До цієї групи також належать: ботанічні сади, дендрологічні парки і зоологічні парки. За тією ж статтею Закону, «парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва залежно від їх екологічної і наукової, історико-культурної цінності можуть бути загальнодержавного або місцевого значення»

Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва можуть перебувати як у власності Українського народу, так і в інших формах власності, передбачених законодавством України (стаття 4 Закону України про Природо-заповідний фонд). У разі зміни форм власності на землю, на якій знаходяться парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва, землевласники зобов'язані забезпечувати режим їх охорони і збереження з відповідною перереєстрацією охоронного зобов'язання (стаття 4 стаття 4 Закону України про Природо-заповідний фонд). Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва відповідно до

законодавства України можуть бути визнані юридичними особами (стаття 5 стаття 4 Закону України про Природо-заповідний фонд) [6].

1.2. Розробка паспортів парків Тернополя з метою залучення до організованого туризму.

З метою узагальнення та акумуляції даних про парки міста, розроблено структуру паспорту (Додаток А). Формування паспортів парків Тернополя здійснено відповідно до відповідно до наступного переліку:

1. Гідропарк «Топільче»;
2. Парк імені Тараса Шевченка;
3. Парк Національного відродження;
4. Старий парк;
5. Регіональний ландшафтний парк «Загребелля».

1. Паспорт гідропарку «Топільче»

I. Загальні відомості про об'єкт.

1. **Назва:** гідропарк «Топільче»;
2. **Адреса:** м. Тернопіль, південно-західна частина міста, між житловими масивами «Дружба», «Оболоння», «Центр»;
3. **Розміри, площа:** 66 га;
4. **Дата заснування:** на початку 1970-х рр. розпочались роботи зі створення гідропарку. У 1983 р. відкрили першу чергу гідропарку, який назвали «Піонерським». Зі здобуттям Україною незалежності гідропарку дали назву древнього поселення, що передувало появі Тернополя – «Топільче»;
5. **Вид парку:** міський;
6. **Статус парку:** багатофункціональний (рекреаційний, гідропарк, зоопарк);
7. **Стан парку:** задовільний;
8. **Розташування парку в межах міста та на карті міста:**

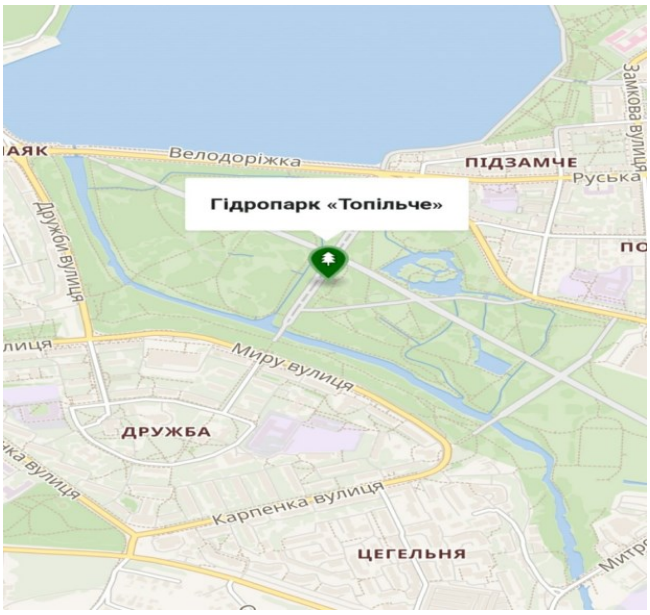


Рис. 1. Гідропарк «Топільче» на карті м. Тернополя [7].

Примітка:

З огляду карти у гідропарк «Топільче» є декілька входів:

1. З масиву «Дружба»:

а) навпроти вулиці

Драгоманова – вхід на головну алею парку;

b) на вулиці Дружби, неподалік від перехрестя з вулицею Миру;

c) на стику вулиць Миру та Карпенка;

d) за шлюзним мостом на дамбі Тернопільського ставу.

2. З центру:

a) біля початку вулиці Руської – вхід на головну алею парку.

3. З мікрорайону «Оболонь»:

a) на вулиці Живова неподалік ТЦ «Орнава»;

b) на вулиці Шептицького.

Схема парку:

Рис. 2. Схема гідропарку «Топільче»[22].

II. Опис об’єкту.

1. Зони (зонування) парку:

- Зона атракціонів;
- Зона тихого відпочинку (об’єднує Поляну казок та комплекс зоокутка);
- Спортивна зона;
- Зона з водними рекреаційними ресурсами (ставками, джерелами, фонтанами);
- Зелена зона (розташована біля головної алеї);
- Зона культурна-видовищних заходів.

2. Історія забудови парку:

На початку ХХ ст. на місці сучасного парку »Топільче» був іподром. Коли на початку 1960-х років почали зводити перші квартали житлового масиву «Дружба», які оточують сучасний парк із півдня, на місці теперішніх зелених насаджень та озер був пустир, болото і торфорозробки.

У першій половині 1970-х років на місці осушеного болота інтенсивно велись роботи зі створення гідропарку площею 98 гектарів. У цей час озеленюються і схили річки Серет вздовж вулиць Миру і Дружби. У 1983 році відкрили першу чергу гідропарку, який назвали «Піонерським».

У 1985 - 1987 роках парк був реконструйований. За досить коротких термін на площі у 66 гектарів посадили дерева, проклали нові алеї, викопали яри для річок та ставків.

За останні роки в парку здійснено ряд робіт, які покращили його функціонування.

3. Основні забудови парку:

- Уздовж центральної алеї збудували фонтани, які віддалено нагадують водограї, що на бульварі Шевченка в центрі міста.
- На острівцях одного з озер створили козацьке містечко. Недалеко від нього - комплекс на космічну тематику.
- У спортивній зоні є аквадром, картингодром, тенісні корти;
- побудовано склад сухих кормів, допоміжні приміщення, водяні декоративні млини, три футбольні поля із штучними газонами, побудований громадський туалет, відбулась реконструкція фортечного містечка на островах активних ігор, оновлено доріжки та алеї, встановлено міст-альтанку на острів «Слов'янське капище».
- У 2007 році проведено реконструкцію огорожі зоокутка, побудовано приміщення для птахів та екіпажу, вольєр для страусів, інші декоративні та господарські споруди.
- У червні 2015 року з масиву «Дружба» (від вулиці Карпенка) встановили доріжку-пандус для людей з особливими потребами, матерів з дитячими візочками та велосипедистів.
- У 2017 році від дамби до ринку висадили 169 дерев катальпи на алеї «Файне місто Тернопіль», яка стала найдовшою катальповою алеєю в Україні, її довжина становить 1450 метрів.

4. Основні насадження парку (флора,фауна):

- Фауна: фазани, качки, лебеді, павичі, кози, осли, поні, коні, лані, страуси, декоративні плаваючі птахи, облаштовані місця для любителів риболовлі;
- Флора: у парку зростає близько 60-ти видів дерев та кущів. Є гідрологічна пам’ятка природи місцевого значення «Тернопільські джерела» [5].

III. Джерела інформації

Електронні ресурси:

1. Коротка історія. м. Тернопіль. URL: https://www.tourclub.com.ua/uk/info/local-lore/ternopil-region/ternopil/Ternopil_short_history (дата звернення: 19.08.2020);
2. Історія міста. URL: https://www.0352.ua/news/69007/istoria-ternopola-mikrorajon-druzba-foto (дата звернення: 19.08.2020);

3. Інформація про гідропарк «Топільче». URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/Гідропарк_»Топільче» (дата звернення: 19.08.2020);

4. Гідропарк «Топільче». URL:https://zruchno.travel/ObjectEntity/ (дата звернення: 20.08.2020).

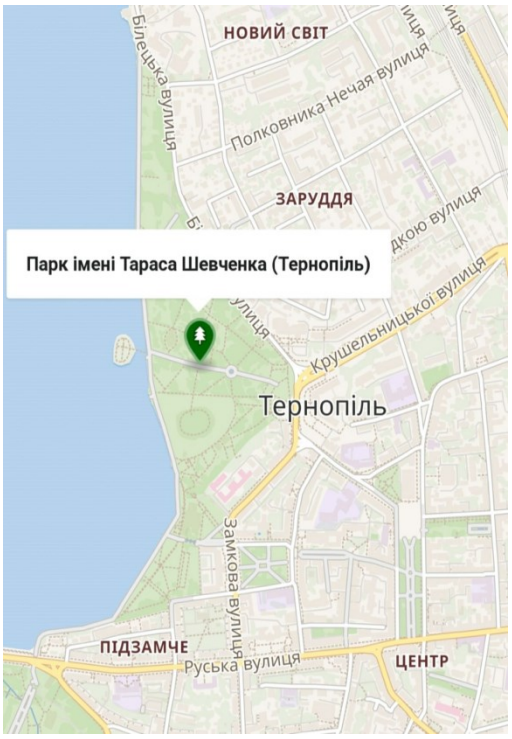
5. План-схема гідропарку «Топільче» URL: https://ternopil.te.ua/tag/park-topilche/ (дата звернення 19.09.2020).

Паспорт складено Паршин Яною, студенткою групи Т-28

Дата 20.09.2020 Підпис

2. Паспорт парку імені Тараса Шевченка

I. Загальна інформація про об’єкт:



1. **Назва:** парк імені Тараса Шевченка;
2. **Адреса:** м. Тернопіль, розташований біля Тернопільського ставу, між вулицями Білецькою, Грушевського, Замковою та набережною Тернопільського ставу;
3. **Розміри, площа:** 22 га;
4. **Дата заснування:** 19 липня 1953року;
5. **Вид парку:** міський;
6. **Статус парку:** багатофункціональний;
7. **Стан парку:** задовільний;
8. **Розташування парку в межах міста та на карті міста:**

Рис. 3. Парк імені Шевченка на карті м. Тернополя [23].

Схема парку:

Рис. 3. План- схема парку імені Шевченка [23].

II. Опис об’єкту:

1. Зони (зонування) парку:

- Спортивна зона;

- Зона атракціонів;
- Рекреаційна зона (заклади харчування);
- Зона відпочинку (острів «Кохання», острів «Чайка»);
- Зона з водними рекреаційними ресурсами;
- Зелена зона (розташована на так званому острові «Кохання»).

2. Історія забудови парку.

Створений на місці заплави річки Серету, яка щороку навесні та влітку заливалась водою. Парк будувався силами громадськості та комунальних організацій з 1950 по 1953 роки. З 1951 року розпочалося відновлення Тернопільського озера і засадження парку поблизу нього. Тоді мешканці міста засадили близько 16 га парку. Парк відкрито 19 липня 1953 р. і присвоєно ім'я Т. Г. Шевченка.

3. Основні забудови парку:

- У парку було побудовано літню естраду, танцювальний майданчик на острові «Чайка», дитячий майданчик, пляж, 2 фонтани, містки, гойдалки, шахово-шашковий клуб;
- Надалі були побудовані більярдна, спортивний майданчик, торгові кіоски, тенісний корт, літній кінотеатр;
- На базі озера в 1955 році відкрито морський клуб. Це єдиний у країні морський клуб, створений у місті, поблизу якого немає моря. При морському клубі працювали кілька секцій: вітрильного, підводного, водно-моторного спорту;
- На берегах озера обладнані пляжі. Для любителів веслування, водно-моторного і вітрильного спорту збудовані станції з пристанями;
- Також на території парку є спортивний майданчик клубу «Динамо», клуб «Автолюбитель». А на прилеглих територіях розташовані: диско-бар «Максим», пологовий будинок, готель «Тернопіль», церква «Чесного Хреста», пляж «Циганка».

4. Основні насадження парку (флора, фауна):

- Флора: На території парку зростає близько 50 видів дерев та чагарників, серед яких верба біла плакуча, ялина колюча голуба, туя західна, дуб черешчатий, ялівець козацький, тополя та інші. Особливою цінністю парку є птерокарія крилатоплода (лапина крилоплода) — єдиний у Тернополі екземпляр дерева, занесеного до Червоної книги України. Його висота сягає понад 20 м, вік — бл. 50 років.

У парку зростають також кілька екземплярів оцтового дерева, горіха ведмежого, туї колоноподібна [17].

III. Джерела інформації:

Електронні ресурси:

1. Інформація про парк. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Парк_імені_Тараса_Шевченка_(Тернопіль) (дата звернення 29.09.2020);

2. Парк на карті. URL: https://discover.ua/locations/park-im-tarasa-shevchenka-v-ternopoli (дата звернення 22.09.2020);

3. Інформація про парк. URL: https://zruchno.travel/ObjectEntity/ObjectEntity?lang=ua&idCrm=71ec55ff-c173-195f-1b90-589c2e73685c (дата звернення 23.09.2020);

4. Детальніше про парк. URL: https://sites.google.com/site/zelenternopolia/park-imeni-tarasa-sevcenka (дата звернення 26.09.2020).

Паспорт складено Паршин Яною, студенткою групи Т-28

Дата 30.09.2020 Підпис

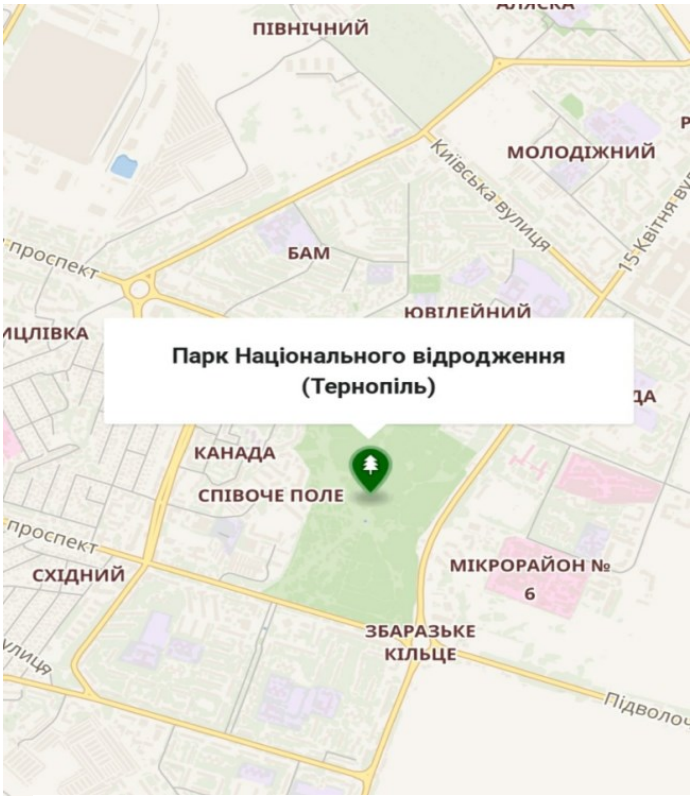


Рис. 4 парк національного відродження на мапі Тернополя [10].

3. Паспорт парку культури та відпочинку «Національного відродження»

I. Загальна інформація про об’єкт:

1. **Назва:** парк Національного відродження (перша назва – «Комсомольський»);
2. **Адреса:** м. Тернопіль, розміщений між житловими масивами «Східний» та «сонячний». Парк межує з проспектами Злуки, Степана Бандера та вулиці 15 квітня;
3. **Розміри, площа:** 54 га;
4. **Дата заснування:** парк закладений у 1978 році;
5. **Вид парку:** міський;
6. **Статус парку:** багатофункціональний;
7. **Стан парку:** задовільний;
8. **Розташування парку в межах міста та на карті міста:**

Схема парку:

Рис. 4. План-схема парку Національного відродження [10].

II. Опис об’єкту

1. Зони (зонування) парку:

- Зелена зона (широка алея, ефектно прикрашена зеленими кулями сформованого граба);
- Концертна зона (Співоче поле);
- Спортивна зона;
- Зона атракціонів(дитячі майданчики і т.д);
- Водні ресурси (джерела, штучні ставки);
- Історико-культурна зона (пам’ятник льотчикам-визволителям, пам’ятник льотчикам-афганцям, пам’ятник чорнобильцям, могила Січових стрільців).

2. Історія забудови парку.

Закладений у 1978 р., створений методом народної будови, і багато мешканців Тернополя середнього покоління причетні до цієї справи. Парк відрізняється з-поміж інших мальовничим природним рельєфом, чудовими краєвидами, особливим відчуттям простору і світла, яке охоплює кожного, хто зупиняється на оглядовому майданчику з боку проспекту Степана Бандери. Від нього до центру парку веде широка алея, ефектно прикрашена зеленими кулями сформованого граба.

Також головним символом цього парку є величний пам'ятник радянським льотчикам — літак, що височіє на постаменті [17].

3. Основні забудови парку:

- Тут споруджене перше в Україні Співоче поле;
- У парку діють атракціони, дитячі та спортивні майданчики, тенісний корт, фонтан;
- З висоти пташиного польоту милуються тернополяни своїм містом за допомогою колеса огляду (висотою 20 м);
- Неподалік Співочого поля знаходиться гідрологічна пам’ятка природи місцевого значення – «Кузьмовичеві джерела».

4. Основні насадження парку (флора, фауна):

• Флора: парк Національного відродження налічує біля 60-ти видів дерев та кущів. Серед них є каштан кінський, клен ясенистий, береза пухнаста й бородавчаста, тополі берлінська, канадська й пірамідська, верби біла, вавилонська й козяча, ялини колюча й звичайна, багряник японський, горіх, різні види й форми туї, ялівцю, спіреї, кипарисовика.

Слід відзначити, що в 2000 році в парку було висаджено алею випускників, яку складають 96 дерев реліктового виду - ліщини деревовидної (ведмежий горіх) [15].

III. Джерела інформації:

Електронні ресурси:

1. Тернопільські експрес-новини. URL: https://teren.in.ua/tag/park-natsionalnogo-vidrodzhennya/ (дата звернення 16.10.2020);

2. Інформація про парк. URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/Парк_Національного_відродження_(Тернопіль) (дата звернення 16.10.2020);

3. Парк Національного відродження. URL:https://ternopil-online.com/places/sights/park-natsionalnoho-vidrodzhennya/ (дата звернення 17.10.2020);

4. Детальніше про парк. URL:https://zruchno.travel/ObjectEntity/ObjectEntity?idCrm=dcfecb22-09c9-383d-7daa-589c2deb2a0f&lang=ua (дата звернення 17.10.2020);

5. Тернопільська обласна бібліотека для дітей. URL:http://odb.te.ua/906 (дата звернення 18.10.2020).

Паспорт складено Паршин Яною, студенткою групи Т-28

Дата 20.08.2020 Підпис

4. Паспорт парку «Старий парк»

I. Загальна інформація про об’єкт

1. **Назва:** Старий парк (у 1970-1991 роках називався «Парк Слави»;

2. **Адреса:** м. Тернопіль, розташований в межах вулиці Генерала Шухевича, Євгена Петрушевича, Клінічної, біля центрального міського стадіону;

3. **Розміри, площа:** 6,3 га;

4. **Дата заснування:** заснований у 1895 році;

5. **Вид парку:** міський;

6. **Статус парку:** пам’ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення, спеціалізований (рекреаційний: спрямований на задоволення рекреаційних потреб людей);

7. **Стан парку:** задовільний;

8. **Розташування парку в межах міста та на карті:**

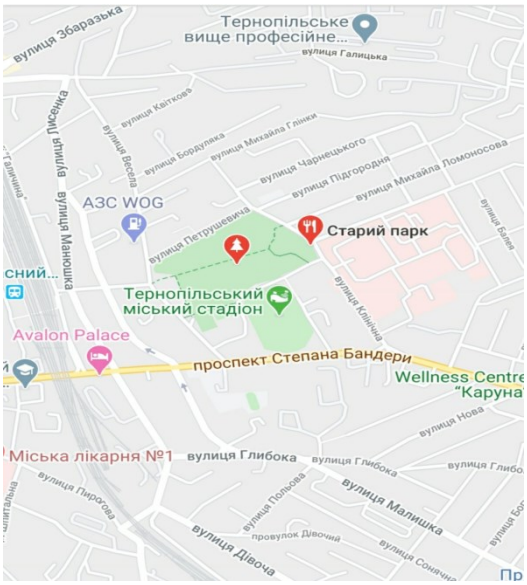


Рис. 5. «Старий парк» на карті м. Тернополя [8].

Схема парку:

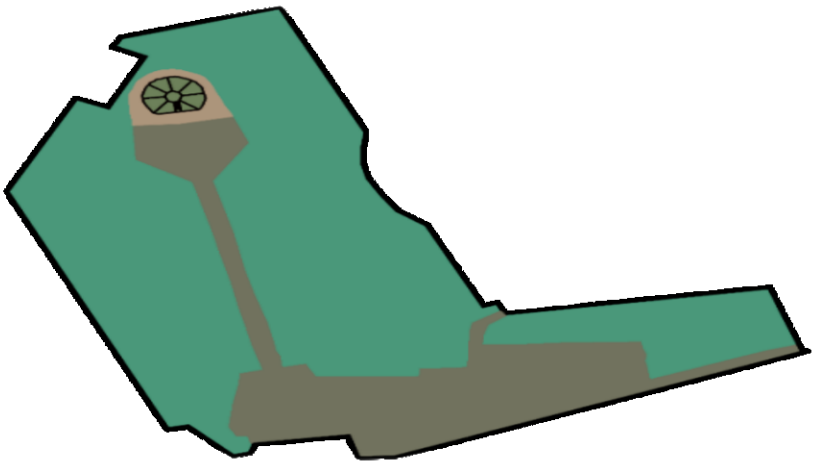


Рис. 6. План-схема «Старого парку» [8].

II. Опис об'єкту

1. Зони (зонування) парку:

- Рекреаційна зона (місця для відпочинку людей);
- Зелена зона (Старий парк – пам'ятка садово-паркового мистецтва);
- Історико-культурна зона (військове кладовище, в південній частині парку є три танки, алея Слави, скульптурна композиція «Материнський поклик»);

2. Історія забудови парку.

У 1861 році парк закладено в ландшафтному стилі стараннями тодішнього бургомістра Володимира Мандля. У парку часто проводилися українські фестини, зльоти, лотереї, свята, співалися пісні. 29 вересня 1896 р. на честь 300-ліття Брестської Унії в парку насипано Холм Унії. У 1901 році стараннями Товариства приятелів музики тут організовано літній театр, де відбувалися вистави.

Під час Другої світової війни старий парк зруйновано. З квітня 1944 р. Старий парк став місцем поховання воїнів, полеглих у боях з

німецько-нацистськими загарбниками. У 1970 році на місці Холма Унії радянська влада насипала Курган Слави і спорудила меморіальний комплекс.

9 травня 1970 року, в день святкування 25 річчя Перемоги його названо на честь воїнів німецько-радянської війни Парком Слави. Тоді ж відкрито меморіальний комплекс і насипано «Курган Слави». При реконструкції парку знесені старі будівлі, викорчувана частина дерев і кущів[20].

3. Основні забудови парку:

- Зліва біля центрального входу в парк встановлена карбована з міді 10-ти метрова скульптура «Материнський поклик» (скульптори Василь Садовник, Казимир Сікорський, 1985 р.);
- У південно-східній частині парку є кілька одиниць військової техніки: танк, гармата, бронемашина;
- Біля алеї Героїв розміщене військове кладовище, відкрите в 1944 р. Має форму прямокутника з напівкруглим виступом, радіус якого 8 метрів. Тут поховані 4 Герої Радянського Союзу - Олександр Максименко, Микола Карпенко, Аанатолій Живов, Григорій Танцоров та ще 226 воїнів.
- Від центрального входу до парку і скульптурної групи «Мати» веде алея до «вічного вогню». З лівого боку алеї на гранітних постаментах встановлено погруддя: А. П. Живова, М. Г. Пігорєва, В. А. Чалдаєва, Г. В. Танцорова, М. Г. Карпенка, О. П. Максимовича.
- У Старому Парку є дві культові споруди: дім молитви ХВЄ та дерев'яна Церква Зарваницької Божої Матері УГКЦ, споруджена у 2008р[18].

4. Основні насадження парку (флора, фауна):

У парку зростає 16 видів деревних порід серед яких є тис і дуглісія віком понад 30 років.

Флора: нині в Старому парку нараховується близько 40 видів дерев та кущів.Основу дерев становлять старожили парку - тополя біла, бук лісовий, клен ясенолистий, а також інші листяні (дуб, ясен, бук, граб, липа, каштан) та хвойні - (модрина, ялина, ялиця, ялівець звичайний, ялівець козацький, ялина канадська) дерева і кущі [8].

III. **Джерела інформації:**

Електронні ресурси:

1. Тернопільська обласна бібліотека для дітей. URL: http://odb.te.ua/907

(дата звернення 2.09.2020);

2. Інформація про парк. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Старий_парк (дата звернення 2.09.2020);

3. Пам`ятки України. URL: https://zabytki.in.ua/uk/1169/starii-park-ternopolya-ua (дата звернення 2.09.2020);

4. Старий парк на карті. URL: https://maps.visicom.ua/c/25.60649,49.55482,17/f/POIFQFJQ2O?lang=uk (дата звернення 2.09.2020).

Паспорт складено Паршин Яною, студенткою групи Т-28

Дата 6.09.2020 Підпис

5. Паспорт регіонального ландшафтного парку «Загребелля»

I. Загальна інформація про об’єкт.

1. **Назва:** регіональний ландшафтний парк «Загребелля»;

2. **Адреса:** м. Тернопіль, розташований в межах вулиць Львівської та Бережанської, лісових насаджень науково-дослідного господарства «Наука», лісопарку «Кутківці» та лісопарку на березі Тернопільського ставу;

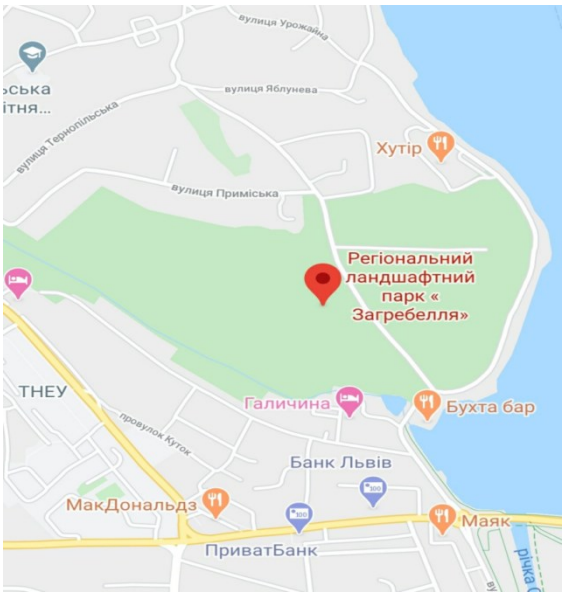


Рис. 7. Парк «Загребелля» на карті [9].

3. **Розміри, площа:** 630 га;

4. **Дата заснування:** 1994 року;

5. **Вид парку:** міський;

6. **Статус парку:** багатофункціональний;

7. **Стан парку:** задовільний;

Розташування парку в межах міста та на карті:

Примітка

До «Загребелля» належать:

- Тернопільський дендропарк на вулицях Львівській та Бережанській;
- «Парк Здоров’я»;
- Лісові насадження НДВГ ТАНГ «Наука»;
- Розсадник ВАТ «Зелене господарство»;
- Лісове урочище «Пронятин»;
- Пляж та інші землі.

Схема парку:

Рис.10. Схема парку «Загребелля» [24].

II. Опис об’єкту:

1. Зони (зонування) парку:

- Заповідна зона;
- Зона регульованої рекреації;
- Зона стаціонарної рекреації;
- Господарська зона.

2. Історія забудови парку

Створення регіонального ландшафтного парку має для міста стратегічне значення. Організований з метою збереження і раціонального використання ландшафтів, водних об’єктів, рослинного і тваринного світу, пам’яток живої і неживої природи історії, релігії та культури в рекреаційних, просвітницьких та наукових цілях.

Надзвичайно важливе значення парк «Загребелля» відіграє у формуванні екологічної стратегії та екологічної політики не тільки міста, а й регіону. Парк охоплює усі найбільш збережені ділянки природних ландшафтів міста.

3. Основні забудови парку:

Ландшафти парку представлені п'ятьма типами місцевостей:

✓ водойми;

✓ хвилясті межиріччя, складені потужними товщами лесовидних суглинків і лесів, зайняті переважно дубово-грабовими лісами на опідзолених чорноземах;

✓ придолинні схили на лесовидних суглинках, частково або повністю вкриті дубово-грабовими лісами на еродованих чорноземах і сірих лісових ґрунтах;

✓ заплави та низькі тераси, складені алювіальними суглинками та супісками з різнотравними луками на лучних і дерново-лучних ґрунтах;

✓ балки з широким плоским дном, тимчасовими водотоками з виходами криниць.

4. Основні насадження парку (флора, фауна):

Флора: насадження парку представлені вторинними і вторинно похідними лісовими угрупованнями. Насадження між мікрорайонами «Кутківці» та «Пронятин» - переважно похідними деревостанами з пануванням граба, клена гостролистого, липи звичайної, в'яза гірського. Місцями трапляються штучні насадження ялини звичайної, сосни звичайної, акації білої тощо.

Лісові насадження між мікрорайоном «Кутківці», озером і автошляхом Тернопіль-Львів представлені вкрай деградованими внаслідок антропогенного впливу дубово-грабових та буково-грабових лісів.

В межах парку зустрічається біля 550-600 видів флори. Серед них п'ять видів, які занесені до Червоної книги, а саме: астранція велика; пальчатокорінник м'ясочервоний; підсніжник білосніжний; лілія лісова; плавун щитолистий [9].

III. **Джерела інформації:**

1. Тернопільська обласна бібліотека для дітей. URL:http://odb.te.ua/905 (дата звернення 21.09.2020);

2. Інформація про парк. URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/Регіональний_ландшафтний_парк_»Загребелля» (дата звернення 21.09.2020).

Паспорт складено Паршин Яною, студенткою групи Т-28

Дата 21.09.2020 Підпис

Отже, сформовані паспорти дають змогу акумулювати необхідну інформацію про паркові зони міста, що може використовуватися працівниками туристичних підприємств туристичного рику Тернополя та регіону, зокрема в процесі розробки різних тематичних міських екскурсії.

РОЗДІЛ 2
ТЕХНОЛОГІЯ РОЗРОБКИ ЕКСКУРСІЇ В МЕЖАХ ЛАНДШАФТНИХ ПАРКІВ ТЕРНОПОЛЯ

2.1. Розробка маршруту екскурсії

Для залучення парків Тернополя до екскурсійного туризму нами технологічно розроблено і проведено для студентів II курсу спеціальності «Туризм» екскурсію «Еко-мандри в Тернополі» в межах центральної частини міста із залученням паркових зон.

Ми запланували екскурсію з такими вихідними даними:

- за видом екскурсія – міська, оглядова;
- за способом переміщення – пішохідна;
- за категорією споживачів - розрахована на різну категорію туристів, від дітей до осіб «третього віку» до 20 осіб;
- за протяжністю – 3,1 км;
- за тривалістю - до 3-х год часу.

Маршрут екскурсії: Старий парк – Театральний майдан – бульвар Шевченка – вулиця Гетьмана Сагайдачного – вулиця Валова – Кафедральний собор – майдан Волі – Тернопільський замок – парк імені Тараса Шевченка, набережна Тернопільського ставу – парк «Топільче».

Під час екскурсії екскурсанти матимуть змогу побувати у парках центральної частини міста, ознайомитися з цікавими історико-туристичними ресурсами центру Тернополя. Всього під час екскурсії передбачається оглянути 14 об'єктів, додатково можна запланувати катання на катамаранах у парку імені Тараса Шевченка, або парку «Топільче». В парку «Топільче» можна відвідати зоокуточок, а також здійснити мандрівку на теплоході «Герой Танцоров» або катері «Капітан Парій».

Рис.11. Маршрут екскурсії «Еко-мандри в Тернополі» [складено за допомогою Google-maps].

2.2. План екскурсії «Еко-мандри в Тернополі».

До розробленої екскурсії автором складено її план з внесеними часовими змінами після проведення пробної екскурсії зі студентами.

Маршрут	***Зупинка***	***Об'єкти показу***	***Час, хв.***
1. Тернопіль 2. Старий парк (вул. Генерала Шухевича)	• Перед входом в парк	• Площа перед входом до Старого парку	30 хв (15 хв пішки)
		• Алея героїв	5хв (5 хв пішки)
		• Вічний вогонь	5хв (5 хв пішки)
		• дерев'яна Церква Зарваницької Божої Матері УГКЦ	5хв (5 хв пішки)
	• Міст через ж/д вокзал, Привокзальна площа		5хв (5 хв пішки)
	• Вул. В. Чорновола		5хв (5 хв пішки)
	• Театральна площа		5хв (5 хв пішки)
	• Туристичні пам'ятники на бульварі Т.Шевченка		30 хв (20хв пішки)
	• Вул. Валова		5хв (5 хв пішки)
	• Вул. Сагайдачного		5хв (5 хв пішки)
	• Архикатедральний собор		5хв (5 хв пішки)
			5хв (5 хв пішки)
2. Парк імені Тараса Шевченка(вул. Білецька - вул. Замкова)	• Тернопільський замок	фонтан «Сльози Гронського»	20 хв (15хв пішки)
	• Сходи та фонтан «Сльози Гронського»	причал на набережній Тернопільського ставу	10хв (5 хв пішки)
	• Набережна Тернопільського ставу	Перед входом в парк	
	• Перед входом в парк	Парк імені Тараса Шевченка	5хв (5 хв пішки)
3.Гідропарк «Топільче»(м Тернопіль, розвилка вул. Російська / вул. Живова)		Острів Кохання	5хв (5 хв пішки)
	• Перед входом в гідропарк	Гідропарк Топільче	
	• Центральна алея парку	Центральна алея парку	2 год 35 хв (1 година 55 хвилин йти - пішки)
	• Зоокуточок	Алея кательп Зоокуточок	

2.3. Картки основних екскурсійних об’єктів.

КАРТКА ЕКСКУРСІЙНОГО ОБ’ЄКТУ № 1.

1) Найменування об’єкту: Старий парк

2) Історична подія : У 1861 році парк закладено стараннями тодішнього бургомістра Володимира Мандля. Керував розбивкою парку відомий ботанічний садівник зі Львова – К. Бауер. Хоча цей парк був невеликий за розміром (близько 7 га), проте гарно впорядкований. Тут росли в діжках різноманітні тропічні рослини: банани, агави, пальми, кипариси, які на зиму заносили в оранжерею.

У парку часто проводилися українські фестини, зльоти, лотереї, свята, співалися пісні. В липні 1887 р. тут відбулася друга крайова етнографічна виставка, на якій був присутній спадкоємець австрійського престолу ерц-герцог Рудольф. 29 вересня 1896 р. на честь 300-ліття Брестської Унії в парку насипано Холм Унії. У 1897 р. в парку встановили погруддя доброчинця міста бургомістра Мандля, який виконав львівський скульптор Дикле. У 1901 році стараннями Товариства приятелів музики тут організовано літній театр, де відбувалися вистави.

3) Місцезнаходження: Україна, Тернопільська обл., м Тернопіль

4) Опис: У південно-східній частині парку є кілька одиниць військової техніки: танк, гармата, бронемашина. На гранітній горизонтальній стелі — перелік з'єднань і частин, що відзначились при визволенні Тернополя від німецьких загарбників й отримали почесні найменування.

5) Джерело відомостей про пам’ятку: 1. Андрушків Б. Некрополі Тернопільщини, або про що розповідають мовчазні могили. Тернопіль : Підручники і посібники, 1998.

2. П'ятківський І. Старий парк (Парк слави) // Тернопільський енциклопедичний словник : у 4 т. / редкол.: Г. Яворський та ін. Тернопіль : Видавничо-поліграфічний комбінат «Збруч», 2008. Т. 3 : П - Я. С. 333.

6) Збереження пам'ятки: добре збережений.

7) Охорона пам'ятки: Перебуває у віданні комунального підприємства «Об'єднання парків культури і відпочинку міста Тернополя»

8) Екскурсії у яких використовується: Використовується у оглядовій екскурсії, екологічній, культурно-пізнавальній.

9) Дата складання картки, прізвище і посада укладача: 12.11.2020 р., Паршин Я.А., студентка.

КАРТКА ЕКСКУРСІЙНОГО ОБ’ЄКТУ № 2.

1) Найменування об’єкту: Парк імені Тараса Шевченка

2) Історична подія: Створений на місці заплави річки Серету, яка щороку навесні та влітку заливалась водою. Після підсипки території відходами розбитих будівель та чорноземом, тут були висаджені дерева. Роботи велися на всій площі одночасно. Люди працювали у 2 і 3 зміни. Парк будувався силами громадськості та комунальних організацій з 1950 по 1953 роки. З 1951 року розпочалося відновлення Тернопільського озера і засадження парку поблизу нього. Тоді мешканці міста засадили близько 16 га парку.

3) Місцезнаходження: Україна, Тернопільська обл., м Тернопіль

4) Опис: У цьому зеленому куточку міста є свій невеличкий ставок, який з'єднується каналом з Тернопільським ставом. За його водної гладі видно два острови – «Кохання» і «Чайка». Дістатися до них можна по містках. На острові «Кохання» височить альтанка закоханих. Кращого місця для романтики годі й шукати, погодьтеся. Південна частина парку носить назву «Підзамче». Колись це місце мало не дуже привабливо, проте з часом тут посадили дерева і розбили доріжки, уздовж яких стоять скульптури місцевих майстрів.

5) Джерело відомостей про пам’ятку: https://cutt.ly/UtZZB0h, https://cutt.ly/DtZZMPO.

6) Збереження пам'ятки: пам’ятка збережена у хорошому стані, планують розпочати реконструкцію парку імені Тараса Шевченка.

7) Охорона пам'ятки: Перебуває у віданні комунального підприємства «Об'єднання парків культури і відпочинку міста Тернополя».

8) Екскурсії у яких використовується: використовується у оглядовій екскурсій, екологічній, культурно-пізнавальній.

9) Дата складання картки, прізвище і посада укладача: 24.11.2020 р., Паршин Я.А., студентка.

КАРТКА ЕКСКУРСІЙНОГО ОБ’ЄКТУ № 3.

1) Найменування об’єкту: Гідропарк «Топільче»

2) Історична подія: От тільки всі хитрощі не врятували слов’янську твердиню від трагічної долі під час руйнівного Західного походу Бату 1240 – 1241 років, коли селище-фортеця розділила долю багатьох своїх побратимів по нещастю – було спалено дотла. Про ті давні часи залишилося лише відлуння спогадів, в збереженій за

місцевістю назві урочища Топільче. Пройдуть століття, зовсім поруч виростуть і впадуть потужні фортечні стіни Тернопільський твердині, а там де раніше була заплава річки з'явиться і зникне рукотворний став, але місцевість за дамбою так і буде пустувати лише зрідка заселена окремими поселянами.

3) Місцезнаходження: Україна, Тернопільська обл., м Тернопіль, розвилка вул. Руська / вул. Живова.

4) Опис: Гідропарк помережаний потічками зі штучними порогами, дамбами з водоспадами. Родзинкою гідросистеми парку є комплекс із водяними млинами. Вода до них подається з Тернопільського ставу природнім способом — гідропарк розташований нижче рівня водойми.

5) Творці гідропарку врахували рельєф місцевості. Дерев'яні скульптури, вежі, хатки, фортеці, видові майданчики, плетені з гілля тини, виконані в єдиному стилі. Зона тихого відпочинку об'єднує Поляну казок, зоокуток. У південній частині парку є дитяче «Космічне містечко» з різними космічними об'єктами: ракетами, місяцеходами, роботами та іншими механізмами.

6) Джерело відомостей про пам'ятку: Петраш Б., Турко І. »Топільче» // Тернопільський енциклопедичний словник: у 4 т. / редкол.: Г. Яворський та ін. Тернопіль: Видавничо-поліграфічний комбінат «Збруч», 2008. Т. 3 : П - Я. С. 461.

7) Збереження пам'ятки: пам'ятка збережена у хорошому стані. Охорона пам'ятки: Перебуває у віданні комунального підприємства «Об'єднання парків культури і відпочинку міста Тернополя».

8) Екскурсії у яких використовується: використовується у оглядовій культурно-пізнавальній, екологічній екскурсіях.

9) Дата складання картки, прізвище і посада укладача: 29.11.2020 р., Паршин Я.А., студентка.

2.4. Можливості залучення парків Тернополя для організації різних видів туризму.

До технологічної розробки екскурсії долучено контрольний та індивідуальний тексти, які розміщені в додатках (Додаток Б, В,). За результатами проведеного опитування через Google forms парк імені Тараса Шевченка можна впевнено називати «туристичною родзинкою Тернополя», адже на питання "Який, на вашу думку, парк Тернополя найцікавіший для відвідування туристів?" зі 152 респондентів 65 відповіли парк імені Тараса Шевченка, що становить 43%. Результати

опитування представлено на рис. 12.

Рис. 12. Діаграма результатів опитування

Тернопільські парки надають туристичної привабливості місту, але формування туристичної інфраструктури в них наразі бажає кращого. Дані об'єкти можуть формувати значний потенціал туристичного відвідування, завдяки якісно сформованій туристичній інфраструктурі, залученню їх до розробки нових екскурсій чи туристичних маршрутів у регіоні.

В останні десятиліття спостерігається стійка тенденція підвищення інтересу до нових сучасних технологій в галузі дозвілля і подорожей, що в свою чергу приводить до зростання ролі парків, що стають необхідними еко-осередками розвитку туризму.

Використання природного середовища в туризмі – це одна з характерних особливостей парків як культурних закладів. Саме за парками завжди залишається можливість забезпечити ті форми відпочинку, які потребують психологічного відриву від міського середовища.

Більшість фізіологів і психологів вважають, що для оптимальної трудової і суспільної діяльності людини необхідний відпочинок на природі, а це в урбанізованих центрах можуть забезпечити лише паркові зони. Слід зауважити, що вітчизняній практиці сьогодення бракує конкретних і ґрунтовних досліджень про потреби людини в рекреаційному просторі, про ефективність впливу на особистість паркового середовища [3].

Спостерігаємо негативну сучасну тенденцію до скорочення паркових зон у в містах і зокрема в Тернополі. З однієї сторони здійснюється облагородження парків, як рекреаційних об'єктів, а з

іншої різке скорочення площ, відведення під забудови, розважально-торгівельні комплекси. Паркові зони міст як легені урбанізованих центрів, влітку знижують середні температури, створюють затишок, відіграють рекреаційну, екологічну а культурну функції.

Відповідно до Державних будівельних норм «Максимально допустима одночасна кількість відвідувачів озеленених територій загального користування в межах населених пунктів для міських парків становить 100 осіб/га, міських лісопарків та гідропарків 15 осіб/га. Відповідно для Тернополя з кількістю населення 223 938 осіб станом на 01.01.2021р. і загальною площею парків, лісопарку та гідропарку 443 гектарів, максимально допустима одночасна кількість відвідувачів становить 12 000 осіб, тобто 5,5% населення міста. Для парку «Національного відродження» 4500 осіб, для Парку імені Тараса Шевченка 1800 осіб, для гідропарку «Топільче» 900 осіб і для лісопарку «Загребелля» 4800 осіб. Притому, варто зазначити, що Парк ім. Т. Шевченка, який розташований вздовж набережної Тернопільського ставу, одночасно відвідувати можуть понад 1800 осіб [25].

Визначається пропускний потенціал об'єкту: П = Т / Щ, де П – пропускний потенціал об'єкту (чол.); Т – площа об'єкту (м2); Щ – рекомендований стандарт щільності відвідувачів (м2/туриста) [26].

Ми обчислили пропускну спроможність тих парків, які залучені до екскурсії. Для Старого парку вона становить 12 600 туристів, для парку імені Тараса Шевченка – 44 000 туристів, для гідропарку «Топільче» - 132 000 туристів.

За даними Головного управляння статистики у Тернопільській області м. Тернопіль за 2019 рік місто відвідало 206 тис. туристів, що не перевищує пропускну спроможність об’єктів відвідування [27].

Отже, пропускна спроможність парків міста є достатньо високою і на сьогоднішній день вищезазначені парки не відчувають значного туристично-рекреаційного навантаження.

Рекреаційна функція парків міста Тернопіль може реалізовувати наступними напрямками: міських прогулянок жителів; відпочинку з дітьми; заняттям спортом на різних спортивних майданчиках парків; проведення дозвілля, зустрічей, фестивалів; риболовля; екскурсії і активний відпочинок, тощо.

Паркові зони міста Тернопіль можна залучати формування екскурсій, туристичних маршрутів екологічного, рекреаційного, культурно-пізнавального, спортивного, фестивального видів туризму.

ВИСНОВКИ

В даній науково-дослідницькій роботі у першому розділі проаналізовано паркові зони міста Тернопіль, сформовано автором паспорти основних парків з метою зібрання бази даних про парки.

В другому розділі розроблено екскурсію «Еко-мандри в Тернополі» із залученням паркових зон центральної частини міста. Сформовано маршрут екскурсії за допомогою Google-maps, складено план екскурсії та картки екскурсійних об'єктів. За видом екскурсія – міська, оглядова. За способом переміщення – пішохідна. Розрахована на різну категорію туристів, від дітей до осіб «Третього віку» до 20 осіб. Протяжністю – 3,1 км. Тривалістю до 3-х год часу.

Маршрут екскурсії: Старий парк – станція Тернопіль – Театральний майдан – бульвар Шевченка – вулиця Гетьмана Сагайдачного – вулиця Валова – Кафедральний собор – майдан Волі – Тернопільський замок – парк імені Шевченка, набережна Тернопільського ставу – парк «Топільче».

Проведене опитування продемонструвало те, що головним парком міста по праву можна вважати парк імені Тараса Шевченка. Цьому можна дати пояснення, адже парк розташований в центральній частині, на березі Тернопільського ставу в чудовою набережною, неподалік Тернопільського замку, має цікавий план розміщення. Саме тому залучення території парку до туристичного відвідування шляхом включення його до маршрутів екскурсій є доречними.

Визначена нами пропускна спроможність парків доказує можливість їх залучення до організованого туризму та екскурсій.

Проаналізовані нами та сформовані паспорти парків Тернополя слугують базою створення екскурсійних маршрутів, а незначна відстань між ними дає можливість формування міських оглядових екскурсій.

Нами виявлено, що території парків міста Тернопіль можуть бути вдало залучені до рекреаційного, спортивного, культурно-пізнавального туризму, та й власне еко-відпочинку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрушків Б. Некрополі Тернопільщини, або про що розповідають мовчазні могили. Тернопіль : Підручники і посібники, 1998. 86 с.
2. Бейдик О.О. Рекреаційні ресурси України: Навчальний посібник. 3-є видання перероб. та допов. К.: Альтерпрес, 2011. 462 с.
3. Використання сучасних рекреаційних технологій у парковій індустрії URL: https://tourlib.net/statti_ukr/kopievska.htm (дата звернення: 23.08.2020).
4. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах. Т. 3 / Маринич О.М., ред. Київ: Укр. Рад. Енцикл., 1989. 480 с.
5. *Гідропарк «Топільче». URL: https:/ /zruchno. travel/ ObjectEntity/ Object Entity?lang=ua&idCrm=9f0587d3 - dd6b - 8c2a - ea21 - 589c2df 24136 (дата звернення: 20.08.2020).*
6. Закон про природно-заповідний фонд України URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-12#Text (дата звернення: 19.09.2020).
7. Інформація про гідропарк «Топільче». URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Гідропарк_»Топільче» (дата звернення: 19.09.2020).
8. Інформація про парк. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Старий_парк (дата звернення 2.10.2020)
9. Інформація про парк. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Регіональний_ландшафтний_парк_»Загребелля» (дата звернення 21.09.2020).
10. Інформація про парк. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Парк_Національного_відродження_(Тернопіль) (дата звернення 26.08.2020).
11. Історія міста. URL: https://www.0352.ua/news/69007/istoria-ternopola-mikrorajon-druzba-foto (дата звернення: 19.08.2020).
12. Коротка історія. м. Тернопіль. URL: https://www.tourclub.com.ua/uk/info/local-lore/ternopil-region/ternopil/Ternopil_short_history (дата звернення: 19.08.2020).
13. Леоненко В. Б., Стеценко М. П., Возний Ю. М. Додаток до атласу природно-заповідного фонду України. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2003. 119 с.
14. Пам`ятки України. URL: https://zabytki.in.ua/uk/1169/starii-park-ternopolya-ua (дата звернення 2.09.2020).

15. Парк Національного відродження. URL:https://ternopil-online.com/places/sights/park-natsionalnoho-vidrodzhennya/ (дата звернення 27.08.2020).

16. Петраш Б., Турко І. »Топільче» // Тернопільський енциклопедичний словник: у 4 т. / редкол.: Г. Яворський та ін. Тернопіль: Видавничо-поліграфічний комбінат «Збруч», 2008. Т. 3: П - Я. С. 461.

17. Природно-заповідний фонд Тернопільської міської ради URL: https://ternopedia.te.ua/index.php/ (дата звернення: 22.10.2020).

18. П'ятківський І. Старий парк (Парк слави) // Тернопільський енциклопедичний словник : у 4 т. / редкол.: Г. Яворський та ін. Тернопіль : Видавничо-поліграфічний комбінат «Збруч», 2008. Т. 3: П - Я. С. 333.

19. Реєстр природно-заповідного фонду Тернопільської міської ради URL: http://www.ecoternopil.gov.ua/images/PZF/mTernopil.pdf (дата звернення: 19.11.2020).

20. Старий парк на карті. URL: https://maps.visicom.ua/c/25.60649,49.55482,17/f/POIFQFJQ2O?lang=uk (дата звернення 2.09.2020).

21. Тернопільські експрес-новини. URL: https://teren.in.ua/tag/park-natsionalnogo-vidrodzhennya/ (дата звернення 25.09.2020).

22. План-схема гідропарку «Топільче» URL: https://ternopil.te.ua/tag/park-topilche/ (дата звернення 19.09.2020).

23. План-схема гідропарку «Топільче» URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Парк_імені_Тараса_Шевченка_(Тернопіль) (дата звернення 29.09.2020).

24. План-схема парку «Загребелля» URL: https://ternopilcity.gov.ua/news/13141.html (дата звернення 29.09.2020).

25. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/Reg.report/ %202016..pdf (дата звернення 23.12.2020).

26. Логістичний менеджмент туристичних ресурсів URL: http://jrnl.nau.edu.ua/index.php/IMV/article/download/3231/3186 (дата звернення 24.12.2020).

27. Головне управляння статистики у Тернопільській області URL: http://www.te.ukrstat.gov.ua/statinfoT.html (дата звернення 27.12.2020).

ВІДДІЛЕННЯ ЕКОЛОГІЇ ТА АГРАРНИХ НАУК

СЕКЦІЯ «ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ ТА РАЦІОНАЛЬНЕ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ»

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В КОРОТКИХ СІВОЗМІНАХ

Роботу виконав:
учень 10- А класу
Шумського ліцею
Іщук Арсен Михайлович

Науковий керівник:
Калуш Людмила Юріївна,
вчитель біології Шумського ліцею, вчитель-методист,
Заслужений вчитель України

Екологічні наслідки вирощування соняшнику в коротких сівозмінах

Іщук Арсен Михайлович*; Шумський ліцей; 10 клас*

Науковий керівник: *Калуш Людмила Юріївна, вчитель біології Шумського ліцею*

Науково-дослідницьку роботу присвячено аналізу наслідків вирощування соняшнику в коротких сівозмінах та впливу десикантів на якість середовища.

У процесі виконання роботи було опрацьовано відповідну літературу, щоб зрозуміти, чому відбувається різке збільшення посівних площ соняшнику, порушення терміну ротації в сівозміні, що таке десикація та як вона застосовується у землеробстві. Ознайомлено із статистичними звітами щодо динаміки посівних площ під соняшник, темпів виробництва та експорту соняшникової олії; обрано необхідні методики, за якими здійснено біотестування токсичності ґрунтів, на яких вирощується соняшник.

Визначено вплив десикантів на стан прилеглих до полів територій на основі індексу тривалості життя хвої сосни звичайної та ступеня некротичних уражень. Встановлено, що бажання отримати максимальні прибутки примушує аграріїв вирощувати такі високоліквідні культури, як соняшник, а це часто призводить до нехтування сівозмінами, збільшення кількості хімічних засобів захисту рослин тощо. При цьому виникають такі негативні екологічні наслідки, як підвищення біотоксичності ґрунтів, всихання лісопосадок, масова загибель бджіл.

Ключові слова: *короткі сівозміни, токсичність ґрунту, десиканти, біотестування, фітотоксичний ефект, некротичні ураження*.

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Огляд літератури за темою дослідженя
РОЗДІЛ 2. Аналіз сутності проблеми
2.1. Україна – світовий лідер у вирощуванні соняшнику
2.2. Динаміка вирощування соняшнику на Тернопільщині
2.3. Основні проблеми, пов'язані з вирощуванням соняшнику у сучасних умовах
РОЗДІЛ 3. Матеріали та методи досліджень
3.1. Матеріали досліджень
3.2. Методика біотестування ґрунту за величиною фітотоксичного ефекту
3.3. Експрес-оцінка впливу десикантів на стан прилеглих до полів територій за індексом тривалості життя хвої
3.4. Методика оцінки забруднення повітря прилеглих до полів територій за класом некротичних ушкоджень хвої
РОЗДІЛ 4. Результати досліджень та їх обговорення
4.1. Оцінка стану забруднення грунту при вирощуванні соняшнику за ростовим тестом
4.2. Статистично-математичне опрацювання результатів ростового тесту
4.3. Оцінка стану забруднення ґрунту при вирощуванні соняшнику за величиною фітотоксичного ефекту
4.4. Перевірка достовірності оцінки ростових параметрів
4.5. Результати біоіндикації стану прилеглих до полів з соняшником територій за індексом тривалості життя хвої сосни звичайної
4.6. Результати експрес-оцінки забруднення повітря прилеглих до полів з соняшником територій на основі некротичних ушкоджень хвої сосни
4.7. Порівняння отриманих результатів з офіційними джерелами
ВИСНОВКИ
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми. Однією із глобальних проблем сучасності є проблема забруднення навколишнього середовища. Серед основних факторів, що впливають на стан довкілля в межах Шумської ОТГ, є сільське господарство, оскільки в даному регіоні практично відсутні великі промислові підприємства, аеропорти, автомобільні траси. Переважна більшість паїв, утворених після реорганізації сільськогосподарських підприємств, була передана в оренду різноманітним агроформуванням, головною метою яких є одержання сьогоденного економічного прибутку. Найбільші серед них агрохолдинг Континентал Фармерз Групп, ТОВ «Шумськ-Агро». Недосконаліть нормативно-правової бази земельних відносин спонукає більшість тимчасових землекористувачів не звертати увагу на необхідність підтримки родючості ґрунтів у належному стані, безконтрольно використовувати хімічні засоби захисту рослин, збільшувати посівні площі культур, що сильно виснажують ґрунт, нехтуючи сівозмінами. Особливо це стосується провідної олійної культури - соняшнику, відсоток якого в структурі посівних площ останніми роками значно збільшився. Як наслідок – прогресування процесів деградації ґрунтового покриву, всихання соснових посадок прилеглих до полів територій, масова загибель бджіл, зростання захворюваності людей. Тому ми вважали за необхідне здійснити індикацію якості ґрунтів, на яких вирощують соняшник, та індикацію території, прилеглої до даних полів, дати екологічну оцінку їх стану.

Мета і завдання роботи. Мета роботи – провести аналіз наслідків вирощування соняшнику в коротких сівозмінах та впливу десикантів на якість середовища околиць с. Жолобки і запропонувати шляхи покращення ситуації, що склалася. Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- опрацювати відповідну літературу, щоб зрозуміти, чому відбувається різке збільшення посівних площ соняшнику, порушення терміну ротації в сівозміні, що таке десикація та як вона застосовується у землеробстві;

- ознайомитися із звітами Державної служби статистики України [11] та Головного управління статистики у Тернопільській області [9] щодо вирощування соняшнику;

- здійснити біотестування токсичності ґрунтів, на яких вирощували соняшник;

- визначити вплив десикантів на стан прилеглих до полів територій на основі індексу тривалості життя та ступеня некротичних уражень хвої сосни звичайної;

- розробити пропозиції щодо зменшення негативних екологічних наслідків вирощування соняшнику.

Об'єкт дослідження: стан ґрунтів, на яких вирощується соняшник, та стан прилеглих до полів територій.

Предмет дослідження: показники, що характеризують якість ґрунтів та стан територій, прилеглих до полів, на яких вирощується соняшник.

Методи дослідження: лабораторний, аналітичний, описовий, локальний моніторинг, статистичний, методи біометрії.

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше проведено аналіз якості середовища в околицях с. Жолобки після вирощування соняшнику в коротких сівозмінах та застосування десикантів, доведено, що недотримання встановлених сівозмін та неправильне застосування десикантів призводить до підвищення біотоксичності грунтів, всихання лісопосадок, масової загибелі бджіл.

Практичне значення результатів. Проведені дослідження покликані привернути увагу громадськості до питання гармонізації екологічних та економічних інтересів суспільства в умовах сталого розвитку країни, вмотивувати власників та орендаторів земельних ділянок сільськогосподарського призначення дотримуватися встановлених сівозмін вирощування рослин. Результати досліджень є передумовою для розробки заходів з охорони грунтів та підвищення рівня екологічної безпеки у сільській місцевості.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати досліджень доповідалися на районній учнівській екологічній конференції, засіданнях секції МАН, наукового товариства «Прометей», подані на розгляд керівництву Шумської ОТГ.

Структура та об'єм роботи. Робота викладена на 44 сторінках комп'ютерного тексту, складається із вступу, 4 розділів, висновків, практичних рекомендацій та списку використаної літератури (34 джерела), містить 9 таблиць, 8 рисунків.

РОЗДІЛ 1
ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

З особливостями впровадження олійних культур в Україні ми ознайомилися з навчального посібника М. Гаврилюка [8], індустріальною технологією вирощування соняшнику – із публікацій І. Пабат [27]. Інформацію про виробництво та експорт соняшникової олії, посівні площі під соняшником, динаміку вирощування соняшнику, обсяг унесених пестицидів почерпнули із звітів Державної служби статистики України [11] та Головного управління статистики у Тернопільській області [9]. Місце соняшнику в сівозміні, особливості його вирощування описують П. Хом'як, Л. Андрійченко [31], П. Бойко[7], Є. Лебідь [20], В. Лихочвор [21].

Підбираючи методику проведення досліджень ми опрацювали навчальні посібники О. Мелехової [5], А. Горової [6], Я. Дідуха [13]. Із можливостями використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності ґрунтів ознайомилися з публікацій О. Берестецького [3], З. Бешлей [4], О. Губачова [10], О. Еремченко [16], Т. Бардиної [2], які встановили, що надзвичайно чутливою тест-системою для визначення токсичності ґрунтів є *Triticum vulgare* L. Суттєвою допомогою у нашій роботі слугував навчально-методичний посібник Т. Ашихміної [1], в якому висвітлені принципи організації системних учнівських досліджень по вивченню природного середовища. Посібник по екології рослин під редакцією Н. Масленникової [26] описує методики проведення експериментів та спостережень, наводить зразки оформлення зведених таблиць. З результатами біоіндикації забруднення атмосферного повітря за станом *Pinus sylvestris* у м. Житомир, визначення індексу тривалості життя хвої ми ознайомилися з публікацій В. Лівковича і Г. Муж [23]. Для опрацювання результатів досліджень ми використовували вказівки, подані у посібнику з біометрії Г. Лакіна [19], посібниках Г. Зайцева [15], Є. Дмітрієва [14] щодо застосування методів математичної статистики в біологічних дослідженнях.

Отже, детальне опрацювання літератури сприяло ознайомленню із суттю проблеми, вибору методик та проведення дослідження.

РОЗДІЛ 2
АНАЛІЗ СУТНОСТІ ПРОБЛЕМИ

2.1. Україна – світовий лідер у вирощуванні соняшнику

Народногосподарське значення соняшнику важко переоцінити - це дуже важлива олійна культура. За даними Міністерства сільського господарства США Україна тримає першість на світовому ринку по виробництву соняшнику [33] та посідає друге місце за площами посівів соняшнику [32] (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Світові лідери виробництва соняшнику у 2020 році [32, 33]

Країна	Україна	Росія	ЄС	Аргентина	Китай	Туреччина
Площа (тис. га)	6800	8200	4390	1380	1250	720
Виробництво (тис. т)	14000	13000	9200	2900	3300	1560

Більш вражаюча ситуація із виробництвом та експортом соняшникової олії. Починаючи з 2006 року Україна випередила інші країни по експорту соняшникової олії (за даними Міністерства сільського господарства США) і сьогодні є безумовним лідером (рис.2.1).

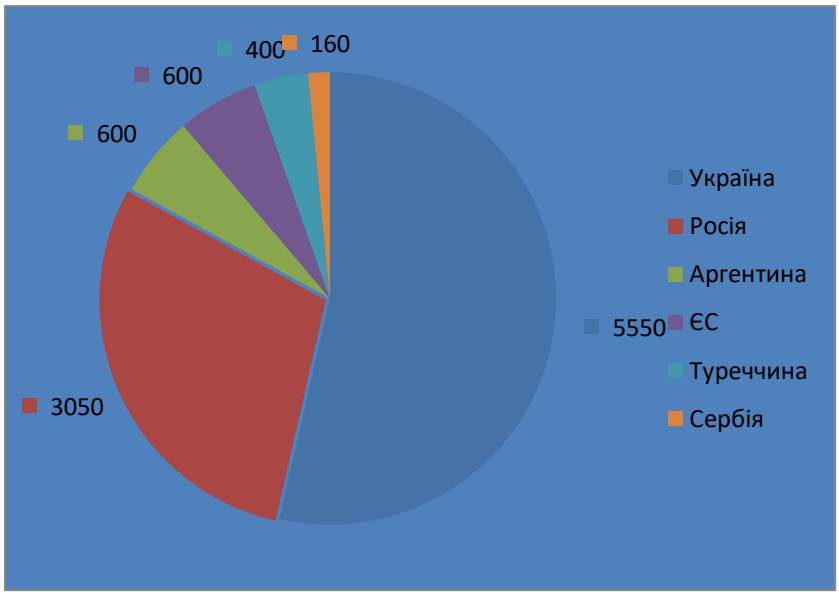


Рис. 2.1. Експорт соняшникової олії у 2020 році за країнами (тис. т) [34]

Оскільки світове споживання соняшникової олії має тенденцію до зростання, що пов'язано зі збільшенням кількості населення планети та нижчою у порівнянні з іншими оліями ціною, це відкриває для України більш широкі ринки збуту. Тому наша країна продовжує нарощувати посівні площі під соняшником (рис. 2.2).

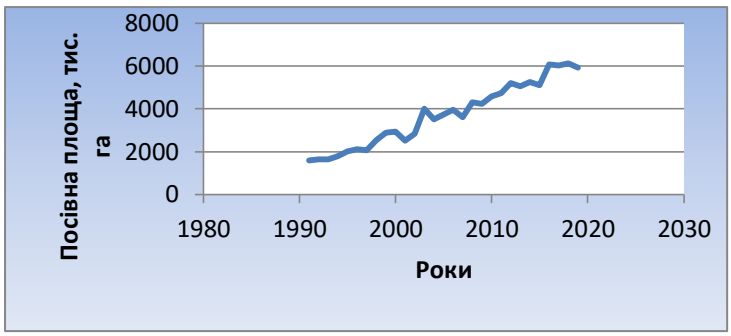


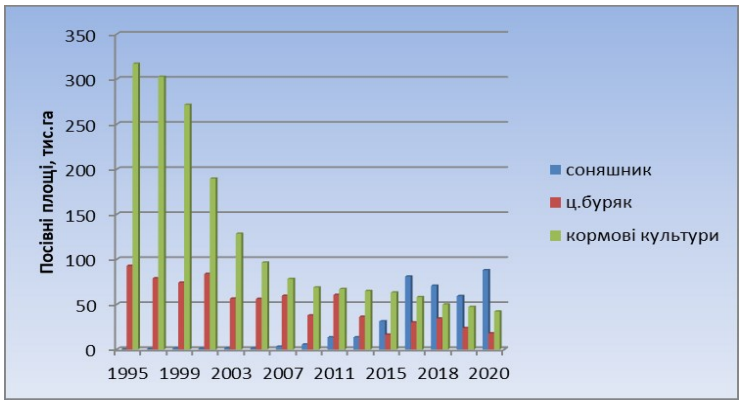
Рис. 2.2. Динаміка посівних площ соняшнику на Україні, тис. га [11]

В Україні сіють все більше і більше соняшнику (додаток А), бо це рентабельна культура, ціни на його насіння є стабільно високими і постійно зростають у порівнянні з цінами на іншу с/г продукцію (табл. 2.2), тому сільгоспвиробник, який хоче вижити на аграрному ринку, вибирає соняшник.

Таблиця 2.2 ***Середні ціни реалізованої продукції сільського господарства (грн. за т) [11]***

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Насіння культур олійних	3584,0	3087,5	4062,8	7531,5	8656,1	9132,0	9318,3	8391,2
Буряк цукровий фабричний	426,8	397,8	494,2	788,6	848,6	825,3	749,0	753,7

2.2. Динаміка вирощування соняшнику на Тернопільщині



На Тернопільщині розподіл посівних площ основних

Рис. 2.3. Динаміка посівних площ сільськогосподарських культур на Тернопільщині [9]

сільськогосподарських рослин також постійно змінюється в бік стрімкого зростання посівних площ соняшнику і зменшення площ під посіви традиційних для області цукрового буряка та кормових культур (рис. 2.3).

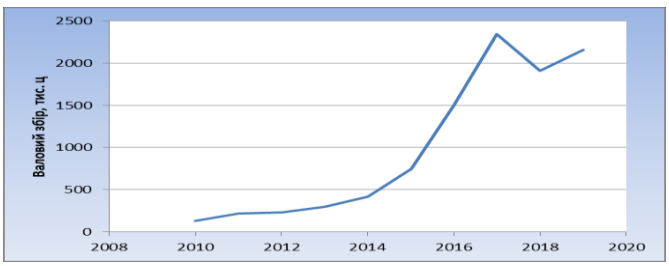


Рис. 2.4. Динаміка виробництва соняшнику на Тернопільщині [9]

Сьогодні посівні площі

соняшнику в області поступаються лише посівним площам під зернові та зернобобові культури (додаток Б).

Аналогічно високими є темпи зростання виробництва соняшнику (додаток В). Найбільш стрімкими є ці зміни в останні роки (рис. 2.4).

2.3. Основні проблеми, пов'язані з вирощуванням соняшнику в сучасних умовах

Проблема №1: порушення встановлених сівозмін. Бажання отримати максимальні прибутки примушує аграріїв вирощувати високоліквідні культури, в тому числі і соняшник, тому відбувається порушення структури посівних площ. Так, наприклад, у «Континентал Фармерз Групп» повідомили, що у 2021 році під посіви соняшнику буде відведено 37,5 тис. га (20% від загальної кількості посівних площ) [29]. Проте, відповідно до Нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах (постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2010 р. N 164) частка соняшнику в Лісостеповій зоні повинна становити 5-9% [28]. Оскільки відсоток соняшнику в структурі посівних площ зростає, то термін його ротації в сівозміні скорочується до трьох-п'яти років. Проте, враховуючи біологічні особливості соняшнику щодо використання поживних речовин і вологи з ґрунту, найдоцільнішим є його повернення на попереднє місце не раніше, ніж через сім років (додаток Г). Такий проміжок часу потрібний насамперед для самоочищення ґрунту від основних шкідників і хвороб цієї культури (біла й сіра гниль, іржа, попеляста гниль, фомоз, фомопсис) [21, с.587-591]. Але бажання миттєво поліпшити економічний стан веде керівників сільськогосподарських підприємств до порушення сівозмін.

Проблема №2: зменшення запасів вологи. Вирощування соняшнику пов'язане з використанням великої кількості вологи на продукування врожаю [24]. Дефіцит вологи, особливо у глибоких шарах грунту, може призвести до напруження водного режиму для наступних після соняшнику культур. Тому дотримання науково обґрунтованої періодичності повернення соняшнику на попереднє поле є необхідним не лише для покращення фітосанітарного стану грунтів, але й для накопичення достатньої кількості продуктивної вологи у глибших шарах ґрунту [22].

Проблема №3: інтенсивна хімізація. У результаті порушення сівозмін під час вирощування соняшнику задля захисту культури від бур'янів і збудників хвороб сільгоспвиробники почали інтенсивно застосовувати хімічні засоби захисту рослин – пестициди. Переважна більшість серед них — кумулятивна отрута, токсична дія якої залежить

не лише від концентрації, а й від тривалості впливу, що негативно позначається на екологічному стані ґрунтів, а також підвищує ймовірність попадання їх компонентів у рослинну олію. Обсяг унесених пестицидів щорічно зростає. Так, у Тернопільській області в 2018 році він становив 152735 кг (в активній речовині), а у 2019 році – 153817 кг [9]. Для багатьох пестицидів і продуктів їхнього розпаду характерна винятково висока стійкість у природних умовах, здатність зберігатися в ґрунті протягом тривалого часу, отже токсичність ґрунтів поступово зростає.

Проблема №4: застосування десикантів. Особливу стурбованість викликає інтенсивне застосування в останні роки десикантів – речовин, що викликають зневоднення тканин рослин (додаток Д). Десикація стала обов'язковим агротехнічним прийомом. Її виконують:

- для пришвидшення та рівномірного дозрівання рослин;
- для полегшення машинного збору врожаю;
- для знищення хвороб на посівах культур, збереження здоров'я врожаю;
- для підвищення якості продукції за рахунок відтоку вологи з листя та стебла в насіння та плоди [18, 25].

Незважаючи на «плюси» десикації, цей процес має надзвичайно великі мінуси: якщо проводити десикацію із застосуванням аеротехніки у вітряну погоду, препарат може потрапити на прилеглі території і викликати отруєння людей, масову загибель бджіл, всихання лісопосадок, знищення врожаю на городах. Все це ми спостерігали на околицях с. Жолобки, с. Сураж. У пресі та на телебаченні неодноразово повідомлялося про подібні факти (додаток Е). Газети рясніли заголовками: «На Тернопільщині селяни скаржаться на погане самопочуття», «Отруйний дощ на Тернопільщині» тощо.

Отже, сутність порушеної нами проблеми полягає в тому, що у зв'язку з високою рентабельністю соняшнику площі земель під його посіви в останні роки різко зростають, термін ротації соняшнику в сівозмінах скорочується, задля захисту культури від бур'янів і збудників широко застосовують хімічні засоби, що веде до виснаження та забруднення ґрунтів і прилеглих територій. Тому ми вважали за доцільне за допомогою загальновідомих методик провести лабораторні дослідження та довести основні негативні наслідки вирощування соняшнику в коротких сівозмінах.

РОЗДІЛ 3
МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Матеріли досліджень

Матеріалом дослідження слугували зразки ґрунту, взятого з умовно чистої території заказника «Суразька дача» (контроль), ділянок, де вирощувалися пшениці і соняшник в короткоротаційній сівозміні, а також хвої дерев сосни звичайної, що зростає в лісосмузі біля прилеглих до полів з соняшником територій.

3.2. Методика біотестування ґрунту за величиною фітотоксичного ефекту

Визначення токсичності ґрунту за допомогою чутливого класичного лабораторного тест-об'єкту *Triticum vulgare* L. здійснювали з використанням методики О. А. Берестецького, що ґрунтується на пророщуванні насіння на різних субстратах [3]. Чим зумовлений наш вибір? По-перше: рослинні тест-системи є досить надійними та зручними у встановленні ступеня токсичності певних забруднювачів. По-друге: вони дають змогу оцінити сумарний ефект дії різних видів забруднювачів. У біотестуванні основним параметром оцінки забруднення виступає не концентрація полютанта, а реакція та відповідь живого організму. Фітотоксичний ефект (ФЕ, %) визначали у відсотках за формулою (3.1) [6, с.11].

$$ФЕ = \frac{Мо - Мх}{Мо} \times 100\% \qquad \text{формула (3.1),}$$

де M_0 – висота надземної частини рослин на зразках ґрунту контрольної ділянки;

M_x – висота надземної частини рослин на ґрунті з досліджуваних ділянок.

Оцінку токсичності субстратів здійснювали за шкалою рівнів токсичності ґрунтів [12] (додаток Є).

3.3. Експрес-оцінка впливу десикантів на стан прилеглих до полів територій за індексом тривалості життя хвої

Нами було використано метод "Індикація загального забруднення за тривалістю життя хвої», автором якої є Т. Я. Ашихміна [1, с.107]. Суть його полягає в наступному: на кожній моніторинговій ділянці досліджують однакову кількість дерев, визначають тривалість життя хвої та розраховують індекс тривалості життя хвої (Q) за формулою (3.2).

$$Q = \frac{3B_1 + 2B_2 + B_3}{B_1 + B_2 + B_3} \qquad \text{формула (3.2)}$$

де B_1, B_2, B_3 – кількість дерев з тривалістю життя хвої відповідно 4, 3, 2 роки життя. Чим більшим є значення показника Q, тим нижчим є рівень забруднення.

3.4. Методика оцінки забруднення повітря прилеглих до полів територій за класом некротичних ушкоджень хвої

На досліджуваних ділянках оглядають бічні пагони невеликих сосонок. Оглянувши хвоїнки другого року життя, оцінюють ступінь ушкодження та клас всихання хвої сосни звичайної, користуючись рис. 3.1 [5, с.73].

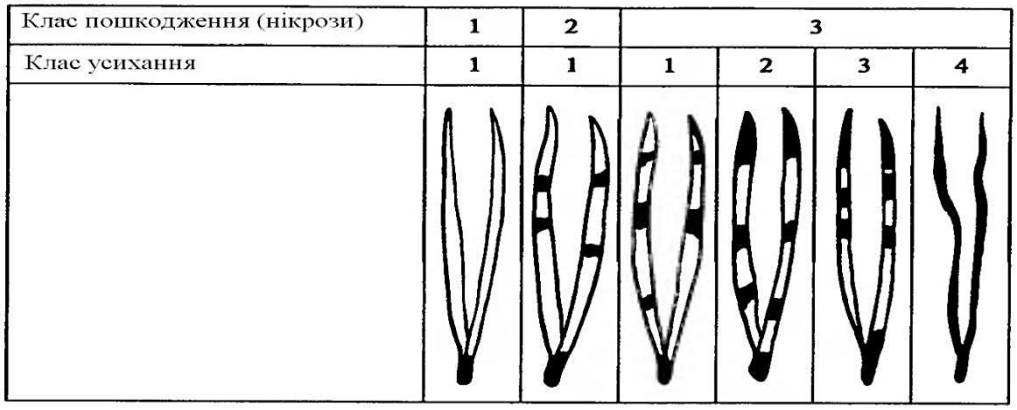


Рис.3.1. Класи пошкодження та всихання хвої

Класи пошкодження: 1 − хвоїнки без плям; 2 − хвоїнки з невеликою кількістю дрібних плям; 3 − хвоїнки з великою кількістю чорних і жовтих плям.

Класи всихання: 1 − на хвоїнці немає сухих ділянок; 2 − на хвоїнці засох кінчик 2–5 мм; 3 − усохла 1/3 хвоїнка; 4 − вся або більша частина хвоїнки суха.

Оцінку ступеня забруднення повітря здійснюють за класом пошкодження хвої на пагонах другого року життя з врахуванням віку хвої [5, с.74] за допомогою таблиці, що подана у додатку Ж.

РОЗДІЛ 4
РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

4.1. Оцінка стану забруднення ґрунту при вирощуванні соняшнику за ростовим тестом

Досліди проводили на зразках ґрунту, відібраних на різних моніторингових ділянках:

№1- контроль: ґрунт з умовно чистої території (заказника «Суразька дача»);

№2- ґрунт з поля жителя с. Жолобки Іщука М. В., де росла пшениця;

№3- ґрунт з поля агрохолдингу Контінентал Фармерз Групп, де вирощувався соняшник.

За тест-об'єкт обрали *Triticum vulgare L*. Тест-параметром обрано висоту надземної частини. Дослідження проводили у трьох повторностях (по 20 насінин). Проби ґрунту відбирали з поверхневого шару за правилом конверта. Сторона конверту складала 15 м. Проби відбирали лопаточкою в один пакет у кожному пункті з попереднім зняттям верхнього шару 0 – 2 см. Відібраний ґрунт ретельно перемішували. Наважку ґрунту поміщали у ступку, зволожували водою до 75 %, добре розтирали. Суспензію переносили в чашки Петрі, накривали марлею і викладали насіння *Triticum vulgare* L. (додаток З). Закриті чашки ставили в тепле місце для пророщування, у перші дні періодично відкривали для провітрювання (додаток И). Через 10 днів здійснювали вимірювання висоти надземної частини молодих рослин. Отримані дані заносимо у допоміжну таблицю (додаток І).

4.2. Статистично-математичне опрацювання результатів ростового тесту

Після проведення вимірювань кожної рослини для кожної повторності всіх досліджуваних варіантів обчислюємо $\bar{x}$ - середнє значення параметра, розраховуємо дисперсію за виразом:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}, \qquad \text{формула (4.1)},$$

де n – кількість результатів.

Для кожної повторності всіх варіантів визначаємо помилку середнього арифметичного: $m = \sqrt{\frac{s^2}{n}}$, формула (4.2).

Керуючись вказівками посібника «Біометрія» [19, с.103] розраховуємо загальне середнє значення з трьох повторностей:

$\bar{\bar{x}} = {}^1/_3\,(\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3)$ формула (4.3),

де $\bar{x}_1$, $\bar{x}_2$, $\bar{x}_3$– середнє значення параметра у повторностях 1, 2, 3.

Помилку загального середнього арифметичного як для рівночисельних вибірок знаходимо за формулою $\bar{m} = {}^1/_3 \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}$ формула (4.4),

де m_1, m_2, m_3 – помилка середнього арифметичного у повторностях 1, 2, 3 різних варіантів. Дані заносимо у табл. 4.1.

Таблиця 4.1. **Середнє значення висоти надземної частини *Triticum vulgare* (см)**

	Ділянка №1	Ділянка №2	Ділянка №3
Повторність 1 $\bar{x}_1 \pm m_1$	14,6 ± 0,17	13,2 ± 0,72	12,2 ± 0,05
Повторність 2 $\bar{x}_2 \pm m_2$	13,7 ± 0,18	13,3 ± 0,71	11, 6 ± 0,71
Повторність 3 $\bar{x}_3 \pm m_3$	14,5 ± 0,07	13,0 ± 0,62	11,6 ± 0,61
$\bar{\bar{x}} \pm \bar{m}$	14,3 ± 0,08	13,2 ± 0,39	11,8 ± 0,31

Отже, ростові параметри рослин, пророщених на ґрунті з поля, де вирощувався соняшник, є пригніченими і відрізняються від контролю майже на 18% (рис. 4.1).

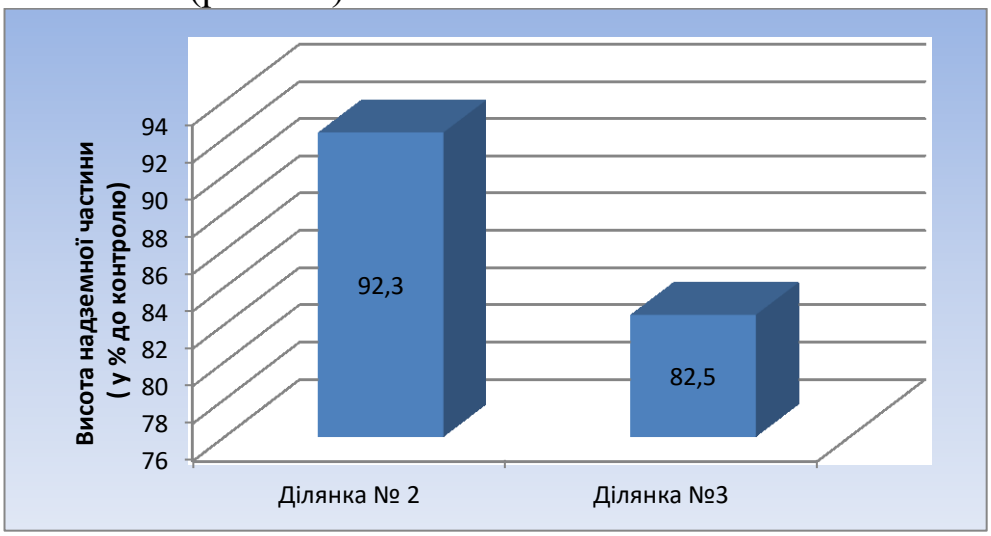


Рис. 4.1. Порівняння висоти надземної частини *Triticum vulgare*

4.3. Оцінка стану забруднення ґрунту при вирощуванні соняшнику за величиною фітотоксичного ефекту

Фітотоксичний ефект (ФЕ, %) визначали у відсотках за висотою надземної частини за формулою (3.1).

Таблиця 4.2

Значення фітотоксичного ефекту

	Ділянка №2	Ділянка №3
Фітотоксичний ефект (%)	7,9	17,5

Порівнявши розраховане значення ФЕ (табл. 4.2) зі шкалою Джури (додаток Є), ми оцінюємо досліджувані ґрунти як такі, що мають слабкий рівень токсичності.

Отже, за результатами досліджень (табл.4.1-4.2) ми визначили, що найнижчі ростові параметри та найвище значення ФЕ у тест-культур, пророщених на пробах ґрунту, відібраного з поля Континентал Фармерз Групп, де вирощувався соняшник. Ростові процеси рослин, пророщених на даному ґрунті, більш пригнічені, ніж у рослин, що пророщувалися на ґрунті із сусіднього поля (після пшениці) місцевого жителя с. Жолобки Іщука М.В. Хоча склад ґрунту на цих сусідніх ділянках є приблизно однаковим, ростові параметри та фітотоксичний ефект значно різняться. Це може свідчити про погіршення стану ґрунту в результаті його виснаження після вирощування соняшнику чи зростання фітотоксичності в результаті інтенсивного застосування пестицидів.

4.4. Перевірка достовірності оцінки ростових параметрів

Для перевірки достовірності оцінки ростових параметрів рослин, пророщених на різних пробах ґрунтів, ми використовували критерій достовірності Стьюдента. Оскільки дисперсії у досліджуваних варіантів не є однаковими, то відповідно до вказівок посібника Лакіна [19, с.117] t–критерій розраховуємо за формулою:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}} \qquad \text{формула (4.5).}$$

А число ступенів свободи k як для рівночисельних вибірок знаходимо за формулою

$$k = n - 1 + \frac{2n-2}{s_1^2/s_2^2 + s_2^2/s_1^2} \qquad \text{формула (4.6).}$$

Отримані результати подано у таблиці 4.3, а проміжні результати математичних розрахунків - у додатку Ї. Таблиця «Критичні точки t-критерію Стьюдента» подана у додатку Й.

Таблиця 4.3

Значення $t_{факт.}$, числа ступенів свободи і t_{st} (при P=0,05)

Варіант	$t_{факт.}$	Число ступенів свободи	t_{st}
Ділянка №2	1,54	35	2,02
Ділянка №3	3,76	37	2,02

Як засвідчують дані табл. 4.3, для варіанту №2 $t_{факт} < t_{st}$ **,** що вказує на відсутність статистично достовірної різниці між середніми значеннями біопараметра у контрольному та досліджуваному варіанті, а значить якість ґрунту знаходиться на тому ж рівні, що і в контрольному досліді, тобто ґрунт не має токсичних властивостей. Для

варіанту №3 $t_{факт.} \geq t_{st}$. Це свідчить про те, що процеси росту рослин на ґрунті, відібраному з поля Континентал Фармерз Групп, де вирощували соняшник, дійсно пригнічені і достовірно відрізняються від аналогічних параметрів рослин контрольного досліду. Отже, досліджуваний зразок ґрунту, на якому вирощувався соняшник, має фітотоксичні властивості.

4.5. Результати біоіндикації стану прилеглих до полів з соняшником територій за індексом тривалості життя хвої сосни звичайної

Для проведення експрес-оцінки впливу десикантів, які використовуються при вирощуванні соняшнику, на стан прилеглих до полів з соняшником територій нами були обрали такі ключові ділянки:
№1 - контрольна ділянка в заказнику «Суразька дача» (умовно чиста);
№2 - ділянка поблизу поля, де вирощувався соняшник і застосовувалися десиканти (північна околиця);
№3 - ділянка поблизу поля, де вирощувався соняшник і застосовувалися десиканти (південна околиця);
№4 - ділянка соснової лісопосадки на віддалі 500 м на північ від поля, де вирощувався соняшник і застосовувалися десиканти.
Для визначення тривалості життя хвої, користуємося схемою (див. рис.4.2).

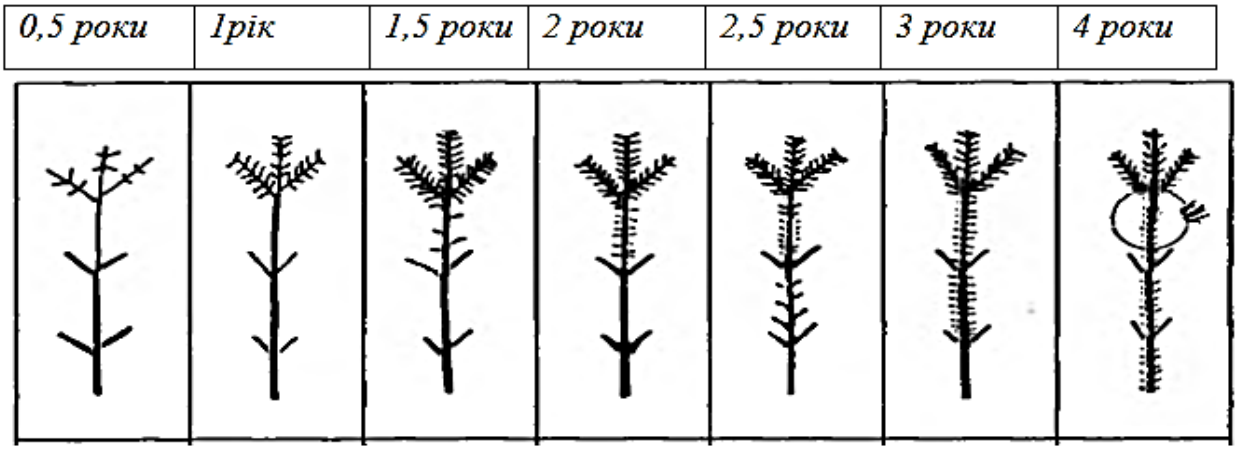


Рис. 4.2. Схема визначення тривалості життя хвої

Отримані дані заносимо у таблицю 4.4.

Таблиця 4.4 **Результати дослідження тривалості життя хвої сосни на різних ділянках**

Вік хвої	Позначення індексу дерев з певною трива-лістю життя	Ділянка №1		Ділянка №2		Ділянка №3		Ділянка №4	
		Досліджено дерев:		Досліджено дерев:		Досліджено дерев:		Досліджено дерев	
		Кіль-кість	% від заг. кількості	Кіль-кість	% від заг. кілько-сті	Кіль-кість	% від заг. кіль-кості	Кіль-кість	% від заг. кіль-кості

		20	100%	20	100%	20	100%	20	100%
4 роки	B_1	17	85%	Суцільне всихання хвої сосни		3	15%	5	25%
3 роки	B_2	3	15%			7	35%	12	60%
2 роки	B_3	-	-			10	50%	3	15%

За результатами досліджень, користуючись формулою (3.2), визначаємо індекс тривалості життя хвої (Q).

Ділянка № 1: $Q = \frac{3*17 + 2*3 + 1*0}{17 + 3 + 0} = 2{,}85$

Ділянка № 3: $Q = \frac{3*3 + 2*7 + 1*10}{3 + 7 + 10} = 1{,}65$

Ділянка № 4: $Q = \frac{3*5 + 2*12 + 1*3}{5 + 12 + 3} = 2{,}10$

Аналізуючи наведені вище дані та зважаючи на те, що чим більшим є значення показника Q, тим нижчим є рівень забруднення повітря, можна зробити висновок про те, що найменш забрудненим є повітря на ділянці №1, що є цілком зрозумілим, оскільки дана ділянка знаходиться віддалено від полів і не зазнає антропогенного навантаження. На ділянці №2 спостерігаємо повне всихання хвої в результаті застосування десикантів та дії вітрів у північному напрямку у момент розпилювання за допомогою аеротехніки (додаток К). На ділянці №3 відзначається значне зниження індексу тривалості життя хвої, що свідчить про небезпечний рівень забруднення атмосферного повітря. Хоча вітер дув у протилежному напрямку, все ж дана територія зазнала негативного впливу в результаті розпилювання десикантів. На ділянці №4 значення Q вказує на той факт, що негативний вплив десикантів на якість середовища відчувається навіть на відстані 500 м від с/г угідь (рис. 4.3).

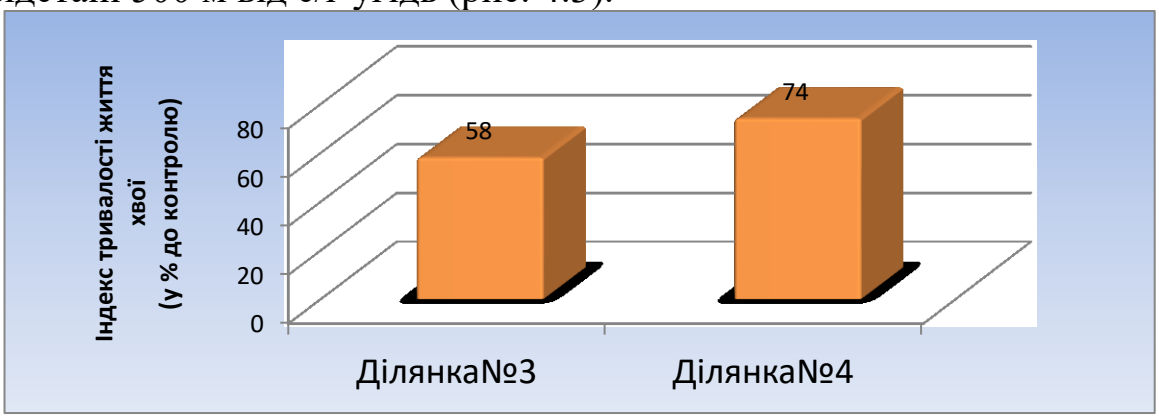


Рис.4.3. Порівняння індексу тривалості життя хвої за впливу десикантів (у % до контролю)

4.6. Експрес-оцінка забруднення повітря прилеглих до полів з соняшником територій на основі некротичних ушкоджень хвої сосни

Дослідивши 50 хвоїнок на пагонах другого року життя сосни звичайної (додаток Л) та здійснивши оцінку класу пошкодження та класу всихання хвої за даними рис. 3.1, розподіляємо хвою на різні класи (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Розподіл хвої за класами пошкодження та всихання (у %)

Класи пошкодження	**1**	**2**	**3**			
Класи всихання	**1**	**1**	**1**	**2**	**3**	**4**
Ділянка 1	84	10	2	2	2	-
Ділянка 2	0	0	0	0	0	100
Ділянка 3	6	12	36	24	14	8
Ділянка 4	14	64	16	2	2	2

Здійснюємо оцінку ступеня забруднення повітря за класом пошкодження хвої на пагонах другого року життя з врахуванням віку хвої за допомогою таблиці «Експрес-оцінка забруднення повітря» (додаток Ж). Результати заносимо у табл. 4.6.

Таблиця 4.6 Якість повітря на різних моніторингових ділянках

	Максимальний вік хвої	Клас пошкодження хвої на пагонах другого року життя	Якість повітря
Ділянка 1	4	1	I (ідеально чисте повітря)
Ділянка 2	Суцільне всихання хвої сосни		
Ділянка 3	2	3	IV (забруднене повітря)
Ділянка 4	3	2	III (відносно чисте повітря)

Отримані нами результати співпадають із результатами біоіндикації стану прилеглих до полів з соняшником територій за індексом тривалості життя хвої сосни звичайної. А саме: на ділянці №1- повітря ідеально чисте; на ділянці №2 - суцільне всихання хвої сосни, що є результатом застосування десикантів за допомогою аеротехніки та дії вітрів у північному напрямку; на ділянці №3 - забруднене повітря, що викликає тривогу; на ділянці №4 - відносно чисте повітря (хоча ділянка розташована на відстані 500 м від поля, де застосовували десиканти, проте їхній негативний вплив є суттєвим).

4.7. Порівняння отриманих результатів з офіційними джерелами

У результаті проведених досліджень ми встановили, що неправильне ведення сільського господарства та гонитва за

прибутками веде до погіршення стану довкілля. Ці припущення співзвучні із висновками обласного Управління екології та природних ресурсів. Зокрема, у Регіональній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області відзначається, що основними антропогенними факторами, що впливають на стан земель та довкілля, є сільське господарство [30]. Недосконаліть нормативно-правової бази земельних відносин та відсутність дієвого державного контролю за використанням і охороною ґрунтів спонукає більшість тимчасових землекористувачів не звертати увагу на необхідність підтримки родючості ґрунтів у належному стані.

Порушена нами проблема виснаження ґрунту, зростання його токсичності при надмірному використанні хімічних речовин піднімається науковцями області. Зокрема, Костишин Н. С. к.е.н., доцент Чортківського навчально-наукового інституту підприємництва і бізнесу (ТНЕУ) вказує на необхідність застосування екологічного аудиту для забезпечення сталого розвитку [17].

Отже, провівши за допомогою ростового тесту лабораторні дослідження проб ґрунту з поля, де вирощувався соняшник, ми виявили погіршення якості ґрунту, зростання рівня фітотоксичного ефекту, причиною чого може бути інтенсивне застосування пестицидів та виснаження грунту в результаті вирощування соняшнику в коротких сівозмінах. Одержані результати експрес - оцінки стану повітря прилеглих до полів територій на основі некротичних ушкоджень хвої сосни та індексу тривалості життя хвої вказують на значне забруднення атмосферного повітря та шкідливий вплив десикантів на стан прилеглих до полів територій.

ВИСНОВКИ

Отже, у результаті опрацювання відповідної літератури, статистичних звітів, аналізу результатів візуальних спостережень та лабораторних досліджень було встановлено:

1. В області, як і по всій Україні, є високими темпи зростання виробництва соняшнику, спостерігається перерозподіл посівних площ сільськогосподарських рослин в бік стрімкого зростання посівних площ під соняшник.

2. Більшість аграріїв не дотримується встановлених сівозмін, тому термін ротації соняшнику в сівозміні скоротився до трьох-п’яти років.

3. У результаті порушення сівозмін під час вирощування соняшнику задля захисту культури від бур’янів і збудників хвороб сільгоспвиробники інтенсивно застосовують пестициди, внаслідок чого токсичність ґрунтів поступово зростає, про що свідчать результати ростового тесту, експериментально визначене значення фітотоксичного ефекту.

4. Обов’язковим агротехнічним прийомом при вирощуванні соняшнику є застосування десикантів, проте при порушенні регламентів їхнього використання здійснюється значний негативний вплив на екологічний стан прилеглих до полів територій, спостерігається всихання соснових посадок.

5. На територіях, прилеглих до поля, де застосовувалися десиканти, відзначається значне зниження якості середовища, про що свідчить визначений нами індекс тривалості життя хвої, ступінь некротичних уражень хвої сосни.

6. Враховуючи той факт, що економічна ситуація в Україні зумовлює необхідність пошуку простих і дешевих варіантів визначення стану середовища, необхідно пропагувати методику визначення якості ґрунту за реакціями живих систем, а саме за допомогою «ростового тесту», що є відносно простим для виконання, а також високочутливим і відтворювальним.

7. Необхідно використовувати матеріали досліджень у просвітницькій діяльності серед населення краю, для подальшого проведення екологічного моніторингу та мотивації власників та орендаторів земельних ділянок щодо дотримання встановлених сівозмін, правил застосування хімічних речовин.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

За результатами науково-дослідницької роботи розроблені рекомендації, що подані голові Шумської ОТГ, оприлюднені у зверненні до керівників сільгосппідприємств:

1. Необхідно дотримуватися усіма господарствами встановлених сівозмін.
2. Підвищити відповідальність за порушення вимог земельного законодавства щодо дотримання встановлених сівозмін вирощуваних культур.
3. Застосовувати екологічний аудит на сільськогосподарських підприємствах.
4. Дотримуватися регламентів проведення десикації:

- використовувати десикантів лише у відповідності до Переліку пестицидів, дозволених до використання в Україні;
- враховувати зону санітарного розриву від населених пунктів (не менше 300 м), швидкість та напрям вітру (до 3 м/с (дрібнокрапельне) і 4 м/с (крупнокрапельне), не допускати зносу шлейфу від обприскувача на прилеглі території;
- обов'язково проводити завчасне попередження населення про проведення робіт із застосування пестицидів та виставляти попереджувальні написи;
- в разі використання авіації для проведення десикації використовувати лише ті десиканти, що дозволені для авіаційної обробки;
- звернути увагу на убезпечення ураження бджіл при проведенні десикації. **Вважаємо доцільним продовжити дослідження за такими напрямами:**

1. Здійснити хімічний аналіз проб ґрунту для встановлення зв'язку між фітотоксичним ефектом та вмістом різних хімічних сполук у ґрунті.
2. Визначити вплив культури соняшнику в системі короткоротаційних сівозмін на водний режим грунту, накопичення у грунті продуктивної вологи.
3. Дослідити вплив насичення сівозмін соняшником на фітосанітарний стан грунту.
4. Провести аналіз впливу десикантів, які використовуються при вирощуванні соняшнику, на стан популяцій бджіл.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ашихмина Т. Я. Школьный экологический моніторинг : учебно-метод. пособие. М. : АГАР, 2000. 178 с.
2. Бардина Т. В., Чугунова М. В., Бардина В. И. Изучение экотоксичности урбаноземов методами биотестирования [Електронний ресурс] - *Живые и биокосные системы.* 2013. №5. Режим доступу: http://www.jbks.ru/archive/issue-5/article-8 (дата звернення 20.01.2021).
3. Берестецкий О. Методы определения токсичности почв. Киев : Урожай, 1971. С. 139–243.
4. Бешлей З. М., Бешлей С. В., Баранов В. І., Терек О. І. Використання рослинних тест-систем для оцінки токсичності техногенно забруднених субстратів. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. Серія: Біологія. 2014, Вип. 1 (31). С. 97–102.
5. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Мелехова О.П., Егорова Е. И, Евсеева Т. И. [и др.]; под. ред. О. П. Мелеховой и Е. И. Егоровой. М. : Академия, 2007. 288 с.
6. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / А. І. Горова, А. В. Павличенко, О.О. Борисовська, В.Ю. Ґрунтова, О.В. Деменко; Д. : Національний гірничий університет, 2014. 76 с.
7. Бойко П. Вирощування соняшнику в сівозмінах. *Пропозиція*. 2000. №4. С. 36-38.
8. Гаврилюк М.М. Олійні культури в Україні: навчальний посібник / за ред. В.Н. Салатенко. – 2-ге вид. перероб. і допов. К. : Основа, 2008. 420 с.
9. Головне управління статистики у Тернопільській області [Електронний ресурс]: офіц. веб-портал Головного управління статистики у Тернопільській області. Режим доступу: http://www.te.ukrstat.gov.ua/statinfo.html (дата звернення 20.01.2021).
10. Губачов О. І. Особливості використання рослин для біотестування ґрунтів з метою визначення рівня екологічної безпеки промислових територій. *Наук. вісн. КУЕІТУ. Нові технології*. 2010. № 3 (29). С. 164–171.
11. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]: офіц. веб-портал Держ. служби статистики України / Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/ (дата звернення 20.01.2021).

12. Джура Н. М., Романюк О. І., Гонсьор Ян, Цвілинюк О. М., Терек О. І. Використання рослин для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і нафтопродуктами. *Екологія та ноосферологія*. – 2006. – Т. 17, Вип. 1–2. – С. 55– 60.

13. Дідух Я. П. Фітоіндикація екологічних факторів. Відп.ред. К. М. Ситник ; Акад. наук України, Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного. К.: Наук. думка, 1994. 280 с.

14. Дмитриев Е.А. Математическая статистика в почвоведении. М.: Изд. Московского университета, 1972. 293 с.

15. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1990. 206 с.

16. Еремченко О. З., Москвина Н. В., Шестаков И. Е., Швецов А. А. Использование тест-культур для оценки экологического состояния городских почв. *Вестник ТГУ*. 2014. Т.19, Вып.5. С. 1280–1284.

17. Костишин Н. С. Застосування екологічного аудиту на сільськогосподарських підприємствах за умов сталого розвитку. *Економічний форум*. 2014. № 2. С. 239-247.

18. Кирпа М. Хімічне сушіння: десикація рослин та особливості її проведення. *Пропозиція.* 2012. № 8. С. 84–87.

19. Лакин Г. Ф. Биометрия: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М. : Высшая школа, 1990. 352 с.

20. Лебідь Є. Структура посівних площ і сівозмін в умовах недостатнього зволоження. *Пропозиція*. 2000. №7. С. 38-40.

21. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ “Українські технології”, 2006. 730 с.

22. Литвинов Д. В. Влияние культуры подсолнечника на водный и питательный режимы почвы в системе короткоротационных севооборотов. *Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. Всерос. НИИ масличных культур*. — 2013. — Вып. 1 (153 – 154). — С. 69 – 74.

23. Лівкович В. О., Муж Г. В. Біоіндикація забруднення атмосферного повітря за станом *Pinus sylvestris L. Біологічні дослідження*. 2018. С. 40-42.

24. Літвінов Д. В. Формування водного режиму ґрунту в системі короткоротаційних сівозмін. *Вісник аграрної науки*. - 2015. - № 11. - С. 13-18. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2015_11_5 (дата звернення 20.01.2021).

25. Малина Г. Десикація соняшнику [Електронний ресурс]- 2016. – Режим доступу до ресурсу:

https://www.syngenta.ua/news/sonyashnik/desikaciya-sonyashniku (дата звернення 20.01.2021).

26. Масленникова Н. П. Школьные исследования по экологии растений : учебно – методическое пособие. Новокузнецк : Издательство ИПК, 2000. 156 с.

27. Пабат І. А. Індустріальна технологія вирощування соняшнику. *Вісник аграрної науки.* 2004. № 12. С. 16.

28. Про затвердження нормативів оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах : постанова Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2010 р. №164 // Офіційний вісник України. – 2010. - №13 – ст. 613.

29. Посевная 2021: структура посевов, затраты, прогнозы и ожидания агрохолдингов [Електронний ресурс] // https://latifundist.com/. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://latifundist.com/spetsproekt/788-posevnaya-2021-struktura-posevov-zatraty-prognozy-i-ozhidaniya-agroholdingov (дата звернення 10.04.2021).

30. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області [Електронний ресурс] - Електрон. дані / Режим доступу: http://ecoternopil.gov.ua/index.php/stan-dovkillya/reg-dopovid (дата звернення 20.01.2021).

31. Хомяк П., Андрійченко Л. Вирощування соняшнику в коротких сівозмінах. *©Пропозиція - Головний журнал з питань агробізнесу*. [Електронний ресурс] -Режим доступу: https://propozitsiya.com/ua/viroshchuvannya-sonyashniku-v-korotkih-sivozminah (дата звернення 20.12.2020).

32. Sunflowerseed Oilseed Area Harvested by Country in 1000 HA [Електронний ресурс] – Режим доступу : https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=sunflowerseed-oilseed&graph=area-harvested (дата звернення 07.03.2021).

33. Sunflowerseed Oilseed Production by Country in 1000 MT [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=sunflowerseed-oilseed&graph=production (дата звернення 07.03.2021).

34. Sunflowerseed Oil Exports by Country in 1000 MT [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=sunflowerseed-oil&graph=exports (дата звернення 07.03.2021).

ДОДАТКИ

Додаток А

Динаміка посівних площ сільськогосподарських культур, тис. га (за даними Державної служби статистики України)

	Уточнена посівна площа сільськогосподарських культур, тис.га					Площа насаджень культур плодових та ягідних (загальна)[1]
	культури зернові та зернобобові	буряк цукровий фабричний	соняшник	картопля	культури овочеві	
1991	14671	1558	1601	1533	477[2]	842
1992	13903	1498	1641	1702	500[2]	834
1993	14305	1530	1637	1552	474[2]	818
1994	13527	1485	1784	1532	461	804
1995	14152	1475	2020	1532	507	794
1996	13248	1359	2107	1547	479	772
1997	15051	1104	2065	1579	483	752
1998	13718	1017	2531	1513	461	468
1999	13154	1022	2889	1552	499	450
2000	13646	856	2943	1629	541	425
2001	15586	970	2502	1604	492	402
2002	15448	897	2834	1590	482	369
2003	12495	773	4001	1585	483	338
2004	15434	732	3521	1556	478	316
2005	15005	652	3743	1514	467	299
2006	14515	815	3964	1464	471	281
2007	15115	610	3604	1453	454	271
2008	15636	380	4306	1413	460	267
2009	15837	322	4232	1409	453	260
2010	15090	501	4572	1408	465	255
2011	15724	532	4739	1439	501	255
2012	15449	458	5194	1440	498	255
2013	16210	280	5051	1388	488	253
2014[3]	14801	331	5257	1348	467	239
2015[3]	14739	237	5105	1291	446	235
2016[3]	14401	292	6073	1312	447	224
2017[3]	14624	316	6034	1323	445	226
2018[3]	14839	276	6117	1319	439	228
2019[3]	15318	222	5928	1309	452	225

[1] Без урахування площі ягідників у міжряддях садів.

[2] Овочі відкритого ґрунту.

[3] Дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

Додаток Б

Динаміка посівних площ під основні сільськогосподарські культурив Тернопільській області (За даними Головного управління статистики у Тернопільській області)

	Посівна площа сільськогосподарських культур (уточнена), тис.га					Площа насаджень культур плодових та ягідних (загальна)
	культури зернові та зернобобові	буряк цукровий фабричний	соняшник	картопля	культури овочеві	
1995	383,1	92,9	0,1	63,7	11,0	15,6
1996	380,3	91,4	0,2	64,3	11,6	15,5
1997	408,4	79,0	0,5	64,6	11,8	15,2
1998	419,1	81,8	0,4	60,5	7,9	7,5
1999	378,8	74,3	1,2	61,6	9,3	7,5
2000	406,7	73,0	1,6	72,8	13,0	7,5
2001	453,1	83,9	0,9	64,5	10,5	7,0
2002	416,9	76,2	1,0	65,1	10,0	6,9
2003	378,9	56,5	1,5	67,7	10,6	6,4
2004	445,5	52,2	1,3	61,5	9,3	6,4
2005	451,1	56,3	1,2	58,1	9,5	6,5
2006	433,9	76,2	4,4	57,9	9,4	6,5
2007	441,8	59,6	3,1	58,4	8,8	6,3
2008	488,0	42,9	7,1	57,8	9,6	6,2
2009	477,6	37,9	5,5	57,1	9,3	6,2
2010	465,9	61,2	11,9	57,4	9,7	6,3
2011	468,9	60,6	13,5	65,5	11,5	6,1
2012	505,0	47,0	14,4	65,9	10,8	6,6
2013	493,9	36,3	13,5	63,3	11,4	6,8
2014	483,5	37,4	19,4	63,5	11,4	6,7
2015	446,9	16,5	31,3	57,9	11,6	6,7
2016	470,3	22,6	56,4	59,0	11,7	6,7
2017	457,5	30,0	81,1	56,5	11,4	6,6
2018	463,2	34,4	70,8	56,2	11,4	6,7
2019	471,5	23,7	59,3	57,0	11,9	6,7
2020	484,7	18,0	88,1	56,5	11,2	

Додаток В

Динаміка виробництва сільськогосподарських культур в Тернопільській області (За даними Головного управління статистики у Тернопільській області)

Обсяг виробництва (валовий збір) сільськогосподарських культур, тис.ц					
Роки	культури зернові та зернобобові[1]	буряк цукровий фабричний	соняшник	картопля	культури овочеві
1995	12037,9	20109,9	1,5	5504,5	1180,8
1996	8688,4	20801,2	3,0	9457,4	1283,2
1997	10866,1	14289,2	5,2	6511,5	1384,6
1998	7583,1	12901,8	2,0	6288,9	889,7
1999	6633,6	13741,9	9,7	6345,9	942,0
2000	7405,7	12023,4	9,5	10429,8	1399,5
2001	8060,7	15716,1	6,0	6393,4	1178,0
2002	9080,4	12038,0	6,5	7945,5	1298,9
2003	7361,9	11022,6	13,4	7769,6	1555,7
2004	10346,1	12796,2	7,0	8026,9	1228,4
2005	10448,4	14761,2	13,7	6817,3	1452,0
2006	9052,6	22371,2	44,1	8066,4	1610,6
2007	11254,5	20584,3	29,7	8940,4	1701,8
2008	15980,3	14031,9	108,9	7885,6	2056,7
2009	15739,2	12087,3	96,6	9157,9	1882,6
2010	12609,8	15546,1	132,9	8307,2	1935,3
2011	18828,0	19887,0	222,1	12471,2	2522,9
2012	21638,4	18923,5	230,9	12846,1	2548,1
2013	22288,5	10025,8	298,5	12062,6	2521,7
2014	26514,3	17341,0	420,9	12826,8	2707,7
2015	21990,5	7266,0	747,4	9277,8	2554,4
2016	24486,1	9941,6	1491,3	9869,7	2593,1
2017	26222,9	17366,7	2341,6	9912,8	2742,5
2018	26318,9	17030,7	1905,7	10358,4	2653,3
2019	26998,5	11770,7	2156,2	9606,0	2828,8

Додаток Г

Нормативи оптимального співвідношення культур у сівозмінах в різних природно-сільськогосподарських регіонах (Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2010 р. N 164)

Природно-сільсько-господарський регіон	Структура посівних площ (у відсотках)							
	Зернові та зерно бобові культури	Технічні культури			Картоплятаовоче-баштанніпродукти	Кормові культури		Чорний пар
		Усього	У тому числі			Усього	У тому числі багаторічні трави	
			Ріпак	Соняшник				
Поліський	35-80	3-25	0,5-4	0,5	8-25	20-60	5-20	
Лісостеповий	25-95	5-30	3-5	5-9	3-5	10-75	10-50	
Північно-степовий	45-80	10-30	10	10	до 20	10-60	10-16	5-14
Південно-степовий, у т.ч. в умовах зрошення	40-82	5-35	5-10	12-15	до 20	до 60	до 25	18-20
Перед карпатський	25-60	5-10	5-7		8-20	25-60	10-40	

Допустимі нормативи періодичності вирощування культури на одному і тому самому полі становлять:

для озимих жита і ячменю, ячменю ярого, вівса, гречки - не менше ніж через один рік;

для пшениці озимої, картоплі, проса - не менше ніж через два роки;

для кукурудзи в сівозміні або на тимчасово виведеному із сівозміни полі - протягом двох - трьох років поспіль;

для багаторічних бобових трав, зернобобових культур (крім люпину), буряку цукрового і кормового, ріпаку озимого і ярого - не менше ніж через три роки; для льону - не менше ніж через п'ять років;

для люпину, капусти - не менше ніж через шість років;

для соняшника - не менше ніж через сім років.

Додаток Д

Загальні поняття про десиканти

Десиканти - це хімічні препарати, які застосовуються в аграрній галузі з метою створення сприятливих умов для рівномірного і більш швидкого дозрівання культур. Препарати добре справляються із завданням підсушування рослин, припиняючи надходження їх частинам вологи з кореневої системи. Завдяки **обробці полів десикантами**, сільгоспвиробники отримують можливість збирати врожай в оптимальні терміни.

Є такі різновиди десикантів:

Препарати на основі диквату просушують рослину при безпосередньому контакті, не потрапляючи на коріння, їхня дія швидка. Також вони зберігають властивості зерна, збільшуючи його олійність та класність;

репарати на основі гліфосату, потрапляючи на рослину, поступово висушують всі органи. Їх дія довготривала. Вона поширюється на кореневу і надземну частину рослини.

В Україні найчастіше застосовують такі препарати: Альфа Хімгруп (Альфа дикват), Хімагромаркетинг (дикват), Акваріус (Диктор), Нертус (Скорпіон), БЕСТ (Юстон).

Всі вищевказані препарати відмінно підходять для підсушування насіння соняшника. Дія десиканта Скорпіон, наприклад, помітно вже на наступний день після обробки площ: на листі рослин починають з'являтися білі плями. Повністю ефект від застосування даного засобу настає приблизно через 1-2 тижні, коли соняшник готовий до збирання.

Істотно прискорює період дозрівання насіння та внесення препарату Альфа дикват, який дозволяє приступати до збирання врожаю соняшника приблизно на 10 днів раніше запланованих термінів. Контактний десикант Юстон може застосовуватися для передзбиральної підсушування не тільки соняшнику, а й зернових культур або ріпаку. Саме збирання можна проводити вже через 5-7 днів після обробки.

Додаток Е

Повідомлення ЗМІ про наслідки десикації на Тернопільщині

Селяни Залісців, що на Тернопільщині, впевнені - їх систематично труять аграрії, бризкаючи з неба навколишні поля. Власну боротьбу з

тамтешнім агропідприємством розпочала мама 6-річної дівчинки, яка знепритомніла просто дорогою зі школи. Мама певна - дитина занедужала якраз після обробки полів, йдеться у сюжеті ТСН. 08 09.2018 р.19:30.

Жителі кількох населених пунктів кажуть, їхній стан різко погіршується, коли йде обробка полів з літаків

Сильний головний біль та нудота вклали дитину на лікарняне ліжко.

«Інтоксикація якась ішла, звідки — я не знаю цього», - каже в.о. головного лікаря Вишнівецької районної лікарні Сергій Яковлєв і не виключає, що такі наслідки можуть бути і від обприскування полів. Більше читайте тут: https://tsn.ua/ukrayina/na-ternopilschini-selyani-vinuvatyat-agrariyiv-u-nedugah-ta-otruyennyah-1213986.html

Додаток Є

Шкала рівнів токсичності ґрунтів (Джура та ін., 2006)

Фітотоксичний ефект, %	Рівень токсичності
0-20	Відсутність або слабкий рівень
20,1-40	Середній рівень
40,1-60	Вище середнього рівня
60,1-80	Високий рівень
80,1-100	Максимальний

Додаток Ж

Експрес-оцінка забруднення повітря

Максимальний вік хвої	Клас пошкодження хвої на пагонах другого року життя		
	1	2	3
4	I	I - II	III
3	I	II	III - IV
2	II	III	IV
2	-	IV	IV - V
1	-	IV	V - VI
1	-	-	VI

Примітка. I − повітря ідеально чисте; II − чисте; III − відносно чисте («норма»); IV − забруднене («тривога»); V − брудне («небезпечно»); VI − дуже брудне («шкідливо»); «−» − неможливе поєднання.

Додаток З

Закладання досліду «Біотестування проб грунту»

Додаток И

Пророщування тест-культури на різних пробах ґрунту

Додаток І

Висота надземної частини (см) тест-культури, пророщеної на різних пробах грунту

№	**Ділянка №1**			**Ділянка №2**			**Ділянка №3**		
	Повторність 1	Повторність 2	Повторність 3	Повторність 1	Повторність 2	Повторність 3	Повторність 1	Повторність 2	Повторність 3
1	14,9	14,4	14,3	12,3	14,5	14,1	12,1	12,3	11,9
2	14,4	14,3	14,2	12,1	13,9	14,2	12,1	12,1	12,1
3	14,7	14,2	14,6	13,5	13,8	12,2	12,1	13,5	12,2
4	14,1	14,6	14,7	14,1	12,9	12,9	12,8	12,1	12,1
5	17,6	14,6	14,1	14,2	14,4	14,5	12,1	12,1	12,1
6	14,5	14,1	14,3	13,5	13,8	12,2	12,1	11,2	12,1
7	14,7	14,3	14,7	14,1	12,9	12,9	12,8	11,9	12,2
8	14,8	14,8	14,8	14,2	14,4	14,5	11,9	11,7	12,6
9	14,7	14,7	14,7	12,2	14,3	13,9	12,2	12,2	12,2

10	14,5	14,5	14,5	12,9	14,5	13,8	12,1	11,9	11,9
11	14,6	14,6	14,6	12,9	13,9	12,9	12,9	11,9	12,1
12	13,8	14,6	14,8	12,3	13,8	14,4	12,3	12,3	12,3
13	14,5	14,4	14,5	13,6	12,9	14,5	12,1	12,1	12,1
14	14,4	14,4	14,4	11,8	14,4	13,9	11,8	11,8	11,8
15	14,3	14,7	14,3	12,2	14,7	13,8	12,2	12,2	12,2
16	14,2	14,5	14,2	12,9	14,5	12,9	11,8	12,9	12,2
17	14,5	14,1	14,7	13,9	13,9	14,4	12,2	13,1	11,9
18	14,5	14,6	14,6	13,8	13,9	14,3	11,9	11,8	12,9
19	14,5	14,4	14,1	12,9	14,1	13,8	12,2	12,1	12,9
20	14,3	-	14,3	14,1	-	-	12,2	-	-

«-» - означає, що рослина не проросла

Додаток Ї

Математичні розрахунки числа критерію достовірності та числа ступенів свободи

Ділянка №2

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}} = \frac{|14{,}278 - 13{,}152|}{\sqrt{\frac{3{,}701535}{20} + \frac{6{,}889904}{20}}} = \frac{1{,}127}{\sqrt{0{,}185077 + 0{,}344495}} = \frac{1{,}127}{\sqrt{0{,}529572}} = =$$

$$\frac{1{,}127}{0{,}727717} = 1{,}548221 \approx 1{,}54 \qquad t_{факт.} = 1{,}54$$

Знайдемо число ступенів свободи як для рівночисельних вибірок за формулою: $k = n - 1 + \frac{2n-2}{s_1^2/s_2^2 + s_2^2/s_1^2} = 19 + \frac{2\times 20 - 2}{3{,}701535/6{,}889904 + 6{,}889904/3{,}701535} =$

$= 19 + \frac{38}{0{,}537240 + 1{,}861364} = 19 + \frac{38}{2{,}398604} = 19 + 15{,}84255 = 34{,}84255 \approx 35$

За таблицею «Критичні точки t-критерію Стьюдента» (див. додаток Й) для рівня значимості **P=0,05** і числа ступенів свободи ***k=35*** знаходимо, що $\mathbf{t_{st}=2{,}02}$. Оскільки $t_{факт} < t_{st}$, то це свідчить про те, що якість грунту на ділянці №2 знаходиться на тому ж рівні, що і в контрольному досліді,

Ділянка №3

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}} = \frac{|14{,}278 - 11{,}782|}{\sqrt{\frac{3{,}701535}{20} + \frac{5{,}094307}{20}}} = \frac{2{,}497}{\sqrt{0{,}185077 + 0{,}254715}} = \frac{2{,}497}{\sqrt{0{,}439792}} = = \frac{2{,}497}{0{,}663168} =$$

$3{,}764756 \approx 3{,}76 \qquad t_{факт.} = 3{,}76$

Знайдемо число ступенів свободи як для рівночисельних вибірок за формулою: $k = n - 1 + \frac{2n-2}{s_1^2/s_2^2 + s_2^2/s_1^2} = 19 + \frac{2\times 20 - 2}{3{,}701535/5{,}094307 + 5{,}094307/3{,}701535} =$

$= 19 + \frac{38}{0{,}726602 + 1{,}376269} = 19 + \frac{38}{2{,}102871} = 19 + 18{,}07053 = 37{,}07053 \approx 37$

За таблицею «Критичні точки t-критерію Стьюдента» (див. додаток Й) для рівня значимості **P=0,05** і числа ступенів свободи ***k=37*** знаходимо, що $\mathbf{t_{st}=2{,}02}$.

Оскільки $t_{факт.} \geq t_{st}$, то це свідчить про те, що процеси росту рослин на ґрунті ділянки №3 дійсно пригнічені і ґрунт має токсичні властивості.

Додаток Й

Критичні точки t- критерію Стьюдента при різних рівнях значимості α

Число ступенів свободи k	α, %			Число ступенів свободи k	α, %		
	5	1	0,1		5	1	0,1
1	12.71	63,66	64,60	18	2,10	2,88	3,92
2	4,30	9,92	31,60	19	2,09	2,86	3,88
3	3,18	5,84	12,92	20	2,09	2,85	3,85
4	2,78	4,60	8,61	21	2,08	2,83	3,82
5	2,57	4,03	6,87	22	2,07	2,82	3,79
6	2,45	3,71	5,96	23	2,07	2,81	3,77
7	2,37	3,50	5,41	24	2,06	2,80	3,75
8	2,31	3,36	5,04	25	2,06	2,79	3,73
9	2,26	3,25	4,78	26	2,06	2,78	3,71
10	2,23	3,17	4,59	27	2,05	2,77	3,69
11	2,20	3,11	4,44	28	2,05	2,76	3,67
12	2,18	3,05	4,32	29	2,05	2,76	3,66
13	2,16	3,01	4,22	30	2,04	2,75	3,65
14	2,14	2,98	4,14	40	2,02	2,70	3,55
15	2,13	2,95	4,07	60	2,00	2,66	3,46
16	2,12	2,92	4,02	120	1,98	2,62	3,37
17	2,11	2,90	4,97	∞	1,96	2,58	3,29
P	0,05	0,01	0,001	–	0,05	0,01	0,001

Додаток К

Повне всихання хвої на ділянці №2 в результаті застосування десикантів та дії вітрів у північному напрямку у момент розпилювання за допомогою аеротехніки.

Додаток Л

Різні класи пошкодження хвої сосни звичайної

ВІДДІЛЕННЯ ХІМІЇ ТА БІОЛОГІЇ

СЕКЦІЯ «ПСИХОЛОГІЯ»

ПСИХОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ СТРАХІВ У СТАРШИХ ПІДЛІТКІВ ТА СТАРШОКЛАСНИКІВ

Роботу виконав:
Яцентюк Олесь Андрійович
учень11 класу
Лановецького закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів № 2 Лановецької міської ради

Науковий керівник:
Матевощук Іванна Петрівна,
практичний психолог
Лановецького закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів № 2 Лановецької міської ради

Психологічні особливості страхів у старших підлітків та старшокласників

Яцентюк Олесь Андрійович*; Лановецький заклад загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів № 2 Лановецької міської ради; 11 клас*

Науковий керівник: *Матевощук Іванна Петрівна, практичний психолог Лановецького закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів № 2 Лановецької міської ради*

Дослідницьку роботу присвячено аналізу переживань страху як базової емоції і психологічного феномену, зокрема в учнів 9-11 класів освітнього закладу.

Досліджено особливості прояву страхів у підлітків та старшокласників за допомогою психодіагностичних методів: опитувальника схильності до переживань окремих видів страху, методики незакінчених речень.

Проаналізовано наукову літературу щодо тлумачення поняття страху у вітчизняній і зарубіжній психології.

Показано відмінності у переважанні певних видів страху серед старших підлітків та старшокласників, це можна відзначити як особливість кожної вікової категорії досліджуваних. На основі емпіричних досліджень підтверджено теоретичні відомості науковців про те, що страх притаманний дітям різних вікових категорій, проте сила його прояву і різновид змінюється в процесі дорослішання: підлітки найбільше бояться смерті і втрати своїх близьких, страх через поширення коронавірусної хвороби COVID-19, гібридну війну, у випускників відслідковується тривога за майбутнє, за результат здачі ЗНО, страх бути непотрібним і нереалізованим. А це свідчить про те, що в сучасних умовах масової трудової еміграції та безробіття, учні бачать невизначене майбутнє.

Ключові слова: *страх, емоція, тривога, фобія, біологічні страхи, соціальні страхи, екзистенціальні страхи, старший підлітковий вік*.

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Теоретичні засади дослідження страхів у підлітковому та старшому шкільному віці

1.1. Сутність поняття «страх

1.2. Основні підходи до дослідження феномену страху у вітчизняній і зарубіжній психології

1.3. Класифікація страхів у психології

1.4. Особливості прояву страхів у підлітковому та старшому шкільному віці

РОЗДІЛ 2. Емпіричне дослідження страхів у старшому підлітковому та старшому шкільному віці

2.1. Програма емпіричного дослідження страхів у старших підлітків

2.2. Аналіз результатів емпіричного дослідження прояву страхів у старших підлітків та старшокласників

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність. Сьогодні в Україні, в умовах гібридної війни та всесвітньої коронавірусної пандемії, нагнітання страхів створення постійної психічної напруги стало своєрідною психологічною зброєю масового ураження. Коли страх стає домінуючою емоцією, починає керувати думками та поведінкою людини, він призводить до деградації особистості.

Страх − це базова емоція людини, яка є складовою інстинкту самозбереження і, як опорна складова емоційної сфери, супроводжує людину від народження до її останніх днів. Тому вкрай важливо вчасно виявити та усунути причини страху, подолати його в собі. На мою думку, обрана тема є актуальною для особи будь-якого віку, статі, віри чи національності, адже в кожної людини в житті виникає ситуація, коли вона чогось боїться. Зазвичай, страх виникає на підставі життєвого досвіду, він робить особу обережною і має захисне значення. Відчувати страх так само природньо, як дихати, водночас, страх – це оберіг життя. Утім, страх, який проник у свідомість особистості, суттєво впливає на її життя. Він може визначати стратегію поведінки людини і суспільства та бути невід'ємним компонентом менталітету будь-якої нації.

Вміння протистояти страхам є важливою умовою успішної соціалізації та запобігання протиправній поведінці підлітків. Для підлітків подібне уміння вкрай важливе ще й тому, що підлітковий вік є перехідним етапом до дорослого життя.

Страх, який проник у свідомість особистості, суттєво впливає на її життя. Він може визначати стратегію поведінки людини і суспільства та бути невід'ємним компонентом менталітету будь-якої нації. Проблема страху завжди хвилювала людство, тому вона є цікавою і надзвичайно важливою для осмислення та дослідження. Це й зумовило вибір теми нашого дослідження: «Психологічні особливості страхів у підлітків та старшокласників».

Мета наукової роботи полягає у теоретичному обгрунтуванні та емпіричному дослідженні психологічних особливостей прояву страхів у старших підлітків і старшокласників.

Реалізація визначеної мети передбачає **розв'язання таких завдань**:

1. Здійснити теоретичний аналіз основних підходів до тлумачення поняття страху у вітчизняній і зарубіжній психології та проаналізувати основні види страхів.

2. Висвітлити особливості прояву страхів у старших підлітків і старшокласників.

3. Здійснити емпіричне дослідження особливостей прояву страхів у старших підлітків.

4. Сформулювати висновки за результатами наукового дослідження.

Об'єкт дослідження – страх як психологічний феномен.

Предмет дослідження – психологічні особливості страхів у старших підлітків та старшокласників.

Методи дослідження. Для розв'язання визначених завдань нами було використано комплекс *теоретичних методів*: аналізу, синтезу та узагальнення представлених у науковій літературі матеріалів щодо стану досліджуваної проблеми; *емпіричних:* психодіагностичних: методики незакінчених речень, опитувальника схильності до переживання окремих видів страху, опитувальника «Види страху».

Новизна роботи полягає у тому, що у ній досліджуються психологічні особливості переживання страхів сучасними підлітками та старшокласниками в контексті складних сучасних реалій життя.

Практичне значення. Результати та матеріали цієї роботи можуть бути використані під час вивчення на уроках біології, на заняттях секції психології, в корекційній та консультаційній роботі практичного психолога.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, списоку використаних джерела та додатків.

РОЗДІЛ І
ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАХІВ У ПІДЛІТКОВОМУ ТА СТАРШОМУ ШКІЛЬНОМУ ВІЦІ

1.1. Сутність поняття «страх»

Страх – це внутрішній стан, зумовлений загрозою реального або передбаченого лиха [22]. Тому дуже важливо виявити і усунути причини страху, подолати його в собі.

Мабуть, людині, а тим більше дитині, природньо чогось боятись. Вроджені страхи можуть бути корисними для розвитку людини, оскільки вони захищають її від небезпеки і гарантують виживання. Немовлята мають внутрішні страхи, що підвищують імовірність їх зростання у безпеці, наприклад, страх висоти стримує їх від падіння.

Вроджені страхи збільшують вірогідність нашої безпеки ще до того, як ми самі можемо зробити висновки про те, що є безпечним, а що ні. Емоція страху є досить реальною у нашому житті, але ми не можемо сприймати її спокійно, адже під загрозу ставиться наш внутрішній спокій та безпека. Переживання страху запам'ятовується надовго. Такі відчуття проявляються як зовнішньо, так і внутрішньо [18; с.58].

Сьогодення висуває до людини все більш високі вимоги. Для того, щоб бути активним учасником подій, людина має активізувати себе, зокрема розумово, психологічно та фізично, що продукує високий рівень напруженості. Показником успішної діяльності є відсутність психологічного дискомфорту та страхів.

Важливо зазначити, що й досі не існує єдиної теорії страху, незважаючи на очевидну значущість цієї проблеми. У сучасній психології існує певна семантична невизначеність поняття «страх», оскільки дане поняття використовувалося в різних значеннях.

Загалом, у психолого-педагогічній науці і досі залишається більш негативна, ніж позитивна оцінка емоційно-вольової сфери людини. В системі «розум-емоції» емоції вважаються другорядними. Їх частіше розглядають як дезорганізуюче та руйнівне переживання людини, яке має бути підпорядковане розуму і кероване ним. Дана традиція історично склалася в процесі спостереження за такими емоціями, як гнів, лють, паніка, які було легше помітити, і які різко виділялися на загальному більш урівноваженому емоційному фоні життєдіяльності людини.

З точки зору соціальної психології, страх − дуже ефективний механізм соціалізації. Особистість відчуває страх перед світом та

іншими людьми. Так або інакше, страх є тим важелем, що утримує людину в певних межах, регулює її поведінку [18;с. 59].

У психологічних словниках страх трактується як «емоція, що виникає в ситуаціях загрози біологічному чи соціальному існуванню індивіда і спрямована на джерело дійсної чи уявної загрози» [22].

Страхи можуть викликатися зовнішніми небезпеками (природне лихо, напад ворогів), соціальними стосунками (конфлікти, пригнічення, залежність тощо), тими чи іншими культурними традиціями (страх перед потойбічним, страх порушення табу і т.д.). Та, якщо вони диктуються даною конкретною культурою, то мають бути визнані нормальними. Більш поширені навіювані страхи, передані дорослими: «Не підходь – впадеш», «Не бери – обпечешся», «Не гладь – вкусить», «Не відкривай двері – там чужий дядько». Але якщо залякувати «без потреби», про всяк випадок, то дитина може втратити як спонтанність у поведінці, так і впевненість у собі. При надмірній чутливості до страху у дитини може змінитися поведінка, що призводить до невпевненості у собі [18, с.91].

Отже, ми можемо зробити висновок, що страх − це базова емоція людини, яка є складовою інстинкту самозбереження і, як опорна складова емоційної сфери, супроводжує людину від народження до її зрілості.

1.2 Основні підходи до дослідження феномену страху у вітчизняній і зарубіжній психології

У сучасних дослідженнях страх є предметом різнопланового вивчення. Це повязано з прикладною значущістю психологічного феномена.

Зазначимо, що перші спроби описати проблему страху були здійснені філософами різних шкіл та напрямків (Арістотель, Т.Гоббс, Р.Декарт, А. Камю, І. Кант, С. К’єркегор, М. Монтень, Ж.-П.Сартр, Б. Спіноза, П. Тілліх, Л. Фейєрбах та ін.).

У зарубіжній психології проблема страхів детального розгляду набула у працях У. Джемса, М. Кляйн, К. Лоренца, О. Маурера, Дж. Міллера, О. Ранка, А. Ребера, Ф. Рімана, Ч. Спілбергера,З. Фрейда, К. Хорні та ін.

У наукових працях як російських (В. Вілюнас, Л. Виготський, О. Захаров, К. Ізард, П. Каптєрєв, О. Кондаш, М. Левітов, А. Леонова, І. Павлов, А. Прихожан, М. Сєчєнов та ін.), так і вітчизняних психологів (М. Варій, О. Васильєв, Н. Карпенко, О. Кочерга, О. Осадько, С. Панченко, С. Томчук, М. Томчук, Н. Хотенчан та ін.) зроблено вагомий внесок у вивчення проблеми страхів [11, с.198].

Значна кількість досліджень страху як вітчизняних, так і зарубіжних вчених, однак, не призвела до виведення єдиного і загально прийнятого визначення поняття «страх». Трактують це поняття по-різному, а тому важливим завданням для нас було визначення і формулювання базового поняття, проведення аналізу та систематизації існуючих підходів з проблеми страхів.

Вперше наукове вивчення емоцій взагалі, і страху зокрема, можна зустріти у праці Ч. Дарвіна «Вираження емоцій у людини і тварин». Вчений намагався пояснити біологічне походження експресивних рухів при емоціях, і дійшов висновку, що більшість емоційних явищ характерні лише для людини і майже не мають аналогів серед тварин [18;с 60].

У «периферичній» теорії емоцій К. Ланге страх розглядається як базова емоція, яка пов'язана з реакцією на зовнішню загрозу. К. Ланге вважав, що страх –це явище, споріднене з печаллю. Такі висновки він робить на основі фізіологічних реакцій організму: страх призводить до паралізування довільних рухів, а також до судомного стану м'язів, що звужують судини [18, с.60].

У. Джеймс розглядав страх як одну із трьох найсильніших емоцій разом із радістю та гнівом. Дослідник вважав, що страх – непідробний, онтогенетично ранній інстинкт людини. Він вивчав об'єкти, які викликають страх у людини (висоту, павуків, зміїв, шум) і при цьому намагався визначити, чим саме викликаний той чи інший страх – інстинктом чи научінням. Під час аналізу причин страху, У. Джеймс дійшов висновку, що деякі форми страху, як і форми поведінки під час переляку, є рудиментами інстинктів [18, с.61].

У. Мак-Дауголл також розглядав страх як інстинкт. На думку засновника біхевіоризму Дж. Уотсона, страх – це фундаментальна, вроджена емоція, що з'являється з моменту народження. До вроджених емоцій вчений також відніс гнів і любов. До стимулів, які викликають страх у новонароджених, дослідник відносить раптову втрату опори, шум, гучні звуки тощо. У старшому віці страхи з'являються на основі умовних рефлексів; такі набуті страхи є дуже стійким утворенням, і надзвичайно важко їх позбутися [18].

Детального розгляду проблема тривоги і страхів набула у працях З. Фрейда. З.Фрейд виділив три основних види страху: об'єктивний (реальний страх), невротичний і моральний. Об'єктивний страх виникає як реакція нанебезпеку в реальному світі, невротичний – на невідому небезпеку, яка є внутрішньою і свідомо не визнається, моральний страх – «тривожність совісті». Психоаналітик ввів поняття

сигнального страху для принципового розуміння феномену страху [18, с.61].

З. Фрейд писав, що складно сказати, чи мають слова «страх», «боязнь» і «переляк» однакове значення. Разом з тим, З. Фрейд вважав, що страх – це стан, і він не вказує на об'єкт, а боязнь (чи тривога) вказує саме на об'єкт. Під поняттям «страх» в основному розуміють суб'єктивний стан, який часто називають афектом [20].

Погляди вченого на тривогу і страх багато у чому схожі з поглядами С. К'єркегора. Обидва дослідники розмежовували поняття «страх» і «тривога» таким чином: страх – це реакція на конкретну загрозу, у той час як тривога – на невідому і невизначену небезпеку [18, с.62].

Страх – це біологічна реакція, яка дісталася людині від тваринного світу, адже бояться не тільки люди. Тварини теж відчувають страх. На думку А. Курпатова, тварини бояться, але не тривожаться. Цим вони суттєво відрізняються від людини. Для виникнення страху необхідно, щоб було якесь зовнішнє джерело небезпеки, якась помітна загроза. Людина може відчувати тривогу і тоді, коли вона знаходиться у повній безпеці, коли їй, фактично, об'єктивно ніщо не загрожує. Якщо тварині ніщо не загрожує, то вона не відчуває ні напруги, ні страху, ні тривоги. Страх – це реакція на фактично наявні несприятливі обставини, а почуття тривоги – це занепокоєння, що викликане припущенням про можливий несприятливий результат. [18; с.62].

О. І. Захаров визначає страх як афективне(емоційно загострене) відображення у свідомості конкретної загрози для життя і благополуччя дюдини. Він також зазначає, що людина, яка боїться конкретних об'єктів і думок, відчуває страх.

Учені стверджують, що страх знижує життєдіяльність організму, паралізуючи чи мобілізуючи енергію. Страхом називають і один із засобів виховання, фактор регуляції поведінки [13].

Таким чином, можна сказати, що сьогодні існують різні погляди на проблему страху, проте вони не об'єднані поки що в єдину психологічну концепцію.

1.3 Класифікація страхів у психології

Сьогодні в психології існує безліч різноманітних способів класифікацій страхів за певними ознаками. Вітчизняний дослідник емоції страху О. Захаров розділяє страхи за такими ознаками: 1) за характером – природні, соціальні, ситуаційні, особові; 2).за ступенем реальності – реальні та вигадані; 3) за ступенем інтенсивності – гострі та хронічні [6, с. 28].

Класифікація Ю. Щербатих, вирізняється своєю простотою, точністю й певною універсальністю.

Згідно підходу Ю. Щербатих страхи поділяютьсяна три групи: 1) біологічні (природні); 2) соціальні; 3) екзистенціальні.

Біологічні (природні) страхи – страхи атмосферних і астрономічних явищ, вулканів і землетрусів, тварин тощо. Цей страх закладений еволюцією в мозок тварин і людей на рівні вродженого інстинкту. Ю. Щербатих, зазначає, що «і зараз страх грози є актуальним для багатьох людей, випереджаючи за значенням такі боязні, як страх темряви чи страх смерті» [11, с.198].

Протягом століть люди освоювали нові території свого проживання і зустрічалися з невідомими тваринами. Серед тварин, які часто викликали жах, були кити, змії, павуки тощо. З цими та іншими тваринами пов'язано багато легенд і забобонів, що лише посилювали людські страхи та фобії. Таким чином, до першої групи страхів належать страхи, які безпосередньо пов'язані із загрозою для життя людини.

Серед соціальних страхів (які існують лише в середовищі людей) виділяють страх відповідальності, страх перед випробуванням (іспитами тощо).

Сутність страху відповідальності виражається в тому, що, «приймаючи якесь важливе рішення, людина бере на себе відповідальність за його наслідки, а у випадку невдачі їй загрожує нетільки осуд чи покарання з боку соціуму» [11, с.199].

Кожне серйозне випробування в житті людини пов'язане з актуалізацією страху. Страх перед випробуванням може негативно впливати на сприймання, мислення, пам'ять та інші пізнавальні процеси особистості [11, с.200]. Таким чином, друга група аналізованих нами страхів представляє собою боязнь за зміну свого соціального статусу.

Дуже цікавою є третя група страхів, що має назву – екзистенціальні. До них належать: страх смерті, самотності тощо. Ця група страхів пов'язана із самою сутністю людини і характерна для всіх людей. Найпотаємніше в житті кожної людини – її смерть. Чимало вчених зазначають, що всі релігії світу і філософські системи були породжені страхом людини перед смертю. Страх смерті є екзистенціальним страхом (він закладений в основах існування людини). Цей страх може допомагати зберегти життя, але може викликати й максимальні страждання. Це почуття неминуче в житті людини, і всім доведеться пережити його.

Страх самотності є одним із закономірних феноменів, що виникають в процесі розвитку людини. Боязнь людиною самотності має декілька причин. По-перше, коли людина зовсім одна, то ніколи не зможе зрозуміти якою вона є насправді. При відсутності підтримки чи осуду з боку навколишніх, людина не здатна правильно оцінити свою поведінку і змінити її в бік покращення. По-друге: самотні часто бояться відповідальності за самих себе. По-третє: люди бояться самотньої старості (при якій наступає слабкість і немічність), з властивими їй відчуттями – бути нікому не потрібним, зайвим, даремним і нікчемним. По-четверте: людина має велику потребу в спілкуванні (можливість обмінятися з групою, колективом практичною інформацією, а також емоціями, переживаннями; можливість бути вислуханим і можливість вислухати іншу людину). Використовуючи праці дослідників страху В. Андрусенка, В. Дерябіна, М. Савіної та інших можна зробити схему прояву страху згідно з посиленням психологічної напруги, пов'язаної з реакцією на несприятливі життєві обставини. Таким чином, вийде така схема: тривога – переляк – боязнь – страх – жах – паніка.

Класифікація страхів З. Фрейда включає в себе всього дві групи: реальні та невротичні страхи. Реальний страх – це абсолютно нормальний емоційний процес, який виникає в ситуації небезпеки і допомагає організму мобілізуватись, щоб цієї небезпеки уникнути. Невротичний страх – це, так звані, фобії. Такий страх виникає при ситуаціях, які насправді не є небезпечними, він зникає у відсутності об'єкта чи ситуації. Емоційний розлад, пов'язаний із фобіями, заважає повсякденній діяльності людини [20].

Найбільш повну класифікацію за змістом нав'язливих страхів зробив Б. Карвасарський, а саме:

1. Страх простору і переміщення в ньому: агорафобія; клаустрофобія; гіпсофобія; страх глибини; страх подорожей у транспорті.

2. Соціофобії (страхи, пов'язані із перебуванням у товаристві інших людей): петтофобія; страх публічних виступів; страх перед екзаменами; ерейтофобія; страх через неможливість виконати яку-небудь дію в присутності сторонніх (проковтнути їжу); страх відвідування громадського туалету; антропофобія;

3. Нозофобії (страх захворіти яким-небудь захворюванням): кардіофобія; інфарктофобія; страх захворіти сказом та іншими інфекційними хворобами; ліссофобія; сифілофобія; канцерофобія;

4. Страх за здоров'я близьких.

5. Танатофобія (нав'язливий страх смерті).

6. Сексуальні страхи: страх перед неможливістю здійснити статевий акт; страх вагітності; страх болю при статевому контакті.

7. Обсесивно-компульсивні страхи: мізіофобія; страх здійснити самогубство; страх скалічити своїх близьких; айхмофобія, оксимофобія.

8. «Контрастні» нав'язливі стани (страх зробити вчинок, який суперечить морально-етичним установкам особистості): страх голосно сказати нецензурні слова в товаристві ввічливої людини; страх «зробити щось непристойне, у церкві під час богослужіння та інше.

9. Нав'язливий страх тварин і комах (змій, павуків, тарганів, мишей, щурів, собак та ін.).

10. Пантофобія – генералізований нав'язливий страх.

11.Фобофобія (страх повторення нападу нав'язливого страху, «страх страху») [16, с.75].

Хоча страх – це інтенсивно виражена емоція, слід розрізняти його природній або віковий характер. Зазвичай, страх короткочасний, зворотній, зникає з віком, не чіпає глибокі цінності людини, суттєво не впливає на характер, поведінку та взаємини з оточуючими людьми. Деякі форми страху мають захисне значення, так як дозволяють уникнути об'єкту страху. Тому важливо пам'ятати про ймовірні страхи певних вікових категорій для проведення профілактичних заходів та запобігання їх закріпленню у сталих станах.

Таким чином, проаналізовані вище класифікації страхів не є єдиними. Слід зазначити, що в сучасній психології емоцій не існує універсальної класифікації страхів; страхи поділять за силою, інтенсивністю, біологічною, психологічною та соціальною значущістю.

1.4. Особливості прояву страхів у старшому підлітковому та старшому шкільному віці

Підлітковим віком вважають період розвитку дітей від 11-12 до 15-16 років. Цей період характеризується бурхливим психофізіологічним розвитком, усвідомленням себе як дорослої особи, переосмислення цінностей, перебудовою соціальної активності дитини. Підлітковий вік багатий драматичними переживаннями, емоційними перепадами від надмірної рухливості і піднесення до апатії і байдужості, труднощами та кризами. [13, с.110].

На кожному з етапів свого розвитку діти відчувають страхи, які є різними для певного віку. Так, підлітки відчувають страхи інакше, ніж дорослі, і їм потрібна постійна підтримка. Найчастіше те, що лякає підлітка, дорослому може здаватися дрібницею. Але почуття страху

змушує підлітка переживати по-справжньому сильні емоції, які моментально можуть заволодіти всім його внутрішнім світом. Так, наприклад, підліток, з одного боку, прагне зберегти свою індивідуальність, бути собою, а з іншого – бути разом з усіма, належати групі, відповідати її цінностям і нормам. Найчастіше страх бути собою означає страх зміни. Тому емоційно чутливі, вразливі підлітки бояться не лише психічного, фізичного каліцтва, що іноді виражається у нетерпимості до фізичних недоліків інших людей, або в нав'язливих думках про власну «потворну» фігуру, «некрасиві» риси обличчя та ін. [2]. В такому випадку особистість сама намагається знайти відповіді, часто вимальовуючи у своїй уяві можливо й неправильні, але не зовсім приємні речі, що може породжувати появу нових страхів.

У нормі, підліткові страхи, зумовлені віковими особливостями, і мають тимчасовий характер. Якщо до них правильно ставитися, розуміти причини їх появи, такі страхи найчастіше зникають безслідно. Якщо ж вони болісно загострені або зберігаються тривалий час, то можна говорити про ознаки певної нервової ослабленості дитини, неправильну поведінку батьків, нерозуміння ними психічних і вікових особливостей підлітка, наявності у них самих страхів, конфліктних взаємин в сім'ї. В більшості випадків страхи виникають з вини самих батьків, викликаних сімейними негараздами, душевною черствістю або, навпаки, надмірною опікою, або ж просто батьківською неуважністю. І від того, чи зможуть батьки помітити, зрозуміти зміни, що відбуваються з їх сином або дочкою, і відповідно до цього, змінити свої стосунки, буде залежати той позитивний емоційний контакт, який є основою нервово-психічного здоров'я дитини [18;с. 89].

Самооцінка є важливим регулятором поведінки людини, від цього залежать стосунки з оточуючими, критичність і вимогливість до себе, ставлення до своїх успіхів та невдач.

Загалом страхи виникають при загрозі втрати чогось значимого: життя, здоров'я, цінностей, соціального статусу. Тривога – це передчуття небезпеки, стан занепокоєння. Апофеоз страху і тривоги – жах. Тривожність, на відміну від тривоги, що проявляється в залежності від ситуації, як і боязнь, – більш стійкий психічний стан, що лежить в основі побоювань.

Підлітковий вік характеризується загальною перебудовою організму, нестійкістю психіки, сумнівами, мріями про стабільне майбутнє, а це, безперечно, супроводжується виникненням страхів [18;с. 90].

У цьому віковому періоді дитячі страхи повинні сходити нанівець. У підлітка постійно присутні інші проблеми. Він вже знає, що може загрожувати йому фізично, знає, які соціальні небезпеки існують навколо, йому залишилося визначитися з головним питанням: хто він такий?

Провідний страх цього віку – страх «бути не тим», страх невідповідності загальноприйнятим нормам поведінки, вимогам найближчого оточення: школи, однолітків або сім'ї. Конкретними формами цього страху є страх зробити не те, неправильно, не так як слід. Страх невідповідності проростає з несформованого у дитини вміння оцінювати свої вчинки, в цей час формується почуття відповідальності.

Підлітковий вік – це найбільш сприятливий (сенситивний) період для формування почуття відповідальності, і якщо воно активно формується, то ймовірність виникнення страху невідповідності в цьому віці знижується. О. Захаров вважав, що у підлітковому віці потреба бути собою невіддільна від неспокою, тривоги, страху бути не собою. Для підлітка страх бути собою означає страх певних змін. Такий страх зміни має своє фізіологічне обґрунтування у цьому віці, оскільки в період статевого дозрівання відбуваються хвилюючі зрушення в діяльності організму.

Підліток досить чітко уявляє, яким би він хотів себе бачити, але невпевнений, що відповідає своїм ідеалам. Він постійно порівнює себе реального з тим, яким він себе бачить в своїй свідомості. Але, крім внутрішньої оцінки, для нього все ще дуже важлива оцінка зовнішня: думка батьків, вчителів, однолітків. Причому, як правило, щоб заслужити схвалення одних, йому доводиться здійснювати зовсім не ті вчинки, які б викликали захоплення у інших.

Один з проявів емоційно-вольової діяльності підлітків – тривога і страхи, які вони відчувають у певних життєвих ситуаціях. Страх у підлітка, як правило – це психічний стан перебільшеної (іноді адекватної) небезпеки. Також у підлітка можливе формування страху, пов'язаного із самооцінкою, якщо у його свідомості закріплюються сказані болючі слова дорослих чи однолітків стосовно його зовнішнього вигляду або розумових здібностей. Універсальними ліками від страху «бути не собою» є впевненість підлітка в тому, що батьки розуміють і приймають його будь-яким, з усіма його проявами і пошуками. Тому не потрібно поспішати карати підлітка, ставити його в жорсткі рамки обмежень.

Якщо говорити про підліткові страхи, то їх умовно поділяють на природні та соціальні. Перші базуються на дії інстинкту

самозбереження. Це страх втратити рідних, постраждати від катастрофи, нападу тварин, злочинців; боязнь крові, болю, уколів, лікарень; привидів, потойбічних сил; вогню, глибокої води, висоти, несподіваних звуків тощо. Соціальні страхи викликані взаємодією з оточуючими людьми. Це страх запізнення, ганьби, осуду, страх бути висміяним і знедоленим, страх самотності.

Отже, підліткова проблема «бути собою серед інших» виражається як невпевненістю в собі, так і невпевненістю в інших. Вартим уваги фактом є те, що у дівчаток не тільки більша кількість страхів, ніж у хлопчиків, але і їхні страхи більш тісно пов'язані між собою, тобто більшою мірою впливають один на одного. Іншими словами, страхи у дівчаток більш міцно пов'язані з структурою особистості, що формується, і, насамперед, з їх емоційною сферою. У підлітків протягом певного періоду часу відбувається багато змін, до яких вони мають пристосуватись і часто такі зміни можуть викликати певну тривожність.

Варто зазначити про основні ситуації, що породжують соціальні страхи в школярів підліткового віку, а саме: негаразди в школі, в спорті(невдачі під час змагань, конфлікти через промахи), серед ровесників (булінг, переслідування, глузування), контроль педагогів, нерозуміння навчального матеріалу, власні «дивні вчинки», зовнішність. Важливо, щоб такі страхи не переростали у фобії внаслідок підвищення нормативного прояву, заданого конкретною ситуацією, не зберігалися тривалий час.

Підліткові страхи пов'язані не лише зі школою, адже батьки організовують життя дитини поза школою: чи спілкується вона з однолітками (дитячі площадки, будинок в якому живуть), чи має вона свої інтереси – хобі, чи допомагають батьки розвивати ці інтереси, віддаючи дітей у спеціалізовані клуби чи гуртки. Коли ж підлітки проводять більше часу самі, їхнє спілкування обмежене – це може призвести до страху темноти, самотності, нічних кошмарів. Часто таке може відбуватись з дітьми, батьки яких занадто їх опікують, бояться залишати без свого нагляду. Через недостатню рухливість, невміння гратись з іншими, такі діти стають замкненими, проявляється боязливість у спілкуванні, вони не можуть просто розважатись та веселитись [13]. Такі умови виховання стають причиною соціальних страхів і в подальшому житті, на порозі юності, в спілкуванні з особами протилежної статі.

Без віри в себе, неможливо досягнути успіху у подальшому дорослому житті. Підліток, який постійно зіштовхується з невдачами, все більше зневіряється у своїх силах, та уже попередньо

налаштовується на поганий результат, що може призвести до цілковитої несамостійності та страхів [9].

Підсумовуючи вищевикладене, можна сказати, що на появу і формування причин виникнення страхів у підлітковому віці суттєвий вплив мають такі чинники: нестійкість психіки особистості у підлітковому віці; потреба самостійності при невизначеному соціальному статусі; недостатня сформованість самооцінки і саморегуляції; невдала спроба вести «доросле» життя, що приводить до виникнення великої кількості страхів. Також конфліктний клімат у сім´ї; конфліктні (напружені) відносини з вчителями школи; з ровесниками, наявність тривожності, як ситуативної, так і особистісної, неминуче веде до виникнення страхів.

РОЗДІЛ 2
ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СТРАХІВ У СТАРШИХ ПІДЛІТКІВ

2.1. Програма емпіричного дослідження страхів у старших підлітків та старшокласників

Для вивчення страхів підлітків ми використали низку методик: спостереження, бесіда, анкетування, тестування, проективні методики. З метою вивчення особливостей проявів страхів у старших підлітків та старшокласників ми використали такий взаємнодоповнювальний комплекс психодіагностичних методик:

1) опитувальник схильності до переживання окремих видів страху Г.П. Лавреньєвої, Т.М. Титаренко (Дод. Б) [14];

2) проєктивну методику «Незакінчені речення» О.І Захарова (Дод. А) [14];

3) опитувальник «Види страху», розроблений І.П.Шкуратовою (Дод. 3)[22].

Ми підібрали саме комплекс таких методик, зважаючи на вік дітей. Методики в основному містять не більше 60 запитань, а тому їх виконання не є важким для опитуваних.

Вибірка дослідження склала 60 осіб. Це учні 9-10-11 класів Лановецького ЗЗСО І-ІІІ ступенів №2 (вік – 14-16 років). Досліджуючи страхи підлітка, ми вирішили одночасно дослідити і прослідкувати чи пов’язані вони між собою.

Опитувальник схильності до переживання окремих видів страху Г. П. Лавреньєвої, Т. М. Титаренко (використовувався з метою визначення та уточнення переважаючих видів страхів чи фобій. Дана методика включає 60 тверджень, котрі або підтверджують поведінку досліджуваного, або заперечують, підліток мав відповідати на них «так», «ні». Обробляючи відповіді можна виявити, який різновид страхів є домінуючим, тобто чого найбільше боїться підліток.

Усі перераховані страхи розділені на кілька груп (фортунофобії, страхи перед долею; містичні страхи; страхи за рідних, коханих; агресофобії; соціофобії; тілесні страхи, танатофобії).

За допомогою опитувальника схильності до переживання окремих видів страху Г.П. Лавреньєвої, Т.М. Титаренко було проведено дослідження серед учнів двох дев’ятих, десятого та одинадцятого класу. Першу групу опитуваних (старший підлітковий вік – 15 років) представляли учні 9-А та 9-Б класу в кількості 32 особи (15 хлопців та 17 дівчат). Друга група досліджуваних (старшокласники – 16-17 років) – учні 10 і 11 класу в кількості 28 осіб (12 хлопців та 16 дівчат).

Відповіді учнів були опрацьовані та визначено в кожного з них схильність до переживання окремих видів страху.

Для дослідження ступеню вираження різних видів страхів у підлітків, ми використали опитувальник «Види страху», розроблений І.П.Шкуратовою. Дана методика містить 36 чинників, котрі викликають в школярів переживання страху. Всі ці чинники поєднані в п'ять груп: фобії, шкільні страхи, соціальні страхи, кримінальні страхи і містичні страхи. Досліджуваний повинен оцінити, наскільки даний чинник викликає у нього відчуття страху, користуючись шкалою від 0 до 4 балів, де 0 - такого страху у мене ніколи не було; 1 - такий страх у мене був один раз;2- такий страх у мене був кілька разів; 3- періодично такий страх у мене виникає;4- цей страх мене переслідує постійно.

2.2. Результати емпіричного дослідження прояву страхів у старших підлітків та старшокласників

З метою здійснення порівняльного аналізу особливостей прояву страхів у підлітків і старшокласників ми використали опитувальник схильності до переживання окремих видів страху Г.П. Лавреньєвої, Т.М. Титаренко, а також методику «Незакінчені речення». Зупиимося на аналізі одержаних результатів.

Так, на рис. 2.1 подано діаграму з виведеними середніми показниками схильності до окремих видів страху по визначених групах опитуваних учнів. Група підлітків показала підвищений (вище середнього) рівень схильності і значно більший ніж у старшокласників, зокрема, переважають страхи за рідних (60%) та соціофобії (страх перед соціальним середовищем) – 59%. Ці показники підтверджується відповіядми на запитання методики «Незакінчені речення» О.І. Захарова(: «Найбільше я боюся…втратити рідних, смерті батьків» (Табл. 2.2).

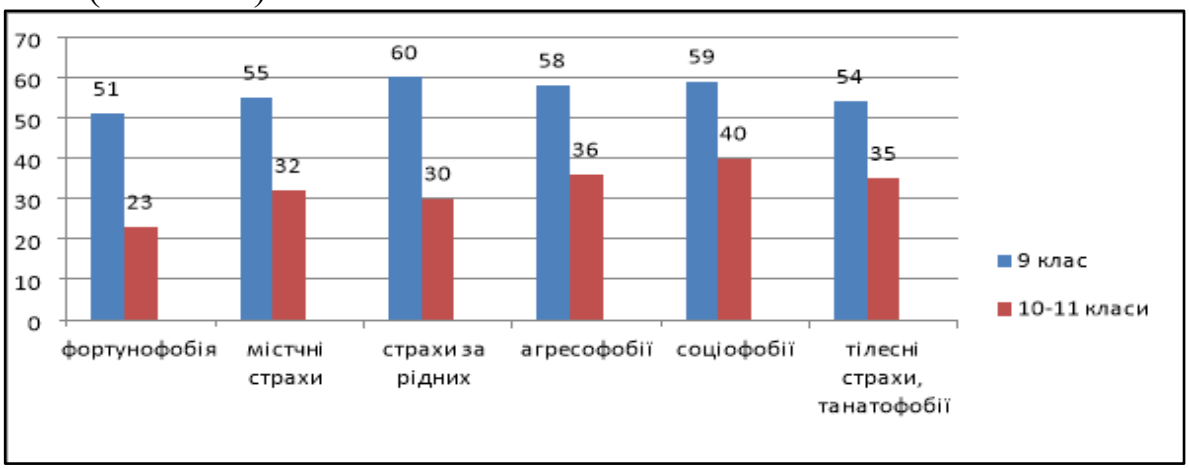


Рис. 2.1. Розподіл показників переважаючих страхів у старших підлітків та старшокласників

Кількість учнів з вираженою схильністю до окремих видів страху є не значною, (Рис.2.1) що свідчить про те, що з віком послаблюється природня тривожність і прояви страху, які були притаманні раніше, зокрема, містичні страхи, фортунофобії (страх перед долею), агресофобії, трохи більший за інші види показник страху перед соціальним середовищем, адже старшокласники висловлюють своє занепокоєння перед випробуванням (іспитами), перед важливим вибором, дорослим життям (Табл.2.2).

Якщо групу обстежуваних сформувати в дві за гендерними ознаками, то результати дослідження за опитувальником будуть також відрізнятись, що можна побачити на діаграмі (Рис.2.2). Найбільший показник схильності до переживання страху за рідних визначено у дівчат, адже це підтверджується і відповідями на методику «Незакінчені речення». Значно перевищено, порівняно з хлопцями, показник схильності до містичних страхів, агресофобії і тілесні страхи, що можна пояснити природною незахищенісю більшості представниць «слабкої статі». Проте один вид страху має більший показник у хлопців, ніж у дівчат – соціофобії, страх самовираження, перед соціальним середовищем, що є характерною рисою для підлітків. Майже однакові показники схильності хлопців та дівчат до переживання страхів перед долею – фортунофобією, хоча цей показник не дотягає і до середнього, тобто виявлений у незначної кількості опитаних.

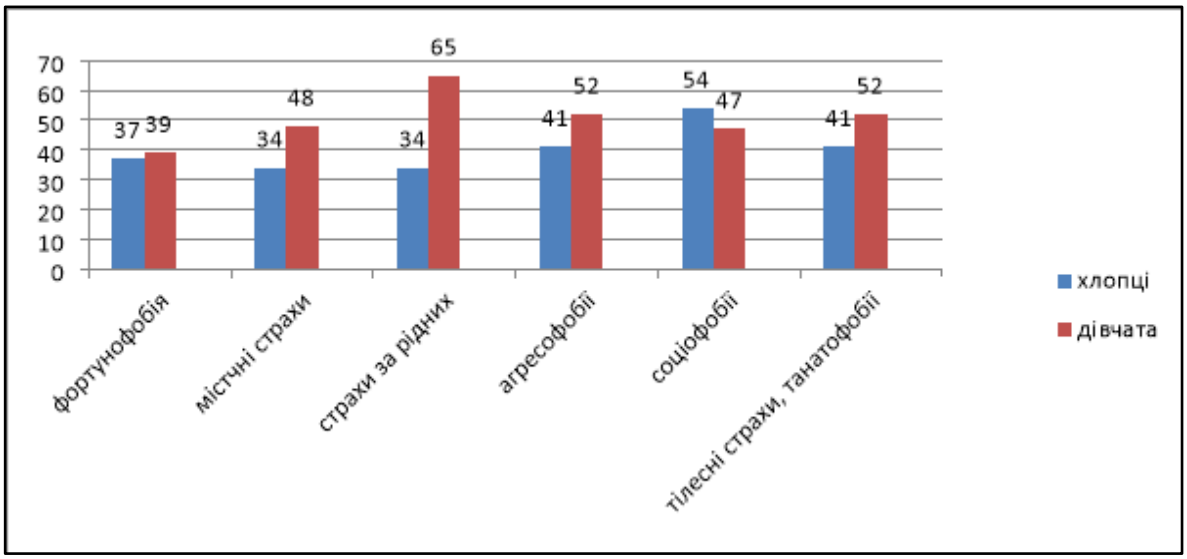


Рис. 2.2. Гендерні особливості прояву страхів за результатами опитувальника

Доповнюючим і інформативним було проведення методики «Незакінчені речення» О.І.Захарова. Дана методика є ефективним методом для актуалізації спонтанних висловлювань учнями страхів і дала нам можливість виявити ті страхи, які не відзначались в

попередній методиці та спостереженнях, але були наявні, тобто приховані.

Учням запропоновано 15 речень, на які потрібно шидко, не обдумуючи довго, написати продовження (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Відповіді досліджуваних на запитання методики «Незавершені речення»

Незакінчені речення	**Хлопці**	**%**	**Дівчата**	**%**
1.Коли я вдома сам(сама)…	…нормально, весело, класно, комфортно, круто	85%	…весело, комфортно, нормально, спокійно	65%
	нудно, самотньо	10%	сумую, скучаю, нудьгую	35%
	трохи страшно	5%	страшно	10%
2.Коли щось стукне, я думаю, що це…	…кіт, миші, щось впало, протяг,	65%	…щось впало,миші, кіт	50%
	не думаю	20%	нічого, почулось	10%
	привиди	15%	домовик, привид, злодій,нечиста сила	40%
3.Коли я лягаю спати, я думаю, що	… про майбутнє, що буде завтра, про життя, про все	65%	…виспатись	40%
	хочу спати, втомлений	10%	щоб снились гарні сни, дочитати, комікси, про минулий день, про завтра, майбутнє	40%
	треба поїсти, не думаю, жахливі речі	15%	щоб прокинутись, ні про що	20%
4.Коли я бачу собаку,то…	…нічого, не боюсь	60%	… гладжу, хочу забрати, дам поїсти	50%
	остерігаюсь, обходжу	10%	обходжу	10%
	боюсь	30%	боюся	40%
5.Машина буває…	… безпечна, хороша, швидка, комфортна	80%	…крута,комфортна, швидка, безпечна, велика, спортивна	75%
	різною	10%	50\50	10%
	небезпечною	5%	небезпечна	10%
6.Уночі в лісі…	…байдуже, темно, весело, не був	70%	…страшно, ходять вовки	60%
	не спокійно, страшно	30%	холодно, темно, не була	40%

7.Мені іноді сниться…	…різні сни, не пам'ятаю, не знаю, силуети	80%	…нічого, мрія, хлопці, що закінчила школу, здала ЗНО, реальні події, подорож, когось вбиваю	
	щось жахливе, жахи	20%		
8.Найбільше я боюся…	…втратити рідних	40%	…смерті, смерті близьких (30%),	
	невдалого майбутнього	20%	мишей, щурів, павуків, темноти	30%
	Бога, смерті, клоунів, тюрми,собаки, двійки	40%	шкільних тестів, погано здати ЗНО, поступити в бурсу	15%
			бути непотрібною, потрапити в псих. лікарню, самотності	10%
			потрапити в рабство	5
			себе, батьків	5%
			ЗОМБІ, нічого, всього	5%
9. Найстрашніша людина – це…	…немає, вбивця, мутант, перевертень, психічно нестабільна людина, наркоман, зла мама		…немає, бандит, зрадник, яка бреше, не має совісті, не має своєї думки, та, що не контролює свої дії, психічно хвора, без емоцій, під дією наркотиків, маніяк, вбивця, педофіл, гінеколог	
10. Коли мені страшно, я…	…нічого, заспокоюю, відволікаюсь, не нервую, намагаюсь не думати про жахливе, думаю по ситуації	70%	…зовні не показую, дзвоню подрузі, стараюсь думати про щось інше, знаходжу вихід, звертаюсь до Бога, молюсь, обіймаю свою собаку	80%
	паніка, боюсь, кричу	30%	нічого не роблю, ховаюсь під ковдру, кричу	20%
11. Коли я читаю страшні історії чи дивлюсь фільми жахів, мені хочеться…	…спати, сміятись, намагаюсь себе заспокоїти, не думати про жахливе, не дивлюсь і не читаю, аналізувати, стає смішно і страшно		… обійняти когось, їсти, спати, вимкнути, я не дивлюсь і не читаю, піти на чай, мені страшно, але не завжди, стараюсь думати про щось позитивне, починаю плакати, сміятись, зрозуміти причину своїх страхів	

12. Коли мені не вдається виконати завдання..	…я нервуюся, засмучуюсь, розчаровуюсь, залишаю його	40%	…нервуюсь, психую, злюся, істерика, матюкаюсь, не роблю	60%
	пробую ще раз, викладаюсь на повну, хочу виправити, досягнути, того, стараюсь виконати, звертаюсь по допомогу	60%	якщо не терміново, можу відкласти на потім, стараюсь зробити ще раз, налаштовуюсь на краще	40%
13. Майбутнє здається мені…	…невідомим, тривожним, страшним, без миру, знов буде карантин	40%	… незвіданим, цікавим, темним, бурхливим, ніяким, непевним	50%
14. Мені дуже хочеться…	… позбутись карантину, миру, добре здати іспити	55%	… вступити до вузу, веселого дозвілля, шкільних вечорів, спокою	60%
15. Я дуже хвилююсь через….	… невдачі, які можуть перевернути моє життя, втрату друзів, бути без роботи	60%	… що можу погано здати ЗНО, щоб не потрапити в рабство, майбутнє	50%

Проаналізуємо речення, що стосуються страхів. Відповіді дівчат і хлопців відрізняються тим, з якими ситуаціями вони пов'язують свою тривогу та страх, як це пояснюють, чого побоюються. І чим вони старші, тим помітніша різниця. Дівчата пов'язують тривогу з іншими людьми. Їх хвилює ставлення оточуючих, можливість сварки і розлуки з близькими людьми. Дівчата тривожаться за рідних і близьких, побоюються завдати їм неприємностей, переживають за душевний стан, здоров'я тощо. Для них характерні такі висловлювання: «Я боюсь …», або «Я переживаю, …». До людей, з якими дівчата можуть пов'язувати тривогу, відносяться не тільки друзі, рідні, вчителі. Дівчата бояться так званих «небезпечних людей» – бандит, зрадник, людина психічно хвора, наркоман, маніяк, вбивця, педофіл. У хлопців більшість відповідей про страх є заперечною, проте є окремі відповіді: «… вбивця, мутант, перевертень, психічно нестабільна людина,наркоман, зла мама» Також підлітки найбільше побоюються фізичної травми. Але якщо для хлопців фізична травма сприймається як результат нещасного випадку («… машина може бути небезпечною, потраплю в ДТП»), то для дівчаток головною причиною є дії цих

самих «небезпечних людей». Дівчата більше можуть побоюватися вигаданих страховиськ – мерців, привидів, нечистої сили, ЗОМБІ, а також хвилюються в ситуаціях, традиційно тривожних для людей, наприклад, в лісі вночі, де «…страшно, ходять вовки, холодно, темно…» Ці ситуації називають архаїчними, тому що вони лякали ще наших предків: це темрява, блискавка, пожежа, висота, глибина. Однак, у старшому підлітковому віці гострота таких переживань знижується.

Таким чином, результати даного дослідження показали, що більшість старших підлітків визначили смерть та втрату рідних як свій головний страх, та поряд з цим відслідковується тривога за майбутнє (невдачі, невдале майбутнє), за результат здачі іспитів, ЗНО (особливо в учнів випускного класу), старшокласники також бояться самотності та бути непотрібним і нереалізованими, та поряд з цим відслідковується тривога за майбутнє (невдачі, невдале майбутнє, тривожний стан учнів через поширення коронавірусної хвороби COVID-19, гібридна війна). А це свідчить про те, що в сучасних умовах масової трудової емігації та безробіття, учні бачать невизначене майбутнє.

За результатами опитувальника «Види страхів»І.П Шкуратової можна проаналізувати ступінь вираженості перерахованих видів страхів.

Сумарні значення по групах опитуваних учнів 9, 10, 11 класів, представлені на діаграмі (Див рис. 2.3, таблиця табл. 2.1).

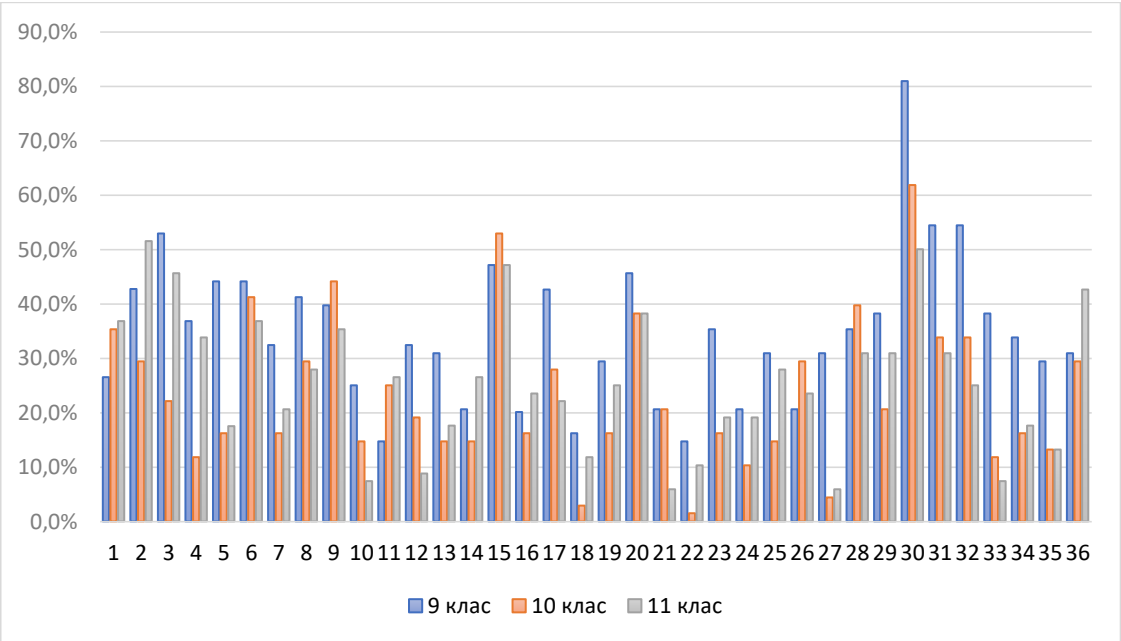


Рис.2.3 Розподіл показників вираження різних видів страхів у підлітків

Таблиця 2.2

Опитувльник «Види страхів»

1.Страх темряви	19. Страх виглядати смішним або жалюгідним
2. Страх перед викликом відповідати на уроці	20. Страх перед Богом
3. Страх втрати любові з боку близьких	21. Страх польоту на літаках
4. Страх фізичного насильства	22. Страх бути не таким, як інші учні
5. Страх опинитися заручником в руках бандитів	23. Страх бути викритим у брехні
6. Страх висоти	24. Страх атракціонів
7. Страх бути осміяним класом	25. Страх бути пограбованим на вулиці
8.Страх зради з боку друзів	26. Страх хвороби
9.Страх не виправдати довіри з боку близьких людей	27. Страх бути вигнаним з класу
10. Страх перед потойбічними силами	28. Страх медичних процедур
11. Страх тварин	29. Страх критики з боку близьких
12. Страх отримати погану оцінку	30. Страх смерті близьких людей
13. Страх бути висміяним друзями аборіднею	31. Страх самотності
14. Страх опинитися в натовпі в момент паніки	32. Страх за власну смерть
15. Страх ситуації іспиту чи ЗНО	33. Страх перед викликом батьків до школи
16. Страх закритих приміщень	34. Страх покарання батьками за неуспішність
17. Страх потрапити в транспортну аварію	35. Страх терористичного вибуху
18. Страх перед викликом до директора	36. Страх страх сексуального насилля

Якщо вважати, що кількість всіх опитаних учнів дорівнюватиме 100%, то найбільша кількість респондентів вважає часто відчуває страх смерті близьких людей, хоча можливість власної смерті підлітків лякає трохи менше(Див. Рис.3.1)

Рис. 2.4 Розподіл прояву екзистенціальних страхів серед учнів 9-11 класів

За ступенем виразності не поступаються і соціальні, зокрема, шкільні страхи (страх ситуації опитування чи іспиту та страх перед виступом перед класом), причому відповідно у кожній віковій категорії респондентів показники відрізняються, що можна прослідкувати за допомогою діаграми (Див. рис 2.5).

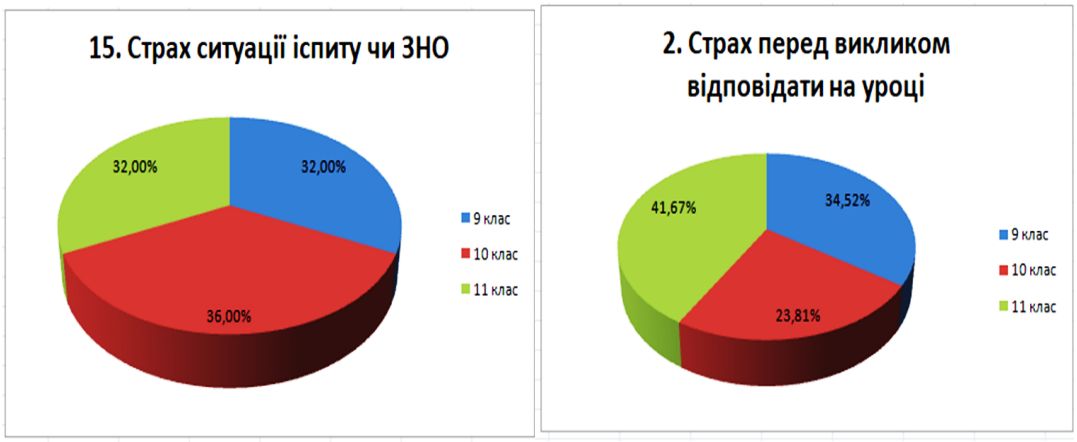


Рис.2.5 Розподіл прояву навчальних страхів серед учнів 9-11 класів

Любов і увага з боку близьких, а близькими респонденти вважають не лише рідних, а й коханих людей, осіб за інтересами, вподобаннями, переживання з приводу перспективи бути самотнім, обділеним увагою та турботою також тривожить учнів підліткового віку, та з дорослішанням, інтенсивність послаблюється (Див. діаграму на рисунку 2.6).

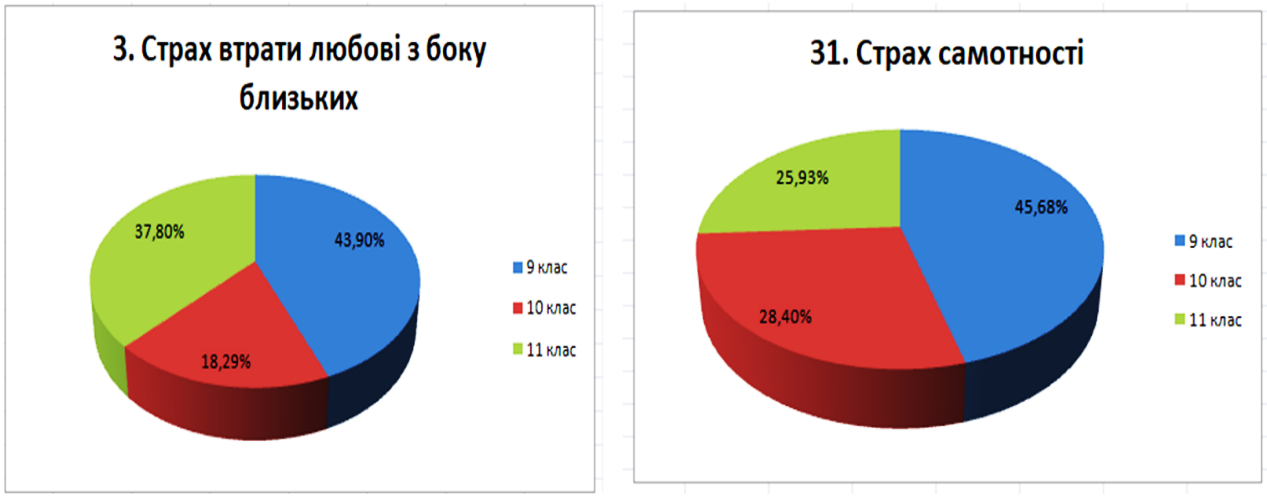


Рис. 2.6 Розподіл прояву соціальних страхів серед учнів 9-11 класів

Дослідження показало, що підлітки найбільше бояться (далі – у порядку ранжування інтенсивності вираження конкретних страхів): 1) смерті рідних та власної смерті; 2) екзаменаційний страх та страх перед викликом на уроці; 3) страх самотностя та вирати любові з боку близьких . Це підтверджується й результатами методики І. Шкуратової, де навчальні страхи майже дорівнюють за частотою виборів соціальним, поступаючись лише ірраціональним фобіям). Можна припустити, що виникнення окремих соціальних страхів у підлітків виступає критерієм формування самосвідомості (екзистенційний страх смерті; страх перед злочинністю, пов'язаний з гіпотетичними фізичними чи моральними стражданнями; страх за здоров'я близьких – переживання за фізичне та ментальне благополуччя батьків та ін. членів родини) та зростаючою чутливістю у сфері міжособистісної взаємодії (страх осуду та критики з боку соціального оточення), а навчальні страхи виникають в результаті недоліків у навчанні та вихованні батьками та педагогами та через емоційну вразливість підлітків, сучасними установками на рейтинговий розподіл при вступі до престижних вузів, залежно від результату ЗНО.

Отже, проведене нами емпіричне дослідження серед підлітків 9-11 класів підтвердило теоретичні відомості про наявність страхів, причому вони видозмінюються з віком, серед переважаючих страхів у старших підлітків можна відмітити екзистенціальні страхи, а саме страх смерті та втрати рідних і страх самотності; соціальні страхи, тобто страх перед випробуванням, страх невідповідності, бути непотрібним.

ВИСНОВКИ

Таким чином, ми проаналізували основні підходи до визначення поняття «страх» у вітчизняній і зарубіжній психології, як надзвичайно важливщї проблеми людського буття, адже він, проникаючи в свідомість кожної людини, може суттєво впливати на її життя і діяльність.

Особливу увагу ми звернули на аналіз результатів емпіричного дослідження прояву страхів серед учнів старшого підліткового віку і старшокласників та помітили відмінності у переважанні певних видів страху, що можна відзначити як особливість кожної вікової категорії досліджуваних.

По-перше, нами визначено, що страх притаманний кожній людині, за даними досліджень, підліткам різних вікових категорій, тільки змінюється з віком його різновид від переважання біологічних до домінування соціальних і екзистенціальних страхів.

По-друге найбільше підлітки бояться смерті і втрати своїх близьких, зовнішньої небезпеки (війни), а також страх деяких представників тваринного світу (павуків, собак, мишей); більшість старшокласників визначили смерть та втрату рідних як свій головний страх, та поряд з цим відслідковується тривога за майбутнє (невдачі, невдале майбутнє, тривожний стан учнів через поширення коронавірусної хвороби COVID-19, гібридна війна), за результат здачі іспитів, ЗНО (особливо в учнів випускного класу), старшокласники також бояться бути непотрібним і нереалізованими, бояться самотності.. А це свідчить про те, що в сучасних умовах масової трудової емігації та безробіття, учні бачать невизначене майбутнє,

По-третє, за результатами дослідження було прослідковано гендерні відмінності у проявах та інтенсивності виявлення страхів в залежності від виду.

Перспективи подальших досліджень ми вбачаємо у з`ясуванні соціально-психологічних чинників та особливостей переживання соціальних страхів і фобій у старшокласників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1.Астапов В.М., Малков Е.Е. Тревожные расстройства в детском и подростковом возрасте. Теория и практика: Монография. М.: МПСИ, 2011. 368с.

2.Вікова і педагогічна психологія: [навч. посіб.] / О.В.Скрипченко, Л.В.Долинська та ін. К.: Каравелла, 2006. -344 с.

3.Буняк Н. А. Загальна психологія: лекції (частина ІІ). Тернопіль: вид-во ТНТУ ім.І. Пулюя, 2017. 104 с.

4.Захаров А. И. Как помочь нашим детям избавиться от страха СПб. : Гиппократ, 1995. 128 с.

5.Захаров А.И. Как предупредить отклонения в поведении ребенка. М.: Просвещение, 1993. 192 с.

6.Захаров О. І. Як подолати страх у дітей. М .: Просвіта, 1986. 109 с.

7.Кон И.С. Психология ранней юности: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1989. 276 с.

8.Кочерга О.М., Васильєв О.А. Дитячі страхи, неврози, темперамент. *Психолог*. 2002. № 12. С. 2 – 5.

9.Кузнецов М.А., Шаповалова В.С. Студентські страхи: Види, стуктура, динаміка та шляхи корекції. Х.: Вид-во «Діса плюс», 2016. 342 с.

10.Максименко С., Максименко К., Главник О. Адаптація дитини до школи К.: Мікрос - СВС, 2003. 126 с.

11.Мовчан М. Феномен страху: його класифікація і рівні. *Наукові записки: Серія «Філософія»*, випуск 10, 2012. С.197 – 204.

12.Опитувальник «Види страху», розроблений І.П Шкуратовою. Режим доступу: https://vseosvita.ua › Бібліотека тестів

13.Пов'якель Надія, Скляренко Оксана. Психологія дитячих страхів. Київ: Видавництво Шкільний світ, 2011. 128с.

14.Прищепа Т. Страхи дітей. *Психолог.* №9. 2007. С. 8 – 10.

15.Райчук Людмила.Подолання страхів. Теорія і практика. *Психолог*. 2014. № 13-14. – С. 4-21.

16.Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. СПб.: Питер, 2000. 712 с.

17.Соціально-психологічні причини виникнення страхів у підлітковому віці. Режим доступу: https://www.bestreferat.ru/referat-267193.html

18.Томчук С.М., Томчук М.І. Психологія тривоги, страху та агресії особистості в освітньому процесі: [монографія]. Вінниця: КВНЗ «ВАНО», 2018. 200 с.

19.Форми переживання емоцій і почуттів. Режим доступу: https: //pidruchniki.com/14210923/psihologiya/formi_perezhivannya_emotsiy_pochuttiv

20.Фрейд З. Введение в психоанализ: Лекции. Изд. подгот. М. Г. Ярошевский. М.: Наука, 1989. 455 с.

21. Хотенчан Н.М. Дитячі страхи. Методичні рекомендації. Тернопіль, 2014. 115 с.

22.Шапар В.Б. Сучасний тлумачний психологічний словник. Х.: Прапор, 2007. С.509 – 512.

ДОДАТКИ

Додаток А

Методика «Незакінчені речення»

Інструкція: Учням зачитують10 речень, на які потрібно шидко, не роздумуючи довго, написати продовження:

1.Коли я вдома сам, мені…

2.Коли щось стукне, я думаю, що це..

3.Коли я лягаю спати, я думаю…

4.Коли я бачу собаку, то…

5. Машина буває…

6.Уночі в лісі…

7.Мені іноді сниться…

8.Найбільше я боюся…

9.Найстрашніша людина- це…

10. Коли мені страшно, я …

Додаток Б

Опитувальник схильності до переживання окремих видів страху

1. Зранку я почуваю себе не зовсім впевнено.
2. Боюся своєї смерті.
3. Постійно відчуваю хвилювання за життя і здоров'я своїх близьких.
4. Люди, в основному, не заслуговують на довіру.
5. Здебільшого почуваю себе скуто, дискомфортно.
6. При хвилюванні в мене буває прискорене серцебиття, пітливість, інші неприємні відчуття.
7. Зазвичай намагаюсь не ризикувати.
8. Інколи на мене находить безпричинна тривога.
9. Уникаю становищ, які не мають запасного виходу.
10. Деякі люди діють на мене пригнічуюче.
11. При розмові з людьми легко збентежуююсь.
12. Боюсь літати в літаках, їздити в метро, в автобусах, в автомобілях.
13. Мені важко розпочинати свої справи через боязнь невдачі.
14. Інколи здається, що ось-ось збожеволію.
15. Уникаю з чимось або кимось зв’язуватися надовго.
16. Якщо повертаюсь додому після 11 години вечора, то завжди прошу мене або провести, або зустріти. (для дівчат)

17. Хвилююсь перед екзаменами, важливими зустрічами, публічними виступами.
18. Боюсь темряви, намагаюсь не спускатися в підвали, печери.
19. Життя для мене таке ж страшне як і смерть.
20. Іноді мені траплялося відчувати стан безконтрольної паніки.
21. Уникаю розлук з близькими, коханими, навіть недовгих.
22. Коли знаходжусь на вулиці, то у мене часто виникає боязнь потрапити в бійку, піддатися нападу, насиллю, пограбуванню.
23. Мені траплялось відчувати страх перед керівником, вчителем, батьком, міліціонером і т. п.
24. Важко сприймаю вигляд крові, відкритих ран.
25. Боюсь вірити в щасливу зірку, в долю, у фортуну.
26. Деякі тварини (змії, павуки і т.д.) викликають у мене страх, відразу.
27. Щоб зняти (зменшити) хвилювання, починаю більше їсти, пити, приймати ліки.
28. Коли йду з дівчиною, намагаюсь обходити місця, де на нас можуть напасти. (для хлопців)
29. Мені трапляється відчувати страх перед статевими контактами.
30. Боюсь уколів, зуболікувальних процедур, медичних маніпуляцій в оці, носі, у вусі і т.д.
31. Щоб усе було як потрібно, доводиться іноді здійснювати дії, які іншим здаються зайвими.
32. В повній самотності відчуваю себе некомфортно.
33. Намагаюсь відкладати про запас «на чорний день” речі, гроші і т.п.
34. Мені траплялося залишатися бездіяльним, коли при мені когось незаслужено били або принижували.
35. Боюсь принизити себе в очах людей, бути об’єктом для насмішок.
36. Стан мого здоров’я часто викликає у мене занепокоєння.
37. У моєму житті є хтось (або щось) кого я, на відміну від інших людей боюся, здавалося цілком безпідставно (предмет, істота).
38. Буває, що по декілька разів перевіряю чи закриті двері, вимкнений газ, світло.
39. Залишаючись вдома на самоті сплю тривожно, відчуваю дискомфорт.
40. Неприємно згадувати, але мені траплялося залишати без відповіді явне хамство, агресію, грубість в мою сторону.

41. Іноді відчуваю безпричинне або малообгрунтоване почуття сорому, провини.
42. Боюсь захворіти раком, СНІДом, іншими важкими хворобами.
43. Ризик у справах для мене дуже болісний.
44. Часто сняться жахи, погані сни.
45. Мене хвилює перспектива залишитися без засобів на існування (неохоче витрачаю кошти, навіть якщо вони є).
46. Якщо я заходжу в під'їзд, а там сидить п'яна компанія незнайомих мені людей, то чекаю поки в під'їзд зайде ще хтось і піду разом з ним.
47. Намагаюсь спілкуватися тільки з добре знайомими мені людьми.
48. Боюсь залишитись в умовах, коли буде неможлива екстренна медична допомога.
49. Іноді я боюсь планувати наперед серйозні події.
50. Боюсь чарів, порчі, нечистої сили, гіпнозу і т.п.
51. Відчуваю сильну тривогу, коли закінчуються запаси (їжі, грошей, сигарет і ін.)
52. Почуваю себе в повній безпеці лише на самоті у власному домі.
53. Мені здається, що в оточуючих я викликаю, загалом, неприємне враження.
54. Боюсь війни, урагану, землетрусу, пожежі, грози.
55. Я боюсь кохати і бути коханим.
56. Боюсь здійснення різноманітних забобон, снів тощо.
57. В транспорті перед своєю зупинкою намагаюся завчасно стати біля виходу.
58. Мені не подобається, коли на мене хтось пильно дивиться.
59. Я дуже залежний від думки оточуючих.
60. Боюсь запаморочення, втрати рівноваги, наркозу при операції.

Додаток В

Опитувальник «Види страху» І.П. Шкуратової

Наскільки цей фактор провокує у вас почуття страху

Оцініть за 5-бальною шкалою, де 0 - такого страху у мене ніколи не було

1- такий страх у мене був один раз 2-такий страх у мене був кілька разів

3-періодично такий страх у мене виникає 4-цей страх мене переслідує постійно

1.Страх темряви
2. Страх перед викликом відповідати на уроці
3. Страх втрати любові з боку близьких
4. Страх фізичного насильства
5. Страх опинитися заручником в руках бандитів
6. Страх висоти
7. Страх бути осміяним класом
8.Страх зради з боку друзів
9.Страх не виправдати довіри з боку близьких людей
10. Страх перед потойбічними силами
11. Страх тварин
12. Страх отримати погану оцінку
13. Страх бути висміяним друзями або ріднею
14. Страх опинитися в натовпі в момент паніки
15. Страх ситуації іспиту чи ЗНО
16. Страх закритих приміщень
17. Страх потрапити в транспортну аварію
18. Страх перед викликом до директора
19. Страх виглядати смішним або жалюгідним
20. Страх перед Богом
21. Страх польоту на літаках
22. Страх бути не таким, як інші учні
23. Страх бути викритим у брехні
24. Страх атракціонів
25. Страх бути пограбованим на вулиці
26. Страх хвороби
27. Страх бути вигнаним з класу
28. Страх медичних процедур
29. Страх критики з боку близьких
30. Страх смерті близьких людей
31. Страх самотності
32. Страх за власну смерть
33. Страх перед викликом батьків до школи
34. Страх покарання батьками за неуспішність
35. Страх терористичного вибуху
36. Страх страх сексуального насилля

ВІДДІЛЕННЯ МОВОЗНАВСТВА

СЕКЦІЯ «УКРАЇНСЬКА МОВА»

ІКАВІЗМ: РЕФЛЕКСИ *О, *Е, *Ě В УКРАЇНСЬКІЙ МОВІ

Роботу виконала:
Влох Марія Євгенівна,
здобувачка освіти 11 класу
Микулинецької опорної ЗОШ
І-ІІІ ступенів

Науковий керівник:
Федишин Галина Богданівна,
учитель вищої категорії
Микулинецької опорної ЗОШ
І-ІІІ ступенів

Ікавізм: рефлексії *о, *е, * ě в українській мові

Влох Марія Євгенівна; *Микулинецька опорна загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів; 11 клас*

Науковий керівник: *Федишин Галина Богданівна, учитель вищої категорії Микулинецької опорної ЗОШ І-ІІІ ступенів*

Дослідницьку роботу присвячено з’ясуванню особливостей такого історико-фонетичного явища, як ікавізм.

Досліджено причину, послідовність звукозмін, що призвели до явища чергування *о, *е з [і] в новозакритих складах та переходу *ě в [і], його територіальні межі, та альтернативні процеси, які могли відбутися замість ікавізму, закономірності чергування [о], [е] з [і] в сучасній літературній українській мові.

Проаналізовано мовознавчі праці, довідники, атласи, записи діалектів та сучасних ЗМІ.

Ключові слова: *Українська мова, фонетика, фонологія, історична фонологія, ікавізм, чергування голосних, давні голосні, єри, редуковані, ять*.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. Ікавізм у системі давньоукраїнської мови
1.1. Причини та передумови ікавізму
1.2. Етапи становлення явища ікавізму
1.2.1. Перехід *ě в [і]
1.2.2. Перехід *е в [і]
1.2.3. Перехід *о в [і]
1.3. Альтернативні звукозміни *о, *е, *ě, в українській мові
1.4. Відображення ікавізму в давньоукраїнських писемних пам'ятках
1.4.1. Свідчення занепаду редукованих у давньоукраїнській літературі
1.4.2. Відображення звукозміни «старого ятя» в давньоукраїнських пам'ятках
1.4.3. Свідчення звукозміни *е в давній літературі
1.4.4. Звукозміна *о та її відображення в давньоукраїнській літературі
1.5. Явище переходу [у] в [і] в закритому складі
РОЗДІЛ 2. Ікавізм як одна з характерних рис сучасної української мови
2.1. Чергування [о], [е] з [і] як відображення фонетичного явища ікавізму
2.2. Відхилення від чергування [о], [е] з [і] в сучасній українській літературній мові
2.3. Відхилення від закономірностей ікавізму в українських діалектах та розмовній українській мові
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Мова — надзвичайно динамічне суспільне явище, якому властиві постійні зміни та розвиток. Більш помітними, традиційно, є лексичні зміни, тоді як у фонетичній та граматичній системах вони протікають повільніше й виявляються не так яскраво. Часто ми не задумуємося, чому говоримо так, а не інакше, але насправді кожне явище має передумови, історію, закономірності, які досі впливають на творення мовних норм. Розуміння природи лінгвістичних процесів дає змогу зрозуміти їх логіку, вплинути на подальший розвиток мови.

До таких явищ, які до сьогодні мають вплив на нашу мову, належить ікавізм. Його вивчення має довгу історію та почалося із дослідженням української фонології загалом, адже ікавізм — одна із визначальних фонологічних рис української мови [27, с. 215]. Ще з XIX століття цим питанням починають цікавитися мовознавці й з'являється теорія, що північноукраїнські дифтонги — це проміжне лінгвістичне явище, що затрималася досі на Півночі України, але колись було характерне для всього українського мовного простору. Теорія про перехід *о, *е в [і] через систему дифтонгів традиційна, її підтримували О. Потебня, О. Житецький та інші українські мовознавці.

Далі вивчення історії питання та природи самого процесу ікавізму продовжують вже у XX столітті О. Курило, В. Ганцов. Вони також вивчають північні діалекти, щоб з'ясувати природу і, що найголовніше, історію цього явища. Власне, тоді з'являється теорія щодо вокальної асиміляції дифтонгів, запропонована О. Курило. Згодом вже Ю. Шевельов у своїй найвизначнішій праці «Історична фонологія української мови» розвинув теорію, висунуту польським мовознавцем Т. Лер-Сплавінським, про можливий перехід *о, *е в [і] шляхом звуження голосного. Ця теорія полягала в переході *о в [і] за посередництвом закритого [у]. Крім того, Ю. Шевельов також передбачав можливість зміни *е в [і] через стадію закритого звука [ė] [30].

Навіть попри те, що щодо природи цього процесу вже було висунуто багато теорій, досі ця тема не втрачає актуальності та породжує чимало питань, тому що «вияви давніх *о, *е, *ě й дотепер становлять суттєві труднощі в україністиці» [20, с. 3]. Хоча Ю. Шевельов у свій час стверджував, що процес ікавізму вичерпав себе [30], проте це явище активним є і на сьогодні.

Актуальність цього дослідження зумовлена необхідністю систематизації та доповненні наукових доробків про ікавізм,

поглиблення вивчення цього фонетичного явища в українській мові на сучасному етапі її розвитку.

Наукова новизна полягає в тому, що в цій роботі було систематизовано відомості про ікавізм, розглянуто гіпотези щодо етапів переходу *о, *е, *ě в [і], розвинуто припущення щодо переходу [у] в [і] та проаналізовано наслідки ікавізму в українській мові на сучасному етапі її розвитку. Крім того, було вперше структуровано матеріали щодо рефлексів давніх голосних *о, *е, *ě в усіх українських діалектах і використано їх для порівняльного аналізу з літературною мовою.

Мета роботи — на основі комплексного дослідження мовознавчих доробків і матеріалів з'ясувати особливості такого фонетичного явища, як ікавізм, його історію та відображення в сучасній літературній і розмовній українській мові.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі **завдання**: за працями українських мовознавців з'ясувати причину, послідовність звукозмін, що спричинили явище чергування *о, *е з [і] в новозакритих складах та перехід *ě в [і], окреслити його територіальні межі, схарактеризувати відхилення та альтернативні процеси, які могли відбутися замість ікавізму, визначити закономірності чергування [о], [е] з [і] в сучасній українській літературній мові.

Об'єкт дослідження становить явище чергування [о], [е] з [і] та перехід ѣ в [і] в українській мові.

Предметом дослідження є причини та передумови ікавізму, його етапи, територіальні межі поширення цього явища, інші процеси, які відбулися в новозакритих складах, відображення ікавізму в сучасній літературній мові.

Методи дослідження, використані в цій роботі, — аналіз і систематизація відомостей, отриманих з мовознавчих праць, довідників, атласів, а також записів діалектів та мовлення сучасних ЗМІ.

Отримані **результати** дослідження можна використовувати для подальшого вивчення цієї теми, розвитку гіпотез щодо походження фонеми, що позначалась літерою ѣ, її звучання, етапів переходу *о, *е в [і] в нових закритих складах.

Структура роботи зумовлена метою, завданнями й характером дослідження. Вона складається зі вступу, двох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків.

РОЗДІЛ 1.
ІКАВІЗМ У СИСТЕМІ ДАВНЬОУКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

1.1. Причини та передумови ікавізму

Для початку треба з'ясувати, що таке ікавізм. Цей термін у славістиці позначає комплексне явище, яке полягає у появі звука [і] на місці давнього *ě та етимологічних *о, *е [27, с. 215]. Іноді під ікавізмом також мають на увазі появу протетичного [і] перед групою приголосних на зразок *іржа*, *імла* [18, с. 39], проте в цій роботі такі випадки не будуть розглянуті.

Згідно з традиційною точкою зору, причиною зміни етимологічних *о, *е в [і] був занепад редукованих *ь, *ъ у слабкій позиції. Після затрати слабких редукованих сила голосу, що припадала на їхню вимову, переміщалась на попередній склад, який ставав закритим, і давні голосні *о, *е в ньому подовжувались: *волъ* > *вōл, печь* > *пēч*. У праці «Історія української мови. Фонетика» за авторством М. Жовтобрюха, В. Русанівського і В. Скляренка читаємо: «Найпоширенішою і найбільш обґрунтованою видається думка, що етимологічні [о] й [е] зазнали подовження в новому закритому складі, який утворився після занепаду в наступному складі голосних [ъ], [ь] (…). Початок нового подовження [о], [е] збігається в часі з початком скорочення вимови [ъ], [ь], а досягає своєї кульмінації з завершенням процесу повного занепаду зредукованих у слабкій позиції. Однак не раз висловлювався погляд, що нове подовження [о], [е] на східнослов'янському ґрунті відбувалося ще до занепаду зредукованих» [10, с. 273]. Ю. Шевельов в «Історичній фонології української мови» зазначав: «Можна припустити, що звуження/дифтонгізація *о передували занепадові єрів і розпочалися, імовірно, щонайпізніше в X ст.» [30, с. 406]. Звідси можна зробити припущення, що дифтонгізація *о, *е та занепад редукованих *ъ, *ь відбувалися приблизно в один час і ці процеси вплинули один на одного.

Передумовами знеголошення та подальшого занепаду «єрів» вважають збільшення кількості приголосних фонем унаслідок палаталізації. На занепад саме «єрів» вплинув надлишок голосних середнього підняття (див. додаток А [30, с. 332]; голосні середнього підняття взяті в рамку). Скорочення системи вокалізму почалося ще в протоукраїнську добу, занепад «єрів» — тільки один із його етапів. Особливим було те, що цей процес зменшив не лише кількість звуків, а й частоту вживання голосних у мові [30, с. 332].

Визначити передумови переходу в [і] звука, що позначався буквою «ять», якого в історичній фонології умовно позначають символом

ě, насправді важче, ніж могло би здаватися, бо мовознавці не дійшли згоди щодо його походження і звучання. Літера **ѣ** використовувався до XIX століття (на Закарпатті — до 1940-х років), а прямих вказівок на її вимову в давньоукраїнській мові нема. Поширеною вважається думка, що ця фонема постала з праіндоєвропейського довгого [ē], а також праіндоєвропейських дифтонгів *a̯i̯, *o̯i̯. Менше уваги заслуговує припущення, що вона утворилася від злиття праіндоєвропейських довгих [ā] та [ē].

На думку Ю. Шевельова, звучання *ě в праслов'янській мові варто реконструювати як закритий монофтонг [ė] [30, с. 255—256]. Ф. Буслаєв вважав, що «ять» звучав як довгий монофтонг [ē] [3]. Має обґрунтування припущення щодо звучання «ятя» як довгого монофтонга [æ:] [30, с. 258]. Менш поширеним вважається припущення щодо його звучання як відкритого дифтонга типу [ia͡]. На це вказує зафіксований в Успенському збірнику XII ст. варіативний запис **нынѣ** та **нынıа** [30, с. 256].

Отже, ікавізм — це поява звука [і] на місці давніх *ě, *о, *е. Причиною подовження етимологічних *о, *е був занепад редукованих *ь, *ъ у слабкій позиції. Букву **ѣ** довгий час використовували для позначення звука, що славісти реконструюють символом **ě**, топу прямих вказівок на вимову літери «ять» немає.

1.2. Етапи становлення явища ікавізму

1.2.1. Перехід *ě в [і]

У сучасному мовознавстві переважає думка, що при переході в [і] звук *ě, так званий «старий ять», зазнав найперше дифтонгізації. Далі він піддався звуженню, відтак підняттю і монофтонгізації. Цей процес відбувався одночасно з переходом *е в [і] в нових закритих складах і на стадії дифтонгізації злився з ним: [лěсь] → [лēс] → [л'іе͡с] → [л'іс].

Деякі мовознавці висловлювали думку, що у «всіх протоукраїнських діалектах з *ě розвинувся дифтонг [іе͡], який зберігся (під наголосом) на Поліссі, але перейшов у '**ė** в південно-західному наріччі і ймовірно також на Київщині» [30, с. 262—263].

На початку слова, що починалося звуком *ě, відбулося додавання протетичного звука [й]: [ěсти] → [ēсти] → [йіе͡сти] → [йісти].

1.2.2. Перехід *е в [і]

Є два погляди на шляхи розвитку *е в [і] у складах перед занепалим «єром».

Найбільш поширеним є такий: у всіх діалектах це відбулося через дифтонгізацію. Спочатку *е подовжився до [ē], пізніше перед складом

з колишнім [ь] перейшов в [іе̄]. У писемних пам'ятках це відображено написанням букви ѣ на місці звука [е] в складах перед занепалим зредукованим *ь, звідси й назва «новий ять». Це поняття у 1870 році запропонував О. Потебня, а термін уперше вжив російський мовознавець О. Соболевський. У закритих складах «новий ять» злився зі «старим ятем», тобто [ě], у всіх діалектах (окрім гуцульського [13]) і зазнав точно таких же змін, що й «старий ять»:

[печь] → [пē̆ч’] → [піе̄ч’] → [п’іч’].

Перед складом з колишнім *ъ звук [ē] пройшов кілька стадій дифтонгізації за участю [ў]: [селъ] → [сēл] → [с'ў͡ол] → [с'ў͡ил] → [с'ў͡іл] → [с'іл].

Згідно з іншим поглядом, звук [ē] в складах перед занепалим редукованим у південноукраїнських говорах зазнав звуження, а в північноукраїнських — дифтонгізації до [іе̄].

1.2.3. Перехід *о в [і]

Процес переходу *о в [і] міг мати п’ять стадій. Перша — подовження *о до [ō]. Як згадувалося вище, воно найімовірніше зумовлене знеголошенням «єрів» і відбулося перед складами з *ъ, *ь у слабкій позиції. Друга стадія — перехід [ō] в дифтонг [у͡о̄]. Він пов’язаний із висхідним тоном вимови подовженого [ō] та нечіткою вимовою першої його частини, що згодом через редукцію та огублення перейшла в [у]. Цей процес став основою для утворення інших дифтонгів. Третя — знеогублення дифтонга [у͡о̄] до [у͡ӣ]. Четверта — підняття та звуження [у͡ӣ] до [у͡ї̄]. П’ята — монофтонгізація [у͡ї̄] в [і]. Усі ці стадії спричинені звуженням, знеогубленням та просуненням вимови в напрямі до сфери творення голосних переднього ряду і верхнього підняття.

М. Жовтобрюх висловив припущення, що однією з проміжних стадій рефлексу *о в новозакритих складах був дифтонг [у͡е̄]:

[возъ] → [во̄з] → [ву͡о̄з] → [ву͡е̄з] → [ву͡ӣз] → [ву͡ї̄з] → [віз];

[снопъ] → [сно̄п] → [сну͡о̄п] [сну͡е̄п] → [сну͡ӣп] → [сну͡ї̄п] → [сніп].

Проте досі немає єдиного погляду на звукозміну *о в новому закритому складі. М. Жовтобрюх зазначав: «Переважає традиційний погляд (…), що дифтонгізацію [ō], [ē] в нових закритих складах пережили всі українські говори, як південні, так і північні, що в південних говорах української мови ці голосні еволюціонували в напрямі до монофтонга [і] через обов’язкову для них стадію дифтонгів». [10 с. 275—276]

Ю. Шевельов припускав, що в позиції перед складом з редукованим *ъ звук *о перейшов у південних діалектах у більш закритий голосний [o̟], зазнав звуження і через монофтонги постав у сучасній літературній мові як [і], а в північних діалектах як дифтонг [у͡о̟] [30, с. 406—407].

Отже, звуки *ě, *е та *о у процесі переходу в [і] зазнали дифтонгізації, звуження, підняття та монофтонгізації. На думку окремих мовознавців, у південних діалектах української мови давні *ě, *е, *о зазнали лише звуження.

1.3. Альтернативні звукозміни *о, *е, *ě, в українській мові

Окрім переходу в [і], ще можна виділити такі зміни *о в новозакритих складах:

1) так зване «укання» — знеогублення та монофтонгізація [у͡о̟] до [у]. Воно властиве західноволинським та надсянським говорам, мармороським та ужанським говіркам Закарпаття, поліським — у ненаголошеній позиції (у наголошеній систематично прослідковується [о]), південним говіркам Білоруси. Для західноволинського говору прикладом можуть слугувати слова [хло́пцуў], [столуў], літ. [хлопціў], [століў];

2) так зване «икання» — знеогублення та монофтонгізація [уи̯] до [и], властиві західноволинським говіркам та смузі Луцьк — Рівне — Житомир — Київ — Прилуки — Суми. Прослідковується у словах [стил], [батиг], [мист] тощо;

3) так зване «ыкання» — знеогублення, монофтонгізація [уи] до [ы]. Ці процеси властиві надсянському говору: [стыл], [батыг], [мыст];

Ось відомі на сьогодні альтернативні звукозміни *е в новозакритих складах та «старого ятя»:

1) монофтонгізація [ӱ͡о̟], [ӱ͡и] або [ӱ͡і] до [ӱ]. Є типовим явищем для надсянського говору й боржавської говірки Закарпаття: [н'ӱс], [т'ӱтка] — літ. ніс (*нести*), тітка;

2) збереження дифтонга [і̯е̯], який розвинувся з [ē] у складі перед занепалим зредукованим *ь. Це явище властиве поліським говорам у наголошеній позиції (у ненаголошеній систематично спостерігається голосний [е]): [пі͡еч’], [ш’і͡ес'т'], але [о́сен'], [ка́мен'];

3) розвиток неоднорідних голосних [ӱ͡ӧ], [ӱ͡е], [ӱ͡ӥ], [ӱ͡і], [у͡о̟], [у͡е̯], [и:], [у͡ӣ] з [ē] у складі перед занепалим зредукованим *ъ. Ця риса властива поліським говорам у наголошеній позиції. Зокрема [ӱ͡ӧ], [ӱ͡е], [ӱ͡ӥ], [ӱ͡і] характеризуються лабіалізацією попереднього приголосного: [с'ӱ͡ӧл], [с'ӱ͡ӗл], [с'ӱ͡ил], [с'ӱ͡іл] ← селъ; [нӱ͡ӧс], [нӱ͡ӗс], [нӱ͡ис], [нӱ͡іс] ← несъ ← неслъ.

Сучасна українська мова не зберегла ні [ō], ні [ē], окрім деяких поліських говірок, як-от сосницької [4, с. 151]

Як для «старого», так і для «нового ятя» властиве збереження дифтонгічного характеру вимови в поліських говорах як [іе̄] в наголошеній позиції та перехід в [е] в ненаголошеній: [д'і́е̄д], але [дедо́к].

Збереження форми *дітина* (від **дѣтина**), на противагу літературній *дитина*, властиве закарпатському, наддністрянському та лемківському говорам. Наприклад, її вжив автор статті на сайті «Радіо Лем.фм»: «*Орґанізаторы фестівалю «Дітина в фольклорі» вказуют, што фольклор може быти файний і інтересувати аж і наймолодше покоління*» [14]. Також приклади вживання можемо знайти у соцмережі «Фейсбук» у дописі онлайн-магазину «Irshavaloft», засновники якого з міста Іршава Закарпатської області: «*Куртка, яку дітина полюбит з першого дотику*» [31]. Зафіксована така форма й у тексті маловідомої галицької народної пісні: «*Йа дітину й колисала, й дітина плакала: / — Чо ти, дітино, плачеш? / — Мати ня не вбрала*» [7]. Наявність форми *дітина* пов'язана з тим, що в протоукраїнський період, коли відбувалася давня зміна ***ě** в [и] перед складом з наступним **и**, у цих діалектах ***ě** зберігся, тому пізніше закономірно змінився в **і** [30, с. 264].

Отже, давні *о, *е, *ě у процесі свого розвитку, окрім переходу в [і], могли зазнати інших звукозмін. Їх ілюструють українські діалекти.

1.4. Відображення ікавізму в давньоукраїнських писемних пам'ятках

1.4.1. Свідчення занепаду редукованих у давньоукраїнській літературі

Досліджуючи передумови та розвиток ікавізму, його писемні свідчення та часові межі, неможливо не торкнутися теми редукованих. Тому розгляньмо питання фіксування в писемних джерелах знеголошення і занепаду редукованих *ь, *ъ, що спричинило явище ікавізму в новозакритих складах.

У болгарській мові (а з території її поширення походила основна частина текстів, скопійованих давньоукраїнськими переписувачами) «єри» занепали раніше, ніж у давньоукраїнській, приблизно в X столітті. Знеголошення «єрів» і спричинені ним систематичні пропуски цих літер у слабкій позиції є першим кроком на шляху до їхнього повного знеголошення.

«Єри» встигли занепасти до 1150 р. і в слабкій позиції (*ъ, *ь → ∅), і в сильній (*ъ → [о], [ь] переважно → [е]). Традиційне вживання

букв на позначення «єрів» не припинилося, але процес занепаду *ъ, *ь як самостійних фонем відображений у тогочасних писемних пам'ятках декількома способами:

1) пропусканням етимологічних «єрів»: **послати <посълати, что< чьто**;

2) появою «єрів» у тих скупченнях приголосних, де їх первісно не було: **земьлпа < землпа; χьлѣбъ < χлѣбъ**;

3) змішуванням на письмі літер **ъ** і **ь**: **дьва < дъва, столъмъ <столъмь***;*

4) взаємозаміною **ъ** і **о, ь** і **е**: **берьго < берегь**, **бѣлокы < бѣлъкы**;

5) написанням літер **о** та **е** на місці «єрів» у сильній позиції: **дождь < дъждь**; **возьми < възьми**.

1.4.2. Відображення звукозміни «старого ятя» в давньоукраїнських пам'ятках

Ще в XI ст. зафіксовано протетичний [й] перед «ятем». В Ізборнику, 1073 р. засвідчені приклади вживання символа **Іѣ** для позначення йотованого «ятя»: **Іѣсти** 'їсти', **Іѣжь** 'їж'. Один раз такий спосіб вжив і писар Ізборника 1076 р.: **Іѣда** 'отрути' (род. відм. одн.). Написання **Іѣ** не набуло поширення, проте на місці йотованого «ятя» на початку слова часто вживали символ **ю**: **юмь** — 'їм' (Архангельське Євангеліє, 1092 р.), **юсть** — 'їсть' (Галицьке Євангеліє, 1144 р.), **преюχавше** (Євсевієве Євангеліє, 1283 р.), **юсти** (Галицьке Євангеліє, 1288 р., пандекти Антіоха, 1307 р.), **юмо** 'їмо' (Лаврішівське Євангеліє, 1329 р.), **юдоушимъ**, дав. відм. мн. (Луцьке Євангеліє, XIV ст.), неодноразово в Іпатівському літописі — **юздиша**, **юздиш** (1152 р.), **юχа** (1190 р.). Стало типовим написання **тебе**, **себе**. Це пояснюють впливом болгарської мови, бо на той час буква **ѣ**, на думку Ю. Шевельова, читалася місцевими як [ė] [30, с.259].

Випадки сплутування **ѣ** з **і** наприкінці протоукраїнської доби не часті та не свідчать про його остаточний перехід. Звучання «ятя» як [ie̅], згодом — [ė] підтверджує написання деяких запозичених слів. Наприклад, типовим було відтворення цією літерою частини —*sten* (< *stein*) із закритим [ė] в давньошведських власних назвах: **Искоростѣнь** (Іпатіївський літопис, запис подій 946 р.) **Прастѣнь**, **Фурьстѣнь** (Іпатіївський літопис, запис подій 944 р.).

Перехід «ятя» в [і], очевидно, стався після злиття звуків [і] та [ы]. На письмі сплутування літер **ѣ** та **и**, **ы** та **и** почастішало з XIII—XIV ст. і фіксується в таких пам'ятках:

1) Галицьке Євангеліє, 1288 р. — **витры**;

2) Путнянське Євангеліє, XIII ст. — **линивыи**, **окаменило** (**срдце иχъ**);

3) Іпатіївський літопис — **о грисѣχъ**, **писньми**, **прибижище** ‘притулок’ (1175 р.), **о бидѣ** (1250 р.), **в Черниговѣ** (1077 р.).

1.4.3. Свідчення звукозміни *е в давній літературі

Звук, який постав з *е в новому закритому складі, злився зі звучанням «старого ятя» (винятком є гуцульські говірки, що потребують окремого дослідження [13]), і вони пройшли спільні етапи історико-фонетичного розвитку. Перше вживання «нового ятя» мовознавці знаходять на написі на хресті полоцької княгині Євфросинії, що зробив у 1161 році, найімовірніше, київський майстер, у словах **камѣньє** і навіть у запозиченні **игоумѣньѧ**. Тобто перші свідчення збігаються в часі з повним занепадом «єрів». У XII столітті «новий ять» зафіксований у таких джерелах, як:

1. Добрилове Євангеліє, 1164 р. — **дѣлатѣль**, **о учѣньи**, **камѣнью**, **погребѣныа**, **на стоудѣньци**, **боудѣть**, **грѧдѣть**, **придѣть**, **можѣть**, **нѣ всегда**, **въ нѣмь**, (**горѣ**) **сѣ**, (**на крилѣ**) **цкровьнѣмъ**;
2. Виголексинський збірник, кінець XII ст. — **мıатѣж** ‘заколот’, **погырбѣниє**, **телѣсьныχ**, **клѣвѣтьно** ‘брехливо’, **зѣмьнѣн** (**славѣ**), **ведѣть**, **зовѣть**, **нѣ имѣть** ‘не має’, **вѣльми**, **вѣльможь**;
3. «Бесѣды на Евангелие Григория Великого» — **о нѣи**, **въ сѣи** (рѣчи), **любвлѣниıа** ‘любові’, **погыбѣниє** ‘руйнація’, **въспрѣщѣниє** ‘заборона’.

У тогочасних пам'ятках із Півночі України «новий ять» зазвичай не з'являється після [й], наприклад, у Добриловому Євангелії 1164 р.: **събираѣтъ**, **подобаѣть** ‘личить’. У жодному тексті «новий ять» не зафіксований в особових формах дієслова **быти**: **ѣсмь**, **ѣсть**.

«Новий ять» засвідчено в таких писемних пам’ятках XIII—XIV ст.:

1. Євсевієве Євангеліє, 1283 р. — **ремѣнь**, **оучитѣль**, **поклонѣньıє**, **весѣлиє**, **зѣмльндıа**, **небѣсноє**, **жѣнескъ** (**е** < **ь**), **вѣздьноу**;
2. Рязанська Кормчая, 1284 р. — **степѣнь**, **осоужѣнье** ‘засудження’, **гонѣниıа**, **зѣлыа**, **вѣлми**;
3. «Слова Єфрема Сирина», 1284 р. — **рожѣнє**, **идѣтъ**, **вѣздьноу**;
4. Галицьке Євангеліє, 1288 р. — **корѣныа**, **срѣбрьникоу** (дав. відм. одн.);
5. Житіє Сави Освященного, XIII ст. — **слоужитѣль**, **доблѣсть, прощѣниє, поставлѣния, врѣмѣньнаго** ‘тимчасового’**,**

камѣньноє, Сѣвѣрьноую ‘північну’, **надѣжьномоу, пещѣрьскыи, нѣ имаши, юрѣсь, кѣльи**;

6. Ірмологій Хіландарського монастиря — **пламѣнь, обновлѣниє, оутвержѣниє, пѣщьныи** ‘пічний’;

7. Євангеліє з Городища, XIII ст. — **житѣль, прошѣнию, нѣ чтѣть** ‘не шанує’;

8. ЛістВиця «архівська», XIII—XIV ст. — **горѣстъ** ‘туга’;

9. Псалтир, що зберігається у Флоренції, 1384 р. — **болѣзнью** ‘хворобою’, але **болєзни** (род. відм. одн.);

10. Кодекс фон Ганкенштайна — **помышлѣниıа, χвалѣниıа, знамѣнии, душѣвнаго, птѣньціа** ‘пташеняти’, **ангѣльски, триднѣвно, словѣсною, неиздречѣньно** ‘невимовно’, **молѣбницю, боудѣть, приведѣть, въсѣлша сѧ** ‘оселених’;

11. Мукачівський уривок Тріоді, XIII ст. — **въχожѣньıє**;

12. Путнянське Євангеліє, XIII ст. — **исполнѣныа**, **гавлѣньe**;

13. Послання Георгія Зарубського, XIII ст. — **нѣ иного**;

Правопис **вѣльи**, **трѣтьи** переважає в цих пам'ятках. Написання з **ѣ** у тогочасних рукописах є типовим явищем.

1.4.4. Звукозміна *о та її відображення в давньоукраїнській літературі

Звукозміну *о у складі перед «єром» у слабкій позиції відображає написання **у** або **оу** на місці етимологічного *о. Але такі випадки мають, окрім кількісного обмеження, територіальні закономірності, бо всі приклади, за винятком Євангелія Лаврішівського монастиря, зафіксовані в пам’ятках західного регіону, а саме на Мараморощині, Холмщині та Перемишльщині. Також у жодній із пам’яток (**о**)**у** не вживають у всіх можливих випадках, а перевагу віддають написанню з **о**. Поки знайдено лише два ранні приклади використання (**о**)**у** замість **о**: у Галицькому Євангелії 1288 р. (**возмоужьно**). Найчастіше таке написання зафіксовано в грамотах — давньоукраїнських письмових документах. Випадки частішають із середини XIV ст.: **оунукумъ**, прізвище **Друздъ**, прізвище **Канътуръ** (Грамота 1359 р.); **проузвищемь, довровоулно**, прізвище **Столпувьский**, ім'я **Ларивунъ**, **Радивоунъковѣ** — присв. прикм. у дав. відм. чол. роду (Грамота 1366 р.); **кракувъскии** (Грамота 1377 р.); ім'я **Федурть**, **торгувлѧ** (Грамота 1378 р.).

Проте навіть там написання з (**о**)**у** не вживається в усіх можливих випадках, а скрізь віддають перевагу **о**. Невелика кількість прикладів написання з (**о**)**у**, на відміну від «нового ятя», може мати графічні

причини. Голосний, який постав з *е, злився з *ě. Для позначення цього звука існувала буква «ять», для [ō] та [у͡о] — не існувала.

Окрім написання (**о**)**у**, звукозміну *о засвідчує також протетичний **в** на початку слова. Він міг бути зумовлений гіперкорекцією: склад **во** традиційно передавався буквою **о**. Цей спосіб могли застосовувати і до сполук без протетичного приголосного, що фіксує Євангеліє, написане поповичем Євсевієм 1283 р.: **азъ оци** (замість азъ въ отьци).

Приклади написання протетичного **в** перед *о, що зазнав чергування зі звуком [і], трапляються на 100 років раніше, тобто ще з середини XIII ст.: **вовца** (Євангеліє, написане поповичем Євсевієм, 1283 р.); **кнѧгини ВолзѢ** (Слова Єфрема Сирина, 1284 р.), **вовцѣ** — род. відм. одн., (Євангеліє, переписане в Галичині, 1288 р.), **о вовцахъ** (пандекти Антіоха, 1307 р.), **волтарь**, **воотьціа** (Євангеліє Полікарпова, 1307 р.), **поперекъ вольшины** (Грамота після 1349 р.), **вотчину** ‘батьківщину’ (Грамота 1359 р., Перемишль), **во**(**н**) — ‘він’ (Грамота 1378 р., Львів), **вовціамъ, водръ** ‘ліжко’ (Євангеліє Лаврішівського монастиря, 1329 р.; Луцьке Євангеліє, XIV ст.); **воѡтчиноу**, **волтарь** (Іпатіївський літопис, 1253 р., 1259 р.).

Слід виокремити використання подвоєного **оо** в наведеному вище прикладі (**воотъціа**). Написання подвоєних букв для позначення голосних не набуло значного поширення і використовувалося досить безладно [30, с. 408.]. У староцерковнослов'янських пам'ятках на нього можна натрапити у формах прикметників (**великааго**) та імперфекта (**глаголааχъ**), дарма що в давньоукраїнській мові ці граматичні форми вимовлялися без подовження. Тому написання подвоєних літер у таких випадках сприймалося як орнаментальний засіб.

Окремого дослідження потребує написання омеги в деяких давньоукраїнських пам’ятках. У кодексі фон Ганкенштайна XIV ст. ця буква часто трапляється у складах перед занепалим «єром»: **потѡмь**, **кѡвчезѣ, ѧрѡстью** ‘люттю’, **сбѡръ, пустѡшныχъ** ‘безпідставних’, **пѡчтѣмъ** ‘ушануймо’, **пѡидетъ, грѣχѡвную, невχѡдна** ‘непроникна’, **покѡинѣмъ** ‘спокійному’, **рѡдъ, полижьшего** ‘який поклав’ та чимало інших. Реконструював звучання **ѡ** як дифтонга типу [іо͡] Ю. Шевельов [30, с. 409].

Отже, свідченням занепаду редукованих було написання їх у скупченнях приголосних, де їх первісно не було, а також сплутування «єрів» між собою чи з літерами **о**, **е**. Відображенням звукозміни *ě було сплутування його з буквою **ю,** пізніше — з **и**. Свідченням звукозміни *е було його сплутування з літерою **ѣ** на письмі. Відображенням звукозміни *о було написання **у** або **оу** на місці

етимологічного *о та додавання протетичного **в,** якщо *о був на початку слова.

1.5. Явище переходу [у] в [і] в закритому складі

Існують поодинокі випадки переходу [у] → [і], наприклад: *огірок* ← *огурок, заміж* ← *замуж* ← *замѫж, діброва* ← *дуброва* ← *дѫброва, шкіра* ← *шкура* ← *шкѫра* [8]. Ця проблема досі не розв'язана, але можна висунути два припущення, які б могли його пояснити:

1) [у] злився з [о] на певній стадії дифтонгізації. Це припущення має значний недолік, оскільки не пояснює вибірковості переходу в наведених вище словах: *заміж*, але *мужній*; *діброва*, але *дуб*; *шкіра* (зовнішній покрив тіла людини) і *шкура* (зовнішній волосяний покрив тварин);

2) ці слова запозичені з польської мови. Звук, що передавався буквою **ѫ**, ще в протоукраїнській мові змінився в [ȳ], пізніше — в [у], на відміну від польської, в якій зберігся носовий [ǫ]. Запозичені зі звуком [о], ці слова могли підпасти під гіперкорекцію, як сталося з лексемами *маркітний* ← *маркотний*, *небіжчик* ← *небожчик*. Проте таке припущення малоймовірне з огляду на носовий характер вимови [ǫ] в польській, що мав би перейти у сполуки *он* чи *ом*, як це відбулося в словах *плентатися, ксьондз, пончик, вомпити* або *вонпити* (вагатися) [15].

Отже, ікавізм має давню історію, а вчені ще не дійшли до єдиної думки щодо етапів, у які він відбувався. Це фонетичне явище засвідчує багато пам'яток, звідки мовознавці можуть висувати припущення щодо проміжних стадій та часових меж переходу *о, *е, *ě в [і]. Окрім переходу в [і], давні *о, *е, *ě могли зазнати інших звукозмін, які фіксують українські діалекти. Варто звернути на той факт, що в нових закритих складах не лише *о, *е зазнали переходу в [і], а й голосний [у] в деяких словах.

РОЗДІЛ 2.
ІКАВІЗМ ЯК ОДНА З ХАРАКТЕРНИХ РИС СУЧАСНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

2.1. Чергування [о], [е] з [і] як відображення фонетичного явища ікавізму

Ікавізм — «одна з характерних ознак фонологічної системи української мови, якою вона виразно виділяється серед інших слов'янських мов» [27, с. 215]. У літературній мові й південноукраїнських говорах широко поширений голосний [і] < *ě (ѣ), *о, *е.

Давньоукраїнський голосний *ě, успадкований з праслов'янської мови, послідовно змінився в [і], тому звук [і], що постав з *ě є як у закритому, так і у відкритому складі і не чергується з іншими звуками: *дід — діда, літо — літній, вінок — вінка* тощо.

Давні голосні *о, *е змінювалися в [і] лише в певних позиціях — у новозакритих складах, а в інших збереглись, тому звук [і], що походить з *о та *е, чергується за певних умов з цими голосними: *ніс – носи, віз — вози, сіль — солі*, *шість — шести, піч — печі.*

Чергування [о], [е] з [і] виникло у зв'язку із занепадом редукованих. Після затрати слабких редукованих сила голосу, що припадала на їхню вимову, переміщалась на попередній склад, який ставав закритим, і голосні *о, *е в ньому подовжувались: *волъ > вōл, печь > пēч.* Але подовжені голосні [ō], [ē] в українській мові не збереглись і в більшості її діалектів змінились в голосний [і]: вōл > віл, пēч > піч, хмēл > хміл. У відкритому складі голосні *о, *е не зазнавали подовження і не змінювались, тому чергування [о], [е] з [і] в українській мові пов'язане з характером складу: [о], [е] у відкритому складі чергується з [і] в закритому.

Отже, чергування [о], [е] з [і], як і поява [і] на місці давніх *о, *е, становить найхарактернішу ознаку української мови. Воно властиве сучасній українській літературній мові та більшості українських діалектів.

2.2. Відхилення від чергування [о], [е] з [і] в сучасній українській літературній мові

Незважаючи на те, що, як правило, лише давні *о, *е зазнали чергування з [і] у закритому складі, існує кілька випадків відхилення від цього чергування, фіксованих у сучасній українській літературній мові.

До таких явищ можна зарахувати сплутування етимологічного *о та вторинного [о], що постав з *ъ. Такі винятки властиві наддністрянським, надсянським, лемківським говіркам у прийменниках і префіксах *зі, наді, піді, переді, розі, уві, віді, ді*. Українська літературна мова нормує це у словах *зіставити, надібрати, підійти, переді мною, розібрати, увійти, відіграти, дістати* тощо. Це, на нашу думку, можна пояснити сплутуванням прийменників чи префіксів зі сполучним голосним [о], для якого первісно властиве чергування в нових закритих складах. Також плутання [о], що постав з *ъ, з етимологічним *о властиве деяким іменникам. Наприклад, *кръть → крот → кріт, блъхъ → блох → бліх* (род. відм. мн.).

До винятків належить збереження у відкритому складі звука [і], що постав з *о в новому закритому складі. Характерне воно на межі морфем, де в кінці кореня відбувся ікавізм (наприклад, *візок, віконце, гірочка, гребінець, дзвінок, камінець, кілок, кінець, олівець, ремінець, рівень, фахівець, жіночий*) та в інших випадках (*вічі, кіготь, ніготь*). Явище зафіксоване також у деяких формах родового відмінка множини: *вікон, вічок, гілок, зірок, кілець, ліжок, ніжок, пліток.* За редакцією правопису української мови 2019 року, у чоловічих прізвищах, що закінчуються суфіксом *-ів*, допускається варіативне відмінювання: *Коваліва* і *Ковалева*, *Прокопіва* і *Прокопова* [29, с. 168].

У сучасній українській літературній мові трапляються випадки чергування [о], [е] з [і] у запозиченнях. Таке явище властиве деяким давньозапозиченим словам, як-от *ґніт, колір, курінь, папір, якір, Антін, Прокіп*.

Сучасна літературна українська мова зберігає [е] у закритому складі лише в деяких словах: *мед, ясен, перепел*. Причини цього явища досі не встановлені.

Голосний [і] на місці давніх *о та *е в повноголоссі пам’ятки засвідчують з XVII ст. Процес зміни *о, *е в [і] у закритому складі повноголосих сполук *-оро-, -оло-, -ере-* відбувся не раніше першої половини вказаного століття і спричинений аналогією. Відмінювання слів, що містять повноголосся, має чи не найбільше винятків. Як правило, *о, *е не переходять в [і] у звукосполуках *-оро-, -оло-, -ере-,* проте розгляньмо випадки переходу.

Одним із таких прикладів можна вважати форми родового відмінка множини жіночого роду (переважно з рухомим наголосом) і похідні іменники з суфіксом *-к-*, такі як *борода — борід — борідка, борона — борін — борінка, голова — голів — голівка (головка), сторона — сторін — сторінка, череда — черід — черідка*.

Варто згадати також форми родового відмінка множини іменників середнього роду й відповідні іменники зі значенням зменшеності*: болото — боліт — болітце, ворота — воріт — воріття, долото — доліт — долітце.* Проте і тут є винятки: *дерево — дерев — деревце, джерело — джерел — джерельце.*

Рідше перехід *о, *е в [і] у повноголосних сполуках *-оро-, -оло-, -ере-* трапляється в похідних іменниках середнього роду з подовженим приголосним: *бездоріжжя, Запоріжжя, підборіддя, роздоріжжя*. Винятками є слова *лівобережжя, узбережжя.* Також явище переходу може бути і в словах без подовження: *безголів'я*, *поголів'я*, але *безголосся*, *повноголосся*.

Отже, у процесі переходу *о, *е в [і] відбулося чимало винятків, їх нормує сучасна українська літературна мова. Деякі з них можна пояснити сплутуванням чи аналогією.

2.3. Відхилення від закономірностей ікавізму в українських діалектах та розмовній українській мові

В українських діалектах явище ікавізму відобразилось по-різному, тому є сенс визначити, яким саме діалектам воно притаманне у повному обсязі, а де спостерігаються інші рефлекси.

Найцікавішим у цьому плані є північне наріччя. О. Потебня, що досліджував рефлекси *ě та *о, *е у закритих складах, опирався саме на риси цього наріччя. Він стверджував, що рефлекси цих голосних на Поліссі розвивалися таким самим шляхом, як і в літературній мові, але зупинилися на етапі дифтонгізації. Яскравий приклад — східнополіський говір, де дифтонги збереглися на місці всіх трьох етимологічних голосних. Місцями вони наявні в західнополіських та середньополіських говірках. Особливо характерно це відображено у надбузько-поліських говірках, де трапляються дифтонги [уо͡], [уе͡], [уі͡] на місці *о — [вуо͡л], [муо͡й], [вуе͡л], [муе͡й], [вуі͡л], [куі͡н']. Пізніше цю теорію щодо наявності дифтонгів у північних говорах української мови як проміжного етапу в розвитку ікавізму було спростовано.

На Поліссі спостерігаються також і різноманітні монофтонги: [у], [ў], [и], [і], [ий͡] — [кун'], [вул], [кин'], [вил], [к'ий͡н'], [в'ий͡л], [к'ін'], [в'іл] та інші, на місці *о в закритому складі — [у], [ў], [и] на місці *е в закритому складі (іноді навіть [і] та дифтонг [іе͡]) — [прин'у́с], [прин'ўс], [прин'і́с]. Що цікаво, на місці «ятя» вже з'являється монофтонг [і], але іноді в ненаголошеній позиції він перетворюється на [и] — [мишо́к], [писо́к] — або навіть на дифтонги [іе͡] чи [ие͡] — [с'ие͡но], [л'іе͡с], [т'ие͡сто].

Щодо південно-західного наріччя, то там ми можемо спостерігати набагато більше різноманіття рефлексів етимологічних *о, *е. Проте

рефлекси «ятя» в південно-західній групі говорів не такі різноманітні, як у північних, здебільшого він реалізував себе у звукові [і].

У волинському говорі етимологічний *о в новозакритому складі може бути відображеним як [і], але на його місці також трапляються і монофтонги [у], [и]: [столíў], [столýў], [стил], [нúчка], [тúл'к'і]. Територіально ця риса прослідковується найвиразніше у західноволинських говірках. Натомість *е та *ě мають рефлекси, тотожні рисам української літературної мови.

У надсянських говірках *е зазвичай переходить в [у], але тільки в ненаголошеній позиції перед складом із наголошеним [е]. Тим часом у західнонадсянських говірках *е переходить в ['у] — [н'ус] (*ніс* від *нести*), [л'уг] (*ліг*), а якщо цей етимологічний голосний стоїть після губного, то між ним та губним можуть з'явитися вставні [й] або [н]: [мн'ут] (*мед*), [пйук] (*пік*). А коли *е стоїть поруч із [р] та після [ж], [ч], [ш], [й], то його вимова наближається до [а] — [сарадúна] (*середина*), [шáстий] (*шостий*).

Частково перехід [о] в [і] через стадію дифтонгізації в зазначених вище говірках уже закінчився, але в деяких, зокрема в західнонадсянських, як вважають окремі науковці, він досі перебуває на стадії дифтонгізації. Тому на місці етимологічного [о] трапляються голосні [о], [у͡о], [ы], [и] — [ну͡оч] (*ніч*), [кын'] (*кінь*), [стил] (*стіл*).

Щодо наддністрянського говору, то в ньому зміни давніх голосних доволі нерегулярні і здебільшого збігаються із літературним стандартом. Проте в деяких регіонах можна прослідкувати нетипові тенденції. Подекуди етимологічні голосні набувають такого вигляду: *ě може переходити в [у], [и] — [видрóу].

У подільських та наддністрянських говірках спостерігають збереження твердості передньоязикових приголосних [т], [д], [н], [с], [з], [л] перед звуком [і], що походить із давнього *о, тобто появу так званого «твердого [і]»: [ніс], [сік], [стіл], [лій]. Така вимова була літературною нормою до 1940-х років. Її фіксує О. Синявський у роботі «Норми української літературної мови» 1941 р. [25]. Крім того, у працях з діалектології О. Курило фіксує тенденцію, про яку згадували вище у контексті літературної мови — це поява звука [і] на місці етимологічних *о та *е у відкритих складах: *пімре*, *пічінки* [17].

Рефлекси давніх голосних у закарпатському говорі зазвичай характеризують переходом «ятя» у звук [і], але в деяких говірках, коли в наступному складі наявний [у], він переходить в [ў]: [д'ўўка], [хл'ўў].

У новозакритому складі в закарпатських говорах етимологічний *е здебільшого переходить в [і], але в деяких позиціях, зокрема в складах,

після яких занепав давній *ъ, з'являється рефлекс [‘у], [‘ӳ] — [мн'ут] ‘мед’, [т'у́тка], [прин'у́с], [привйу́х] ‘привів’; [мн'ӳт], [т'ӳтка], [прин'ӳс], [привӳх]. Різноманіттям, залежним від території, також вирізняється рефлекс *о в цьому говорі, адже у східних та західних говірках він здебільшого переходить в [у] — [вус] (*віз*), у тоді як у центральних можна спостерігати рефлекс [ӳ] — [вӳс], а в північних, які межують із бойківським, можна спостерігати перехід в [і]. Такий самий рефлекс проявляється і в лемківському говорі: етимологічні *о та *е також переходять в [ӳ] або [‘у] — [вечӳр] ‘вечір’, [т'утка] ‘тітка’.

У бойківському, гуцульському та покутсько-буковинському говорах етимологічні голосні здебільшого розвиваються в [і].

Серед говорів південно-східного наріччя найчастіше спостерігаються рефлекси етимологічних *о та *е, тотожні сучасній літературній українській мові. Проте в окремих говірках також трапляються певні відхилення від загальної тенденції.

У слобожанському говорі можна помітити непослідовні зміни *ě. Він може рефлексуватися по-різному: як [і], [и], [е] чи [о] — [хр'ін] і [хрон], [хр'ен], [ц'ілува́ти] і [цилува́ти], [целува́ти]. Схожа ситуація і в степовому, там відбувається неоднаковий розвиток *ě переважно як [і], але зрідка як [и], [е], [о], [у] — [ди́рка] [ц'ул'ува́ти] [16].

У сучасній розмовній українській мові побутують просторічні форми: *підкаст* (від англ. *podcast*), *від кутюр* (літ. *от-кутюр*), *забудівник* (літ. *забудовник*), *торгівельний* (літ. *торговельний*), *хрущівка* (літ. *хрущовка*; тип будинку), *заспокійся* (літ. *заспокойся*) тощо. Нечасті випадки збереження звука [і] у відкритому складі. Наприклад, на одному записі чуємо: «*Закордонні зірки качали тисячі людей у Києві, на «Upakr» та «Атлас Вікенді», а «Файне місто» — у Тернопілі*» [28, 2:48]. Можливі також випадки сплутування етимологічного «ятя». Таке явище зафіксоване у слові *хрін* (**хрѣнъ**). Для степового говору властива заміна на [о] у відкритому складі: *хрін — хрону*. Як бачимо в додатку Б, сучасна літературна мова нормує обидві парадигми (див. додаток Б; [26]).

Варто звернути увагу на той факт, що більшість наведених вище процесів мають відображення як у сучасній літературній українській мові, так і в багатьох діалектах нашої мови. Це одна із характерних для української мови рис, яка майже не трапляється в інших слов'янських мовах.

ВИСНОВКИ

У мовознавчих працях з історії української мови ікавізм трактують як комплексне явище, яке полягає у появі звука [і] на місці етимологічних *о, *е перед складом із занепалим *ь або *ъ та на місці давнього *ě. Знеголошення «єрів» та зсув інтонації викликали подовження [о] та [е] та подальший їх розвиток в [і]. У різних частинах України це явище відбувалося по різному: на Півночі — через стадії дифтонгізації та подальшого звуження, підняття та монофтонгізації звукосполук; на Півдні — або через дифтонгізацію також, або через звуження, оскільки про це єдиної думки досі немає.

Поява звука [і] на місці давнього «ятя» відбулася через дифтонгізацію, підняття, звуження та монофтонгізацію. На основі досліджень історичних пам'яток української мови, здійснених мовознавцями, ми змогли зрозуміти не тільки історію переходів цих звуків, а й приблизне його територіальне поширення (див. додаток В), його хронологію і структурувати вже наявні дослідження на цю тему. Це дало змогу не тільки з'ясувати суть цих процесів, а й збагнути природу аналогічних явищ, що відбуваються зараз у сучасній українській літературній мові та багатьох українських діалектах. До них належать просторічні форми на зразок *підкаст* (від англ. podcast), *забудівник* (літ. *забудовник*), *торгівельний* (літ. *торговельний*); перехід вторинного [о] (< *ъ) в [і] у прийменниках і префіксах *зі, наді, піді, переді, розі, уві, віді, ді* та словах **кръть → *крот → кріт, *блъхъ → *блох → бліх* (род. відм. мн.); перехід [у] в закритому складі в [і] у словах *діброва, заміж, шкіра*; збереження звука [і] у відкритому складі у словах *візок*, *дзвінок*, *кінець* тощо.

На основі прикладів з діалектного мовлення можна було прослідкувати, що кожне правило породжує винятки, що спричиняє згодом нове правило. Це може допомогти в прогнозуванні подальшого розвитку фонетичних систем українських діалектів, а також літературної мови. Адже у сучасному світі ледь не щодня з'являються нові й нові слова, які мова починає внормовувати з урахуванням своєї ж історії, мовної практики, діалектного впливу. Саме через це можна зробити висновок, що ікавізм та явища, спричинені ним, досі мають вплив на сучасну літературну мову, адже особливо важливими в цьому плані є різноманітні фонетичні явища, які відбито в запозичених словах. Цим і зумовлена вагомість нашого дослідження в контексті українського мовознавства, адже мова ніколи не припиняє свій розвиток.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас української мови: в 3 т. Київ, 1984—2001.
2. Бевзенко С. Українська діалектологія. Київ, 1987. С. 126.
3. Буслаев Ф. История русского языка и словесности. Москва, 1868. 108 с.
4. Виноградський Ю. До діалектології Задесення. Говірка м. Сосниці та деякі відомості про говірки сусідніх районів. Київ, 1928. С. 144—182.
5. Гринчишин Д. Четья 1489 року — видатна конфесійна пам'ятка української мови. *Записки НТШ. Праці філологічної секції.* Львів, 1996. С. 251–276.
6. Ганцов В. Характеристика поліських дифтонгів і шляхи їх фонетичного розвитку. *Записки Історично-філологічного відділу УАН*. Київ, 1923. Кн. II-III. С. 116—144.
7. Електронний архів українського фольклору. Твір «Йа дітину й колисала, й дітина плакала». URL: https://folklore-archive.org.ua/work/949/ (дата звернення: 06.11.2020).
8. Етимологічний словник української мови: у 7 т. / редкол. О. Мельничук (голов. ред.) та ін. Київ.: Наук. думка, 1982 -2012.
9. Жилко Ф. Возникновение дифтонгов в украинском языке (древние о, е в новых закрытых слогах). Львів, 1963.
10. Жовтобрюх М., Русанівський В., Скляренко В. Історія української мови. Фонетика. Київ, 1979. 366 с.
11. Залеський А. М. Вокалізм південно-західних говорів української мови. Київ: Наук. думка, 1973. 154 с.
12. Залізняк А. Давньоруський наголос. Загальні відомості та словник. Москва, 2014. 727 с.
13. Кобилянський Б. Гуцульський говір і його відношення до говору Покуття. Київ, 2018. 180 с.
14. Конкурс для наймолодшых здібных — «Дітина в фольклорі». URL: https://www.lem.fm/konkurs-dlya-naymolodshyih-zdibnyih-ditina-v-folklori/ (дата звернення: 06.11.2020).
15. Кононенко І. Українська і польська мови: контрастивне дослідження. Варшава, 2012. 808 с.
16. Курило О. Матеріяли до укр. діялектології та фольклористики. Київ, 1928. 135 с.
17. Курило О. Спроба пояснити процес зміни о, е в нових закритих складах у південній групі українських діалектів. (З мапою Поділля). Київ, 1928. 87 с.
18. Лучик В. Вступ до слов'янської філології. Київ, 2008. 344 с.

19. Мойсієнко В. Про південноукраїнський ікавізм та поліські дифтонги. Житомир, 2007. 93 с.

20. Мойсієнко В. Фонетична система українських поліських говорів у XVI — XVII ст. Житомир, 2006. 450 с.

21. Назарова Т. К проблеме украинского икавизма. Київ, 1971. С. 39—52.

22. Назарова Т. Розвиток рефлексів *ѣ, *о, *е в українських говорах. Київ, 1972. С. 13—27.

23. Потебня А. Заметки о малорусском наречии. Воронеж, 1871. 134 с.

24. Савченко О. Процес заміни о, е в закритих складах у діалектах української мови. Київ, 1969. С. 34-36.

25. Синявський О. Норми української літературної мови. Львів, 1941. 363 с.

26. «Словники України» online. URL: https://lcorp.ulif.org.ua/dictua/ (дата звернення: 29.11.2020).

27. Українська мова: Енциклопедія /редкол.: В. Русанівський, О.ОТараненко та ін.; 2-е вид. випр. і доп. Київ: Українська енциклопедія, 2004. 824 с.

28. Українська Музика - підсумки 2019 року. URL: https://youtu.be/MCfqz1UBUOU (дата звернення: 17.11.2020).

29. Український правопис. Київ: Наукова думка, 2019. С. 392.

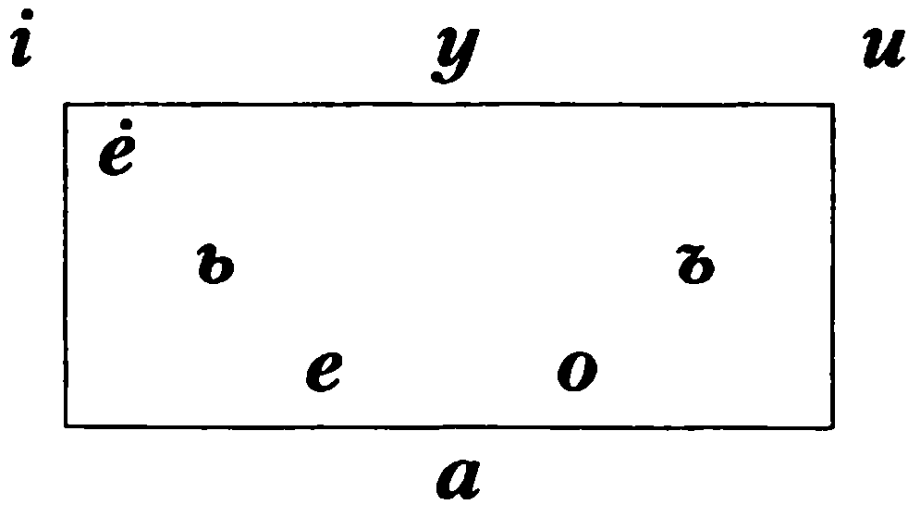
30. Шевельов Ю. Історична фонологія української мови: пер. з англ. Вакуленко С., Даниленко А. Харків, 2002. 1054 с.

31. Irshavaloft. Куртка, яку дітина полюбит з першого дотику. URL: https://m.facebook.com/106765750744169/posts/191001005653976/ (дата звернення: 17.11.2020).

ДОДАТКИ

Додаток А

Вокалізм давньоукраїнської мови. Голосні середнього підняття взяті в рамку



Додаток Б

Відмінювання слова *хрін* у сучасній українській літературній мові

відмінок	однина	множина
називний	хрін	
родовий	хрі́ну, хро́ну	
давальний	хрі́ну, хро́ну, хрі́нові, хро́нові	
знахідний	хрін	
орудний	хрі́ном, хро́ном	
місцевий	на/у хрі́ні, хро́ні, хрі́ну, хро́ну	
кличний	хрі́не*, хро́не*	

Додаток В

Карта українських діалектів. Територіальні межі ікавізму:

*о > [і] — 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14.

*о > [уо], [уе], [уи], [уі] — 1, 2, 3, 7.

*о > [у] — 7, 14.

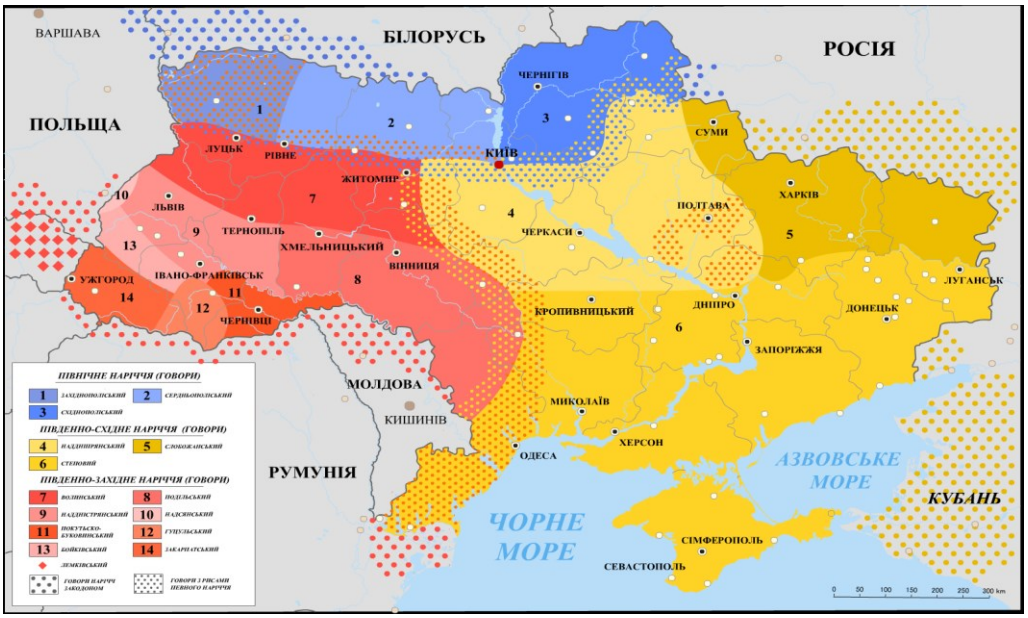
*о > [и] — смуга Луцьк — Рівне — Житомир — Київ — Прилуки — Суми.

Збереження давнього [о] — 4, 5.

*ě, *е > [і] — 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12.

*ě, *е > [іе], [е], [’е] — 1, 2, 3.

*ě, *е > [ÿ] — 10, 13, 14.



ВІДДІЛЕННЯ ЛІТЕРАТУРОЗНАВСТВА, ФОЛЬКЛОРИСТИКИ ТА МИСТЕЦТВОЗНАВСТВА

СЕКЦІЯ «ФОЛЬКЛОРИСТИКА»

ВІВАТИ ПЕРЕСЕЛЕНЦІВ ІЗ ЗАКЕРЗОННЯ: ФУНКЦІОНУВАННЯ, ПОЕТИКА (НА ОСНОВІ ПОЛЬОВИХ МАТЕРІАЛІВ)

Роботу виконала:
Горпинюк Софія Юріївна,
учениця 11 класу
Збаразької
загальноосвітньої
школи І-ІІІ ступенів № 2
імені Івана Франка

Науковий керівник:
Стасюк Наталія Янівна,
учитель Збаразької
загальноосвітньої
школи І-ІІІ ступенів № 2
імені Івана Франка

Вівати переселенців із Закерзоння: функціонування, поетика (на основі польових матеріалів)

Горпинюк Софія Юріївна*; Збаразька загальноосвітня школа І -ІІІ ст. № 2 імені Івана Франка; 11 клас*

Науковий керівник: *Стасюк Наталія Янівна, учитель Збаразької загальноосвітньої школи І-ІІІ ст. № 2 ім. Івана Франка.*

Дослідницьку роботу присвячено вивченню віватів як оригінального явища весільної пісенності переселенців, депортованих із Закерзоння, а саме: Лемківщини, Любачівщини, Надсяння та Холмщини.

Досліджено поетико-виражальні засоби пісенних текстів, з'ясовано семантику, особливості функціонування та основні функціонально-тематичні групи віватів переселенців із Закерзоння.

На основі аналізу експедиційних матеріалів охарактеризовано найпоширеніші види трансформації пісенного фольклору переселенців із Закерзоння в сучасний період; з'ясовано сучасний стан побутування віватів на Збаражчині. Зібрано тексти віватів Закерзоння, у тому числі й сучасні взірці. На основі аналізу функціонального призначення віватів та різновиду наспіву розроблено власну класифікацію зазначених весільних пісень. Це дозволило виявити характерні риси, регіональну своєрідність весільних пісенних традицій переселенців із Закерзоння, що виявляється в органічній єдності з особливостями їхнього характеру, місцевими говірками та звичаями земель, з яких були переселені виконавці жанру. На основі досліджень текстового пісенного матеріалу встановлено місце весільної поезії Закерзоння в загальноукраїнському фольклорному процесі.

Ключові слова*: фольклор, весільна пісенність, вівати, види трансформації, функціональні особливості, поетика, Закерзоння.*

ЗМІСТ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. Вівати як оригінальне явище весільної пісенності переселенців із Закерзоння

1.1. Семантика й основні функціонально-тематичні групи вів атів
1.2. Поетико-виражальні засоби пісенних текстів весільних віватів

РОЗДІЛ 2. Сучасна весільна пісенна культура переселенців із Закерзоння, види трансформації

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

ВСТУП

Українське весілля – одна з найбільш символічних урочистостей української культури. За словами М. Рильського, «...старовинний весільний обряд – це створена віками і глибока за своїм змістом народна драма, у якій є зерно дорогоцінної поетичної традиції» [21, с. 3]. Важливою складовою та неодмінним атрибутом традиційного весільного обряду на Україні, його особливим словесним компонентом, що сягає корінням у глибини народної традиції, є народна весільна пісенність. «Весільний пісенний фольклор генетично пов'язаний з родинною обрядовістю, розкриває її семантику, відображає індивідуальну та групову психологію» [22, с. 205]. Саме весільні пісні відіграють вагому роль у формуванні загального фонду української народної пісенності. Весільні звичаї, обряди та пісні, що творилися народом упродовж багатовікової історії, – усе це важливий складник народної культури.

Від давнини українська весільна поезія пройшла складний шлях розвитку. Залежно від історичної долі народу, суспільних і політичних процесів, культурних впливів народжувалися нові твори або ж зазнавали змін, збагачувалися новими темами, сюжетами, мотивами, образами або ж ставали пережитками, втрачалися. Сьогодні спостерігається пожвавлене зацікавлення комплексом проблем, пов'язаних із витоками, розвитком, функціонуванням традиційної творчості, з'ясуванням її локальної специфіки, трансформаційних процесів, естетики і поетики народного мистецтва.

Прагнення поглибити знання сучасних поколінь про джерела історичної пам'яті народу, сутність української обрядової етнокультури, зокрема весільної пісенності, зумовлює потребу в регіональних фольклористичних дослідженнях. Вони важливі також як один із засобів побудови цілісної концепції розвитку національної культури. Оскільки регіональний аспект вивчення фольклору, як відомо, належить до пріоритетних, адже зрозуміти специфіку фольклору неможливо без пильної уваги до його місцевого походження.

Регіон, що ми досліджували, у 40-х роках XX ст. прийняв численних переселенців, депортованих із крайньо західних українських етнічних територій, так званого Закерзоння – автохтонної етнографічної групи українців. Століттями зберігаючи прадавні духовні, побутові та мовні традиції, вони створили своєрідний культурний пласт, який є оригінальним внеском до загальної

скарбниці не лише української, а і європейської та світової культурної спадщини.

Історично-етнічні землі Закерзоння сьогодні входять до двох сусідніх держав – Польщі та Словаччини. Найбільша трагедія українців Закерзоння – насильницька депортація з рідних земель, через що фольклор переселенців, зокрема весільний, перебував під загрозою зникнення. Розпорошені між областями України, вони зуміли зберегти самобутню духовну культуру, зокрема весільні пісні.

Сьогодні в Україні зростає кількість дослідницьких матеріалів, присвячених лемківській тематиці. Різні напрями духовної культури лемків досліджували етнографи та фольклористи: Ю. Тарнович, М. Мушинка, І. Бугера, Я. Бодак, Т. Саварин та ін. Вагомим внеском у вивченні духовної культури лемків, зокрема сімейної обрядовості, стало історико-етнографічне дослідження «Лемківщина», підготовлене вченими Інституту народознавства НАН України. Про вагомість дослідження етнографічної та фольклорної спадщини українців, зокрема її весільного пласту, неодноразово йшлося в наукових працях В. Борисенко [2], Н. Здоровеги [10] , С. Мишанича [19], Й. Лозинського [17] та ін. Так, С. Мишанич вважав, що «необхідність глибокого вивчення української пісенності зумовлюється багатьма важливими причинами. Пісня супроводжує все свідоме життя людини. Вона й донині перебуває в стані активого побутування, отже, підтримує формування національної свідомості українців» [19, с. 213].

Однак недостатньо вивчена духовна культура, зокрема весільна пісенність, інших етнографічних груп Закерзоння, як-от: Любачівщини, Холмщини, Надсяння, Підляшшя. Поза увагою сучасної фольклористики залишається весільна пісенна культура переселенців, не були ще об’єктом спеціального дослідження вівати як оригінальне явище весільної пісенності, що визначило актуальність та наукову новизну роботи.

І ще одна причина спонукала до вибору саме цієї теми: на Збаражчині ще живе старше покоління переселенців із Закерзоння – носії автентичної пісенної традиції, від яких можна отримати багато цінного фольклорно-етнографічного матеріалу, у тому числі й стосовно віватів.

З огляду на всі названі чинники, **об’єктом дослідження** обрано весільні пісні етнографічних груп Закерзоння як складову української національної культури. **Предметом дослідження** є вівати переселенців із Закерзоння, особливості їх функціонування та поетики. Ми обстежили сім населених пунктів Збаразького району, зокрема села Базаринці, Залужжя, Синява, Капустинці, Нижчі Луб’янки, Вищі

Луб'янки та місто Збараж (Дод. А). Хронологічні межі дослідження охоплюють період з кінця Другої світової війни до наших днів (Дод. Б).

Мета дослідження: виявлення особливостей функціонування та поетики віватів як оригінального явища весільної пісенності переселенців із Закерзоння (Дод. В).

Відповідно до поставленої мети у роботі передбачено вирішити такі **завдання**:

- з'ясувати семантику та основні функціонально-тематичні групи віватів Закерзоння;
- охарактеризувати види сучасної трансформації пісенного фольклору переселенців із Закерзоння;
- проаналізувати побутування віватів на Збаражчині;
- виокремити виражальні засоби пісенних текстів віватів;
- зібрати тексти віватів Закерзоння, зокрема сучасні взірці, зробити їх відеозапис.

Методи дослідження:

- вивчення етнографічних джерел;
- фольклорна експедиція у села Збаразького району з метою запису віватів;
- інтерв'ю з жителями Збаражчини – переселенцями із Закерзоння та їх нащадками (Дод. Г). Усього було опитано 16 респондентів, серед яких Гербіш (Кінь) Марія Антонівна, 1929 року народження, та Шмігельська Марія Мечиславівна, 1935 року народження (Дод. Д). Саме їхні спогади стали неоціненним внеском для підготовки видання фольклорних матеріалів задля популяризації пісенної культури переселенців Закерзоння.

Практичне значення одержаних результатів. Дослідження весільної пісенної культури переселенців із Закерзоння розширює і поглиблює уявлення про український етнокультурний фонд родинної обрядовості, може поповнити екскурсійний матеріал шкільного етнографічного музею «Народознавча світлиця». Зібраний на Збаражчині пісенний матеріал, зокрема сучасні взірці віватів переселенців, має наукову й пізнавальну вартість як для визначення його локальних особливостей, так і для української фольклористики взагалі. Робота містить матеріали для вивчення української народнопісенної культури, зокрема фольклору Закерзоння, а також особливостей світогляду та менталітету українських переселенців.

Апробація результатів дослідження (Дод. Е). Матеріали й положення дослідження апробовані на учнівській науковій конференції «Пісенні жанри українського фольклору» (27.01.2019 р.,

м. Збараж), на ІІ Всеукраїнській краєзнавчо-етнологічній конференції учнівської молоді «Лиш те в народі буде жити, що серце серцю передасть…» (10.12.2020 р., м. Збараж).

Обсяг і структура роботи. Дослідження складається зі вступу, двох розділів, висновків, бібліографії, що нараховує 26 позицій. Загальний обсяг науково-дослідницької роботи становить 32 сторінки.

РОЗДІЛ 1
ВІВАТИ ЯК ОРИГІНАЛЬНЕ ЯВИЩЕ ВЕСІЛЬНОЇ ПІСЕННОСТІ ПЕРЕСЕЛЕНЦІВ ІЗ ЗАКЕРЗОННЯ

1.1. Семантика і основні функціонально-тематичні групи віватів

Як відомо, у формуванні загального фонду української народної пісенності вагому роль відіграють весільні пісні, які творилися та побутували у тісному контакті з традиційною звичаєвою культурою. Адже українське весілля – це своєрідна народна вистава, яка супроводжувалася різними обрядами, іграми і співами.

Хоча все життя українського народу проходило з піснею, та величезна кількість народних пісень оживала саме під час весіль.

У процесі дослідження ми з'ясували, що і на теренах Збаражчини, і на етнічних територіях Закерзоння, а саме: Лемківщині, Холмщині, Надсянні та Любачівщині побутували «вівати – споріднені з польськими необрядові величальні, застільні урочисті співи, які посідають значне місце серед весільної поезії» [18, с.10].

Учений Володимир Гнатюк у статті «Українська усна словесність» ці моностроф'ічні жанри виділяє в окремий пласт – «Дрібні пісні». Серед них він виокремлює 4 підвиди, що різняться між собою лише розміром: 1) коломийки; 2) козачки; 3) сабадашки (вівати, краков'яки); 4) чабарашки (шумки). Дослідник не применшує значення й інших жанрів, хоч зосереджує головну увагу на коломийці: «разом узяті коломийки, козачки, вівати і краков'яки представляють таке багатство нашої пісні, яке ледве в інших слов'ян подибається» [6, с.165]. Вівати, або сабадашки, є найменш вивченими в регіоні, проте добре збереглись і мають своєрідний колорит.

На сьогодні немає узагальненої та загальноприйнятої класифікації весільних віватів, тому ми пропонуємо власну класифікацію. За основу розподілу взято функціональне призначення віватів, які побутували на Лемківщині, Холмщині, Надсянні та Любачівщині, а також різновид наспіву, оскільки, як ми з'ясували, ці весільні пісні виконуються на різні мелодії танцювального характеру. Усього ми зафіксували 5 мелодій. Ми виділили такі основні групи віватів переселенців із Закерзоння: жартівливі (сороміцькі і глузливі), вітальні, величальні та вівати-переспівки.

Дані експедиційних матеріалів засвідчили, що вівати переселенців із Закерзоння мають імпровізаційний характер. Ці словесні тексти складалися під час самого виконання, що засвідчує не лише поетичне вміння українців, їх пісенний талант, а й неабияке почуття гумору.

У процесі дослідження ми з'ясували, що жартівливі вівати поділяються на сороміцькі та глузливі і адресуються дружбам, дружкам, світилкам, свашкам, сватам, музикам, а також можуть стосуватися другорядних персонажів весільного дійства. Виконуються на дві різні мелодії як під час застілля, так і під час перепою, коли ділять коровай. Серед героїв глузливих віватів найчастіше зустрічається молодь — дівчата і парубки. Акцентується увага на смішних і негативних рисах молоді. Таким чином, гумор відіграє роль своєрідного вихователя:

Така я ся така, дівка вихована,
Якби мі мамичка самий мюд давала.
Не за то я шумна, жем яс малювала.
Лем же мя мамичка шумно виховала[1]

Разом з тим це також одна з форм залицяння між парубками й дівчатами:

Маю я милого, як червена ружа.
Коби мі го дали за мужа, за мужа!
Ани би я йому робити не дала,
Лем бим си милого од краси тримала[2]

---

1. Записано (18.09.2020) від Данилевич Н.Т., 1946 р. н., у с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Мощанець Сяноцького повіту, Лемківщина).
2. Там же.

Жартівливі весільні пісні кепкують над лінивством і недбальством, над дурістю і недотепністю, над нескромністю і легковажністю молоді, над недоречними ситуаціями в час дівування та парубкування. До того ж, в усіх цих випадках народна етика дозволяє зачіпати й вади зовнішності парубків та дівчат (Дод. Ж):

Ніт векшого жалю, як го дівки мають,
Як ся хлопці зийдуть, та й їх огваряют.
Котра не червена, котра краси не ма –
Сам ся не огварит, што ноги криви ма[1]

Окремо слід виділити весільні вівати непристойного, іноді сороміцького характеру (Дод. З). Такі тексти, на жаль, відсутні у багатьох народнопісенних збірниках, в тому числі й весільних. Від переселенців із Закерзоння ми дізналися, що їх виконують як під час танців, так і під час застілля, переважно ближче до вечора.

Дані експедиційних матеріалів засвідчують, що сороміцькі вівати були особливо популярними серед чоловіків. Вони обмежуються узагальненою згадкою чоловічої чи жіночої статі:

Або мене оженіть,
Або ня повісьте,
Або моє причандалля
Возьміть та й відріжте[2]

Котилася торба з горба,
А в тій торбі раки,
Та я тебе, моя мила,
Пригорну до … серця[3]

У сороміцьких віватах часто трапляються натяки на інтимні стосунки.

---

1. Записано (23.09.2020) від Гулич Є. Г., 1945 р. н., у м. Збараж Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Команча Сяноцького повіту, Лемківщина).
2. Записано (26.02.2020) від Гаргая І. Г., 1937 р. н., мешканця м. Збаража Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженець с. Команча Сяноцького повіту, Лемківщина)
3. Там же.

Ці весільні пісні переважно асоціативні, інакомовні, хоча й іноді прямолінійні. У них засуджується перелюб, відхилення від загальноприйнятих норм у стосунках дівчини та хлопця:

На весіллє, на весіллє
Зарізали рака,
Молодому – голова,
А молодій – … плечі[1]

Теплий вечір надворі,
Комарі кусають,
Я сі бою роздягати,
Бо вони щипають[2]

Слід зазначити, що сороміцькі вівати набули особливої популярності на початку XXI століття. В окремих селах Збаражчини, куди були переселені етнографічні групи українців із Закерзоння, такі пісні виконуються наприкінці весілля. Один із респондентів згадує: «Якось була на одному весіллю, та й бачу, шо всі почали сходитися до шалаша, бо тоді так весіллє робили. Кажуть, шо будуть вівати співати. Всі посходилися, посідали на лавках, а вівати співали музики. То десь з годину слухали. Люди сміялися, а дівчата голови ховали, аби їх музики не зачепили, бо встидалися. А вівати були сороміцькі, часом і образливі, та гудаки, зазвичай, наприкінці співали:

Не дивуйтесь, добрі люди,
Що ми так співаєм.
Бо ми тую файну дружку
Сильно поважаєм.

А потім ті музики підходили й обіймали чи тиснули руки тим, хто їм підспівував»[3].

---

1. Записано (13.11.2020) від Гаргая І. Г., 1937 р. н., у м. Збараж Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонер (уродженець с. Команча Сяноцького повіту, Лемківщина).

2. Там же.

3. Записано (31.10.2020) від Ціховляз М.І., 1947 р. н., у с. Залужжя, Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (нащадок переселеців із Любачівщини).

Експедиційні матеріали засвідчують, що вітальні вівати виконуються лише для молодих, коли родина нареченого зустрічає невістку. Коли весільний гурт прибував до батьків молодого з невісткою, перед хатою свашки починали співати (Дод. И). Тоді свекруха виходила і питала: «З чим ти тут прийшла, невістко?». А невістка відказувала: «З людьми до людей, з хлібом до хліба». І подавала коровай на рушнику, обов'язково гарну хустку в дарунок, яку дружба закидав свекрусі на голову[1].

Від респондентів було записано зворушливий віват, що виконувався бабусею молодій, яка була напівсиротою:

Ласкаво просим в нашу родину.
Будеш нам, Галю, за рідну дитину.
Ви собі пийте, стакани бийте.
Тільки щасливо і мирно жийте[2]

Приходь сміливо ти в нашу хату.
Будем за маму, будем за тата.

Як було з'ясовано, величальні вівати виконуються нареченій, нареченому, подружній парі, рідше – батькам наречених, старшим дружці та дружбі (Дод. К). В окремих селах Закерзоння, зокрема в с. Мощанець, що на Лемківщині, за словами респондента, величальні вівати виконувалися також весільним атрибутам (короваю, гільцю, косі дічини, вінку):

Ой вінку, мій вінку,
Зелений барвінку.
Том тя доносила –
Справедливой дівкой!

Як го м доносила:
На стул *(стіл)* положила.
Я своїй родині
Ганьби не зробила[3]

---

1. Записано (26.11.2020) від Шмігельської М.М., 1935 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту, Надсяння).

2. Там же.

3. Записано (16.11.2020) від Данилевич Н. Т., 1941 р. н., у с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Мощанець Сяноцького повіту, Лемківщина).

Для них характерна особлива, ніжна мелодія. Величальні, урочисті вівати змальовують головних осіб весільного дійства, дуже часто розчулюють усіх гостей. Слід зазначити, що поетичний зміст величальних віватів чітко визначений: звеличення/прослава особи чи весільного атрибуту. Хоча в окремих випадках такі вівати чітко перегукуються з виконанням певної обрядодії.

Так, від респондентів із Лемківщини було записано чимало величальних віватів, що виконувалися під час обряду благословення молодих перед шлюбом (Дод. К). Із обрядом вінкоплетин перегукуються величальні вівати у с. Тиневичі (Надсяння):

По широкій річці плили каченята,
Гарний той віночок, що плели дівчата[1]

Слід зазначити, що в окремих селах Закерзоння величальні вівати співали і під час перепою, коли ділили коровай. Так, респондент із села Корні, що на Холмщині, згадує: коли обдаровували молодих під час перепою, весільний староста називав рідних, а потім і всіх гостей, приказуючи: «Є у нашої молодої тато хресний…». Кого називав, той підходив до наречених, клав на тацю подарунок чи гроші, а староста підносив йому келишок і давав коровай. Молода чи молодий обдаровували родичів подарунками. У цей час свашки чи хтось з гостей виконували вівати, наприкінці обдаровували й старосту:

Старості дарую сивую кобилу,
Щоби возив по Луб’янках сірники та й мило[2]

Записано (14.09.2020) від Шмігельської М.М., 1935 р .н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту, Надсяння).

1. Записано (29.10.2020) від Шевчук С.С., 1943 р. н., у с. Вищі Луб’янки, Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка

(уродженка с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства, Холмщина).

Ми з'ясували також, що протягом усього застілля звучать вівати-переспівки. Це можуть бути пісні куховарці, музикам, приспівки до страв тощо. Досліджуючи етнічні території Закерзоння, ми встановили, що вівати-переспівки стосуються переважно двох протилежних родів або всіх весільних гостей (Дод. Л).

Ці жваві пісні відзначаються особливою різноманітністю та широким побутуванням серед переселенців із Закерзоння, їм притаманний локальний колорит та барвистий емоційний спектр.

Як ми з'ясували, частування за весільним столом теж не минає без пісенного супроводу. Співають, щоб швидше подавали весільне пригощення, а тому до кожної страви лунає окрема пісня. Переселенці із Лемківщини згадують, що за столом також тривали пісенні кепкування свашок з боку молодого та молодої:

Чого ви прийшли, чого це сіли?
Ви не робили тут, жеби тут їли!
Дамо вам дамо, не много треба.
Лем гордув *(діжа)* паленки *(горілки),*
Три вози хліба!
А свашки молодого відповідають:
Та йшли ми, ішли, за снігом й ледом.
Лем дайте паленки та ще й із медом.
Родина нареченої їм відспівує:
Іще нам ся іще,
Пчоли не роїли!
Бись ми Вам паленку
Із медом варили[1]

---

1. Записано (16.11.2020) від Данилевич Н.Т., 1946 р. н., у с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Мощанець Сяноцького повіту, Лемківщина).

Зі слів респондента дізнаємось, що на Холмщині віватами-переспівками бажають здоров'я, припрошують до столу і славлять усіх присутніх, особливо молодих:

Танцювали парами, танцювали колом,
Більше грати вам не будем, бо пора до столу[1]

Тематика переспівів найрізноманітніша, та в основному сконцентрована на родинно-побутових мотивах. У цих піснях трапляється найбільше образних порівнянь. Зіставляючи себе з

представником іншого роду, статусу чи віку, людина намагається подати себе з кращого боку:

Ой летіла зозуленька, Дуже гарна молода,
Та й сіла на дуба. А дружка беззуба[2]

В окремих селах Любачівщини, зокрема в с. Старий Люблинець, за словами респондента, «родини наречених наче змагалися між собою «хто – кого». З молодого та його дружбів дуже часто жартували, у відповідь на те родина молодого жартувала з нареченої та її дружок. У свою чергу – за дружок вступалися дружби.

Така ж перезва відбувалася і в інших регінах Закерзоння, зокрема на Лемківщині. Ось зразок подібних віватів-переспівів (Дод. Л):

Свашечки, свашечки, лем мало пустуйте.
Лем ви з наших дружок тулько не збиткуйте.
Бо наші дружечки із колачем звані,

---

1. Записано (29.02.2021) від Шевчук С.С., 1943 р. н., у с. Вищі Луб'янки, Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства, Холмщина).
2. Записано (23.10.2020) від Ющишин М.І., 1944 р. н., у с. Залужжя, Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина).

Ви лем, свашечки, із корбачом зогнані (*із батогом*)[1]

Дружби і дружки обмінюються жартами, кепкуючи один з одного. За легкими взаємними кепкуваннями приховане почуття симпатії, тож ці вівати-переспівки можна вважати своєрідною формою залицяння. «Такі вербальні змагання обох громад належать до найдавніших форм гуртового флірту» [7, с. 293].

Жартівливі заграванння молоді у формі весільних переспівів віватів зазвичай завершується танцями. Пісенна перезва між різними гуртами займає значну частину весільного обрядодійства.

Зафіксовані нами матеріали вказують на те, що іноді вівати-переспівки набували й образливого змісту:

У старшого свата
Обдертая хата.
Він грошей не має
Ще лєпі обдірає[1]

Слід зауважити, що у весільних віватах-переспівках трапляються порівняння як з позитивним, так і з негативним емоційним забарвленням. Поняття краси в народній естетиці органічно поєднане з поняттями працьовитості та справедливості. Якщо героям віватів бракує цих рис, якщо мовиться про їх негативні риси, то й портретні характеристики даються в повній гармонії — теж негативно. Водночас мають місце й позитивні порівняння – свідчення про замирення родів:

Маю плуг і плужок,
Маю, що потрібно.
Маю жінку, як золото,
А діти – як срібло[2]

Як бачимо, весільні вівати займають поважне місце у весільному

---

1. Записано (26.02.2020) від Гербіш М. А., 1929 р. н., у с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Пулави, Лемківщина).
2. Там же

пісенному репертуарі переселенців із Закерзоння. За функціональним призначенням та різновидом наспіву вівати, які побутували на Лемківщині, Холмщині, Надсянні та Любачівщині, поділяються на 4 групи: жартівливі (сороміцькі і глузливі), вітальні, величальні та вівати-переспівки.

Зібрані нами матеріали вказують на велике поширення віватів серед українців, засвідчують поетичне вміння носіїв та неабияке почуття гумору.

1.2. Поетико-виражальні засоби пісенних текстів весільних віватів

Образні можливості народнопісенного слова реалізуються в багатьох виразових засобах. Найпоказовішими серед них є епітети, порівняння, паралелізми. Вони формують словесно-образну систему фольклорного тексту. «В усній поезії кожне слово-образ так само, як образне поле тексту, спирається на традиційну мовно-виразову систему фольклору загалом, яка, незважаючи на сталість, канонічність, усе ж уможливлює простір творчої думки» [26, с. 32].

Весільна пісенність Закерзоння історично взаємопов’язана із загальноукраїнською народною традицією. Попри те, весільному фольклору, зокрема віватам, властиві регіональні риси, спричинені історичними, соціальними, мовними, психологічними, морально-етичними чинниками.

Активне побутування віватів у весільному фольклорі переселенців із Закерзоння збагачує українську народну пісенну культуру, в тому числі й діалектними відмінностями. Мова зібраних і досліджених пісенних текстів вирізняється дотепністю, насичена тропами, стилістичними фігурами. «Завдяки тропам розкривається багатство асоціативних відтінків, посилюється, увиразнюється емоційне та оцінне забарвлення зображуваного чи вираженого у пісні» [13, с. 173].

Досліджуючи зібрані вівати, ми зауважили, що у текстах часто вживаються риторичні запитання, вигуки: «Чого ви прийшли, чого це ви сіли?», «Ганько, наша Ганько, що тобі ся стало?», «Дівко моя красна, де ти воли пасла?» та інші.

Поетика весільних віватів багата епітетами, порівняннями, паралелізмами, повторами у всіх тематичних різновидах жанру

(жартівливі (сороміцькі і глузливі), вітальні, величальні та вівати-переспівки).

На думку С. Маховської, «використання тропів спричинене особливістю функціонального спрямування жанрових різновидів весільних пісень» [18, с. 16]. Ми спостерегли, що у віватах відчутна конкретно-особова характеристика образів, зокрема добір тропів для зображення домінуючих рис характеру, поведінки другорядних дійових осіб та гостей весільного дійства. Вибір художнього засобу цілковито залежить від змісту весільних віватів та їх функції.

У процесі дослідження ми з'ясували, що у весільних віватах дуже часто трапляються повтори: «Гори мої, гори», «Співай пташко, співай», «Боженьку, Боженьку, дай мі добру женку», «Ідемо, ідемо з гори на долину».

Ось приклад весільного вівата, в якому зафіксовано повтори («Петрусю, Петрусю»), епітет («пахнячого зілля») та діалектна мова. Записаний віват від переселенців із села Пулави, що на Лемківщині:

Петрусю, Петрусю з пахнячого зілля,
Як ся будеш женил, прос мя на весілля[1]

Особливістю весільної пісенності Закерзоння є емоційність мови, часте вживання образно-художніх засобів. Так, художню систему віватів вирізняє динамізм, стислість.

Слід зазначити, що порівняння, яке в поетичних рядках ліризованої весільної пісенності є засобом ідеалізації образів молодих, у віватах-переспівках використовується ще й з метою антиідеалізації (найчастіше жартівливої) інших весільних персонажів, представників різних соціальних груп.

---

1. Записано (15.11.2020) від Гінди Г.К, 1936 р. н., у с. Капустинці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина).

Полярність зіставлення, порівняння свого й чужого природна, оскільки своє – рідне, найкраще, а чуже – може, і не найгірше, проте невідоме, незнане, неприязне. Для прикладу, образ весільної свахи чи світилки у віватах надзвичайно розмаїтий: «пальці, як кілочки», «руки, як ломаки», «очі, як горнята», «голови, як довбні»; дружка – «як кара Божа», «як жаба надута», «як пампушка», «як галушка»; дружба – «перший як бичок, другий – як теличка», «як рожева квітка».

Від переселенців із Любачівщини був записаний віват дружці з таким яскравим порівнянням:

Сидить дружка за столом
В зеленім светерку.

А то збоку виглядає,
Як жаба в відерку[1]

Якщо віват стосується наречених, молодої пари, то й порівняння набувають іншої тональності: сам милий – «як червена ружа», «як мед солоденький»; жінка – «як золото», «як ягода», а їхні майбутні діти – «як срібло». У пісенному тексті слова-образи взаємодіють зі стилістичними фігурами, завдяки яким посилюється експресивність вислову.

Аналізуючи сучасні взірці віватів, ми відзначили, що порівняння є емоційно насиченими («хороша, як свині»), містять слова-новотвори («морда, як у Фантомаса», «вуса, як у Фантомаса»). Таким чином, є підстави стверджувати, що завдяки порівнянням вівати набувають нового емоційно-образного змісту.

Експедиційні матеріали, зокрема вівати, записані від переселенців із Надсяння та їх нащадків, фіксують наявність художніх паралелізмів, хоча їх і небагато:

---

1. Записано (31.11.2020) від Круцько А. С., 1942 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Жуків Любачівського повіту, Любачівщина).

Когут піє, когут піє.
Курочка кокоче.
Хоче дядько мій жениться,
І мені ся хоче[1]

Добір і використання епітетів зумовлений художніми регіональними, етнічними особливостями весільних віватів. Епітети весільних пісень переселенців із Закерзоння відображають типові риси місцевої природи («вишневий садочок», «бистра річка Тиса», «тиха річка Гнізна»), особливості громадського і сімейного життя, культури, етичних та естетичних поглядів, національного характеру, трудової діяльності («тракторист завзятий»):

Наш Іван – то на селі
Тракторист завзятий.
Люди всі до церкви йдуть,
А він – лан орати[2]

Залежно від мети поетичного твору, епітети набувають різного емоційно-оцінного значення, тому, скажімо, господиня – «лиса», «добра»; цьоця – «повнувата», «парадна»; дружка – «беззуба», «варґата»; дружби – «грізні»; дівка – «красна», «неробітна»; хлопець – «справедливий», «милий», «добрий», «дурнуватий», «ліпший від

торта», «гірший від чорта»; староста – «неглупий», натомість молода – «добрая», «привітная», «найфайніша». Оскільки у віватах наречена майже завжди змальовується позитивно.

Окремо слід виділити епітети, що стосуються весільних атрибутів: вінець – «зелений», «золотий», «кришталевий»; гребінець – «золотий»;

---

1. Записано (18.10.2020) від Шмігельської М.М., 1935 р.н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту, Надсяння).

2. Записано (18.10.2020) від Найко М.А., 1961 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із Лемківщини).

рушник – «білесенький», «вишитий», «шовковий»; хустина – «червена», «шовкова»; мачка – «добра».

Ми встановили, що локальні епітети весільних віватів творяться переважно або від власної назви певної місцевості, або ж завдяки діалектним особливостям краю:

Попід нашу хату
Летіли качата.
То тебе витають
Пулавські (синявські) дівчата[1]

Як бачимо, вівати переселенців із Закерзоння відзначаються регіональною своєрідністю, що виявляється в органічній єдності з особливостями їхнього характеру, місцевими говірками. Тропи добираються у відповідності до зображення домінуючих рис характеру, поведінки другорядних дійових осіб, гостей весільного дійства. Тому у весільних віватах вирізняємо порівняння з позитивним та негативним емоційним забарвленням. Їх вживання залежить від ставлення виконавця до того, кому адресується пісня. Отже, конкретне наповнення художнього засобу цілком залежить від змісту віватів та їх функціонального призначення.

---

1. Записано (18.10.2020) від Гербіш М. А., 1929 р. н., у с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина).

РОЗДІЛ 2
СУЧАСНА ВЕСІЛЬНА ПІСЕННА КУЛЬТУРА ПЕРЕСЕЛЕНЦІВ ІЗ ЗАКЕРЗОННЯ, ВИДИ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Весільна пісенність переселенців із Закерзоння є невід'ємною й самобутньою частиною багатобарвної палітри народної творчості України. Крізь буремні віки, крізь лихоліття, війни й революції, крізь усі злигодні пронесли переселенці свої весільні обряди, звичаї та пісні. «Живучість весільних пісень зрозуміла: вони пов'язані з яскравою і найвідповідальнішою в особистому житті людини подією – одруженням, а значить, і весіллям, яке у всіх народів асоціюється з радістю, веселощами» [26, с.7].

У процесі дослідження ми з'ясували, що під час весілля етнографічні групи українців із Закерзоння співали багато пісень, переважно жартівливих, які не виявляли тісного зв'язку з окремими актами весільного обряду і навіть своїми мелодіями вирізнялися. Саме ці пісні – пісні-вівати – і сьогодні активно побутують. Ми зібрали як сучасні взірці (адже вівати перебувають в активному творенні), так і ті, що зазнали змін на Збаражчині, куди були переселені ці етнографічні групи українців. Хоча не завжди легко визначити, котрі із записаних пісень є творчістю переселенців, а котрі належать місцевим мешканцям.

За твердженням дослідників, «головні, або ж незмінні ознаки пісні є важливими для збереження традиції, а випадкові та змінні її оновлюють» [24, с.63].

Сьогоднішні трансформаційні процеси пісенної культури переселенців ведуть до певних зрушень у змісті твору, а також дають уявлення про саму еволюцію пісні.

Вивчаючи етнографічні джерела, ми виявили, що найпоширенішими видами трансформації пісенного фольклору є варіантність, імпровізаційність, контамінація (змішання, уведення в розповідь подій з іншого пісенного твору), перетекстування, осучаснення мови пісень, авторська творчість та скорочення сучасного компонента пісні [24, с. 63].

Щодо віватів, то однією з головних ознак їх трансформації є варіантність. Вона виявляється в наявності багатьох варіантів пісні в межах одного або сусідніх сіл. Так, на всій досліджуваній території, коли збиралися гості, відбувався обряд благословення молодих. Увесь цей час у хаті не змовкали пісні, приспівки, виконувалися й величальні вівати, які мають цілу низку варіантів:

Допоможе нам, Боже, і ти, Божа Мати,

В щасливу годину весілля зачати.
Зачалось весілля од Тиси й Бескида,
Зачалось весілля в нашого сусіда[1]

Співайте, дівчата, просіть Божу Мати
В щасливу годину весілє зачати.
Співайте, дівчата, співайте весело,
Жеби нам ся файно господарство вело[2]

Благослови, Боже, в щасливу дорогу.
В щасливу дорогу, до Божого дому.
А в тім Божім домі свічечки горіли,
Свічечки горіли, люди всі плакали[3]

---

1. Записано (15.11.2020) від Гінди Г.К, 1936 р. н., у с. Капустинці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина).
2. Записано (18.10.2020) від Шмігельської М.М., 1935 р.н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту, Надсяння).
3. Записано (18.10.2020) від Шевчук С.С., 1943 р. н., у с. Вищі Луб'янки Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства, Холмщина)

Допомож нам, Боже, і ти, Божа Мати,
В щасливу годину весілля зачати.
В щасливу зачати, в щасливу скінчити,
Допомож нам, Боже, пароньку злучити[1]

Слід відмітити, що останній варіант цієї пісні побутує й донині на Збаражчині. Часом трапляється почути віват, записаний від переселенців із Лемківщини, щоправда, замість географічних назв (Тиса й Бескид), звучать імена молодої пари («зачалось весілля в Андрія й Галини»).

Під час весілля багато віватів були адресовані кухарці. Господині подавали на столи все, що приготували. Респондент із Любачівщини згадує:

- Були там страви різні, які в тих часах на селі приготовляли жінки. Але найважливішою була мачка, зварена із приготованої муки. Додавалось до неї різного м'яса та ковбаси і поливалось шкварками. Були в ній різні приправи з зілля. То давало дуже гарного запаху й смаку. Коли споживали тую мачку, дружки співали:

Добра мачка, добра, іно мало мєса,

Бо її варила господиня лиса[2] посилання про Люблинець

На Холмщині ця страва мала назву «мачанка»:

- Це підлива м'ясна. М'ясо заправляли мукою, цибулею – це мачанка. Після того, як її подавали, співали куховарці:

Господиня файні страви наварила,

Но в мачанку мєса нам не положила[3]

---

1. Записано (31.11.2020) від Круцько А. С., 1942 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Жуків Любачівського повіту, Любачівщина).

2. Там же.

3. Записано (29.10.2020) від Шевчук С.С., 1943 р. н., у с. Вищі Луб'янки, Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства, Холмщина).

Ми записали й інші варіанти віватів, що стосуються господинь та приготованих ними страв, зокрема із м'яса:

Їжте, гості, капустицю, не чекайте м'яса.

Бо заспала, не зварила кухарочка наша[1]

Зі спогадів респондентів: «Бувало, гості просять сіль, а кухарки їм несуть цукор. То хто не знає, може й посолодити свою страву». Перед тим у селі Пулава, що на Лемківщині, співали такий віват:

Кухарочко наша, смачна страва Ваша.

Добре уварена, лем не посолена[2]

На думку дослідників, «природною умовою життєвості українського пісенного фольклору … є мінливість пісні на різних її рівнях – мелодичному, інтонаційному, темповому та інших» [24, с. 64].

Тож жодне виконання пісень в автентичних умовах не обходиться без варіювання та імпровізації наспіву. А ці риси, як відомо, є важливими ознаками усної народної творчості українців. Слід зауважити, що на території Збаражчини ми зафіксували чотири варіанти мелодій віватів.

Серед різновидів пісенної імпровізації дослідники виділяють вимушену й умисну, підготовану й непідготовану [24, с. 63]. Записуючи пісенний фольклор від переселенців, ми зауважили, що іноді люди під час виконання віватів забували текст. Одні розгублювалися, нарікаючи на пам'ять, інші намагалися зімпровізувати, змінюючи текст. Тож не можна стверджувати, що зібрані нами тексти пісень побутували на досліджених територіях саме в такому варіанті.

1. Записано (29.10.2020) від Альохіни (Гербіш) Ганни Йосипівни, 1958 р. н., у с. Синява, Збаразького р-ну Тернопільської обл., директор Збаразької ЗОШ №2 (нащадок переселенців із Лемківщини).

2. Записано (18.10.2020) від Гербіш М. А., 1929 р. н., у с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина).

До того ж вівати – це, власне, є імпровізація. Хоча частина респондентів мала записи з текстами віватів, які були почуті від рідних або на весіллях.

Інколи в разі заміни віват набував іншого звучання. Так, один із респондентів згадує: «Як приходила з весілє, то я, жеби не забути, брала зошит і тулько (стільки) писала файних віватів, кулько (скільки) пам'ятала»[1].

До різновиду варіювання тексту належить заміна окремих деталей у пісні. Це соціальні ролі персонажів, об'єкти дії, елементи побуту, зміна місцевості [25, с. 106]. Так, ми записали вівати, один з яких адресований матері, інший – свекрусі, хоч мають однакові початки:

Мамо моя, мамо, я ваша дитина.
Мені сі належить подушка, перина[1]

Мамо ж моя, мамо, я ваша невіста,
Дайсьте ми сина, ступіться ми з ліжка[2]

Тут зафіксована віковічна культура українців: звертання до батьків (як своїх, так і чоловіка) «тато», «мама». Заміна соціальних ролей (мати – батько) спостерігається у величальних віватах, що виконуються під час виряджання молодих до шлюбу:

Кропи нас, матінко, свяченом водою,
А ти, хресна мама, долем солодкою.
Рідна мама кропить, хресна просить з неба.

1. Записано (18.10.2020) від Ющишин М.І, 1944 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина).

2. Записано (18.10.2020) від Павлишин С. М., 1935 р. н., у с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Ляшки Сяноцького повіту, Лемківщина).

Най Бог благословить, най вам дасть, що треба[1]

Кропи, батьку, кони, проси Бога долі,
Щоб кінь зносив дітей до Божого дому.
Кропи, батьку, кони, проси Бога з неба,
Най Бог благословить, най вам дасть, що треба[2]

У процесі дослідження ми дізналися, що молодий добирав собі ще старосту весільного, якого у селах Закерзоння називали «маршивкою» (маршалок), під час весілля він був найважливішою особою, бо керував дійством, дбав про його порядок, проводив церемонію. Тож багато віватів адресовані саме маршалку. На території Збаражчини у цих текстах відбулися зміни (маршалок – сват, гудаки – музики):

Маршалок коровай ріже,
В його з носа лізе.
Дайте помеліще
Утерти носище[3]
Коровай сват ріже,
В нього з носа лізе.
Його жінка лає,

Маршалок коровай ріже,
Сморкач з носа лізе
То в рот, то в кишеню
Жонкі на вечеру[4]

---

1. Записано (18.10.2020) від Шмігельської М.М., 1935 р.н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту, Надсяння).
2. Записано (31.10.2020) від Ціховляз М.І., 1947 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (нащадок переселенців із Любачівщини).
3. Записано (18.10.2020) від Гнип Л.Я., 1954 р. н., у м. Збаражі Тернопільської обл., вчитель (нащадок переселенців із Надсяння)
4. Там же.

Чом ніс не втирає[1]

Маршалок не вдався,
сім літ не вмивався.
В ринштоці *(канаві)* умився,
за маршалка впросівсє[2]

Маршалок не вдався,
сім дьон *(днів)* не вмивався,
На восьмий умився,
за маршалка впросився[3]

На характер змін у текстах віватів впливають особливості різних сфер життєдіяльності місцевого населення і пристосування пісень до потреб сьогодення. Так з'явилися деякі вкраплення-новотвори, що відбивають риси епохи, місцевого соціуму, родинної традиції: образи тракториста, механізатора, весільного оператора, назви нових страв –

торт («а мій милий такий добрий, що гірше від торта»), майонез («їжте, люди, майонез, це хороша страва»), грошові одиниці – «а ви, дядьку, не жартуйте, сто долярів подаруйте»), з'явилися слова «колгосп», «екватор», нові порівняння («як у Фантомаса») та ін. (Дод. М):

Породила мене мама на самого Спаса.	Породила мене мати на самого Спаса.
Дала мені такі вуса, як у Фантомаса[4]	Дала мені таку морду, як у Фантомаса[5]

---

1. Записано (28.12.2020) від Миган (Гербіш) Я. Й., 1952 р. н., у с. Старий Збараж Збаразького р-ну Тернопільської обл., учитель(нащадок переселенців із Лемківщини).
2. Записано (18.10.2019) від Найко М.А., 1961 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну (нащадок переселенців із Лемківщини)
3. Там же.
4. Записано (18.10.2019) від Данилевич Н.Т., 1946 р. н., у с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Мощанець Сяноцького повіту, Лемківщина).
5. Там же.

Десь у Сянці загриміло,	В Тернополі загриміло,
Що аж трісла гілка,	А в Залужжі трісло.
А в Пулаві файні хлопці	А в Залужжі нема хлопців,
Й виграє сопілка[1]	Но саме каліцтво[2]

Іноді топоніми чергуються з узагальненими назвами в піснях переселенців: річка, потік, село, поле (Дод. Н). Наприклад:

Десь у полі загриміло,	Ой що то за дружби,
Біля річки трісло,	Ой що то за грізні.
В нашім селі нема хлопців,	Вони вчера рибу
Но єдне каліцтво[3]	Лапали у Гнізні[4]

Таким чином, губиться географічна прив'язка твору до конкретної місцевості. Часто вівати, які побутували на Закерзонні, набували нового звучання, оскільки на Збаражчині відбувалися трансформаційні зміни – перетекстування, тобто пристосування текстів до однієї мелодії. Дослідник К. Чаплик зазначає: «Перетекстуванню легше піддаються короткі одно-дворядкові пісні жартівливого характеру, функціонально не прикріплені» [25, с. 114]. Для прикладу подаємо оригінальний текст пісні та перетекстований варіант (віват), записаний від переселенців з Лемківщини:

---

1. Записано (15.11.2019) від Гінди Г. К, 1936 р. н., у с. Капустинці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина).
2. Записано (18.10.2019) від Ющишин М.І, 1944 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина).
3. Записано (31.10.2019) від Ціховляз М.І., 1947 р. н., у с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (нащадок переселенців із Любачівщини).
4. Там же.

Як ійшов я з Дебрецина додому,
Зайшла мені чорна кура дорогу
Іди, іди, чорна кура, додому,
Не заваджай, не заваджай на дорозі никому[1]

Як ішов я з Дебрецена,
Ступив я до пекла.
Там моя Маруся
Паляниці пекла[2]

У перетекстуваннях помітно зростає авторська творчість. Як уже зазначалось, інколи важко відрізнити трансформовані твори від автентичних народних зразків.

Оскільки вівати виконуються переважно з пам’яті, а не на основі фіксованих джерел, відбувається осучаснення мови пісенних зразків. Вислови польського, словацького, угорського походження в мовленні носіїв-переселенців замінювалися українськими: вшистко – усе, юж – вже, тулько – стільки, нигде – ніколи, єден – один, лем – лише, стул – стіл, жеби – щоби та ін.

Отже, через відхід від діалектизмів, полонізмів та наближення до літературної норми, хоча серед старшого покоління здебільшого зберігається автентична говірка, мова у весільних віватах переселенців на території Збаражчини осучаснюється, створюється чимало пісень-новотворів. Завдяки імпровізаційному характеру та активному процесу творення вівати не лише серед переселенців із Закерзоння, а й серед місцевих мешканців стали найпопулярнішим жанром весільної народної поезії. Пісенна історія етнографічної групи українців із Закерзоння – це приклад невмирущості нації, який гідний наслідування. Весільнопісенний фольклор переселенців – одне з вагомих, незаперечних свідчень віковічної, етнокультурної та духовної єдності з усім українським народом.

1. Записано (18.10.2019) від Гербіш М. А., 1929 р. н., у с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина).
2. Там же.

ВИСНОВКИ

Вивчення етнографічних джерел вказує на те, що серед численних фольклорних жанрів української словесності важливе місце посідають весільні пісні, серед яких, порівняно з іншими народнопісенними різновидами, продовжують активно побутувати і розвиватися вівати.

У процесі дослідження вдалося встановити, що вівати складають кількісно велику групу весільних пісень переселенців із Закерзоння, а саме: Лемківщини, Холмщини, Надсяння та Любачівщини. Гумор, жарт, сатира, які притаманні українській народній поезії, характерні також для весільних віватів переселенців. Ці весільні пісні наочно демонструють багатство та своєрідність поетичної уяви етнічних груп українців, їх хист до творчості.

Провівши аналіз функціонального призначення віватів та різновиду наспіву (зафіксовано 5 мелодій), ми розробили власну класифікацію цих весільних пісень. Узявши за основу функціонально-тематичний принцип, виділили 4 основні групи віватів переселенців із Закерзоння: жартівливі (сороміцькі і глузливі), вітальні, величальні та вівати-переспівки.

У процесі дослідження вдалося встановити особливості весільної пісенності переселенців. Ми з'ясували, що жартівливі вівати поділяються на сороміцькі та глузливі і адресуються дружбам, дружкам, світилкам, свашкам, сватам, музикам, можуть стосуватися другорядних персонажів весільного дійства. Виконуються на дві різні мелодії як під час застілля, так і під час перепою, коли ділять коровай. Найчастіше об'єктом глузування у віватах є молодь. Увагу акцентовано на смішних і негативних рисах.

Ми спостерегли, що сороміцькі вівати у досліджуваних селах співали наприкінці весілля, вітальні стосувалися лише молодих, коли родина нареченого зустрічала невістку. Чітко визначений і поетичний зміст величальних віватів: зображення особи чи весільного атрибуту. Було встановлено, що такі вівати часто перегукувалися із виконанням певної обрядодії.

Щодо функціонального призначення віватів-переспівок констатуємо, що вони виконувалися упродовж усього застілля і стосувалися або двох протилежних родів, або всіх весільних гостей. Їм притаманний локальний колорит та барвистий емоційний спектр.

Експедиційні матеріали засвідчили, що тематика такого різновиду пісень в основному сконцентрована на родинно-побутових мотивах. У процесі дослідження ми проаналізували поетико-виражальні засоби пісенних текстів весільних віватів і дійшли висновку, що образні

можливості народнопісенного слова реалізуються в багатьох виразових засобах. Поетика весільних віватів багата на вживання епітетів, порівнянь, паралелізмів, повторів. Саме вони формують словесно-образну систему фольклорного тексту. Мова емоційна, вирізняється дотепністю, насичена тропами, стилістичними фігурами, у текстах часто вживаються риторичні запитання, вигуки. Вибір художнього засобу цілком залежить від змісту весільних віватів та їх функції. Тропи добираються відповідно до зображення домінуючих рис характеру, поведінки другорядних дійових осіб, гостей весільного дійства.

Ми дійшли висновку, що вівати переселенців із Закерзоння відзначаються регіональною своєрідністю, котра виявляється в органічній єдності з особливостями їхнього характеру, місцевими говірками.

Аналізуючи сучасні взірці віватів, ми дослідили найпоширеніші види трансформації пісенного фольклору, зокрема варіантність, перетекстування (пристосування текстів до однієї мелодії), осучаснення мови. Визначальною рисою віватів є імпровізаційність. Саме тому існує безліч варіантів весільних пісень цього жанру. Так, під час фольклорної експедиції у села Збаразького району, куди були депортовані українці із етнічних територій Закерзоння, ми зібрали 136 текстів віватів, зробили відеозапис виконання частини пісень (47 віватів різних варіантів та наспівів).

Зафіксували п’ять варіантів мелодій віватів, що дає підстави стверджувати: варіантність стосується не лише текстів, але й наспіву. Зафіксовані фольклорні наспіви віватів ми відтворили в нотному записі (Дод. П).

У процесі дослідження було встановлено, що до різновиду варіювання тексту належить заміна окремих деталей у пісні (соціальних ролей персонажів, об’єктів дії, елементів побуту, зміна місцевості). На характер змін у текстах віватів впливають особливості різних сфер життєдіяльності місцевого населення і пристосування пісень до потреб сьогодення.

Аналізуючи сучасні взірці, ми зафіксували появу вкраплень-новотворів, що відбивають риси епохи, місцевого соціуму, родинної традиції. Відбулося осучаснення мови пісенних зразків (вислови польського, словацького, угорського походження в мовленні носіїв-переселенців замінювалися українськими). Експедиційні матеріали засвідчили, що трансформаційні зміни відбулися і в назвах населених пунктів, відбулася їх заміна на місцеві топоніми.

Отже, через відхід від діалектизмів, полонізмів та наближення до літературної норми, мова у весільних віватах переселенців на території Збаражчини осучаснюється, створюється чимало пісень-новотворів, адже вівати й досі перебувають в активному процесі творення.

Усе сказане дає підстави для такого висновку: на сучасному етапі весільний пісенний фольклор переселенців із Закерзоння, зокрема і вівати, продовжують своє побутування й перебувають в процесі активного розвитку. Це одне з вагомих, незаперечних свідчень віковічної етнокультурної та духовної єдності всього українського народу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борисенко В.К. Весільні звичаї та обряди на Україні: Історико-етнографічне дослідження. Київ : Вища школа, 1988. 188 с.
2. Борисенко В.К. Традиційна культура українців – переселенців з Холмщини (на матеріалах усної історії). *Вісник Львівського університету. Серія історична.* 2015. Вип. 51. С. 581 – 631.
3. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. і голов. ред. В.Т. Бусел. Ірпінь : ВТФ «Перун», 2004. 1440 с.
4. Воропай О. Звичаї нашого народу. Київ : Обереги, 1991. 178 с.
5. Глушко М. Історіографія народознавчого дослідження Надсяння. *Народознавчі зошити.* 2017. №2 (134). С. 368 – 379.
6. Гнатюк В. Переднє слово до збірника «Коломийки». *Вибрані статті про народну творчість.* Київ : Наукова думка, 1966. С. 165 – 169.
7. Грушевський М.С. Історія української літератури: у 6 т. 9 кн. Київ : Либідь, 1993. Т. 1. 400 с.
8. Денисюк І.О. Національна специфіка українського фольклору (матеріали до лекції). *Літературознавчі та фольклористичні праці*: у 3 т . 4 кн. Т. 3. Фольклористичні дослідження. Львів, 2005. С. 15 – 43.
9. Довгалюк І. Лемківщина у дослідженнях Філарета Колесси. *Вісник Львівського університету. Серія: Мистецтвознавство*. 2012. Вип. 11. С. 150 – 169.
10. Єфремова Л.О. Наспіви українських весільних пісень. Київ : Наукова думка, 2006. 191 с.
11. Здоровега Н.І. Нариси народної весільної обрядовості на Україні. Київ : Наукова думка, 1974. 159 с.
12. Кирчів Р. Із фольклорних регіонів України: нариси і статті. Львів, 2002. 352 с.
13. Ковальчук Л.А. Поетика весільного фольклору Західного Полісся (регіональна специфіка) : дис. … канд. філологічних наук:10.01.07 / Східноєвропейський нац. ун-т. Луцьк, 2017. 218 с.
14. Колесса Ф.М. Українська народна пісня на переломі XVII – XVIII ст. *Фольклористичні праці.* Київ : Наукова думка, 1970.165 с.
15. Копаниця Л. Пісні до танцю. *Пісенні жанри українського фольклору.* Київ, 2004. 145 с.
16. Літературознавчий словник-довідник / за ред. Р.Ф. Гром'яка, Ю.І. Коваліва та ін. Київ: ВЦ «Академія», 1997. 752 с.

17. Лозинський Й. І. Українське весілля. Київ: Наукова думка, 1992. 169 с.

18. Маховська С.В. Весільні пісні Поділля: функціонування, поетика, символіка : автореф. дис. … канд. філол. наук: 10.01.07 / Ін-т мистецтвознавства, фольклористики та етнології ім. М.Т.Рильського НАН України. Київ, 2004.19 с.

19. Мишанич С.В. Усна народна творчість. *Культура і побут населення України.* Київ : Либідь, 1993. С. 213– 215.

20. Остап'юк О.О. Українські танечні пісні в дослідженнях фольклористів XIX – XX ст. *Актуальні проблеми слов'янської філології.* 2011. Вип. XXIV. Ч. 2. С. 500 –509.

21. Поділля. Історико-етнографічне дослідження / упор. Л.Ф. Артюк, В.Г. Балонюк, З.Є. Болтарович та ін. Київ : Вид-во НКЦ «Доля», 1993. 449 с.

22. Регеша Н.Л. Весільні пісні як складова родинної обрядовості українців Черкащини. *Питання культурології.* 2013. Вип. 29. С. 202 – 208.

23. Танцювальні пісні / упорядкув. О. Дей. Київ : Наукова думка, 1970. 802 с.

24. Фабрика-Процька О. Пісенна культура лемків України (XX –XXI ст.): монографія. Івано-Франківськ : Нова Зоря, 2013. 328с.

25. Чаплик К. Екзистенція лемківських переселенців в умовах сучасної України : монографія. Київ : Видавничий дім Дмитра Бураго, 2013. 244 с.

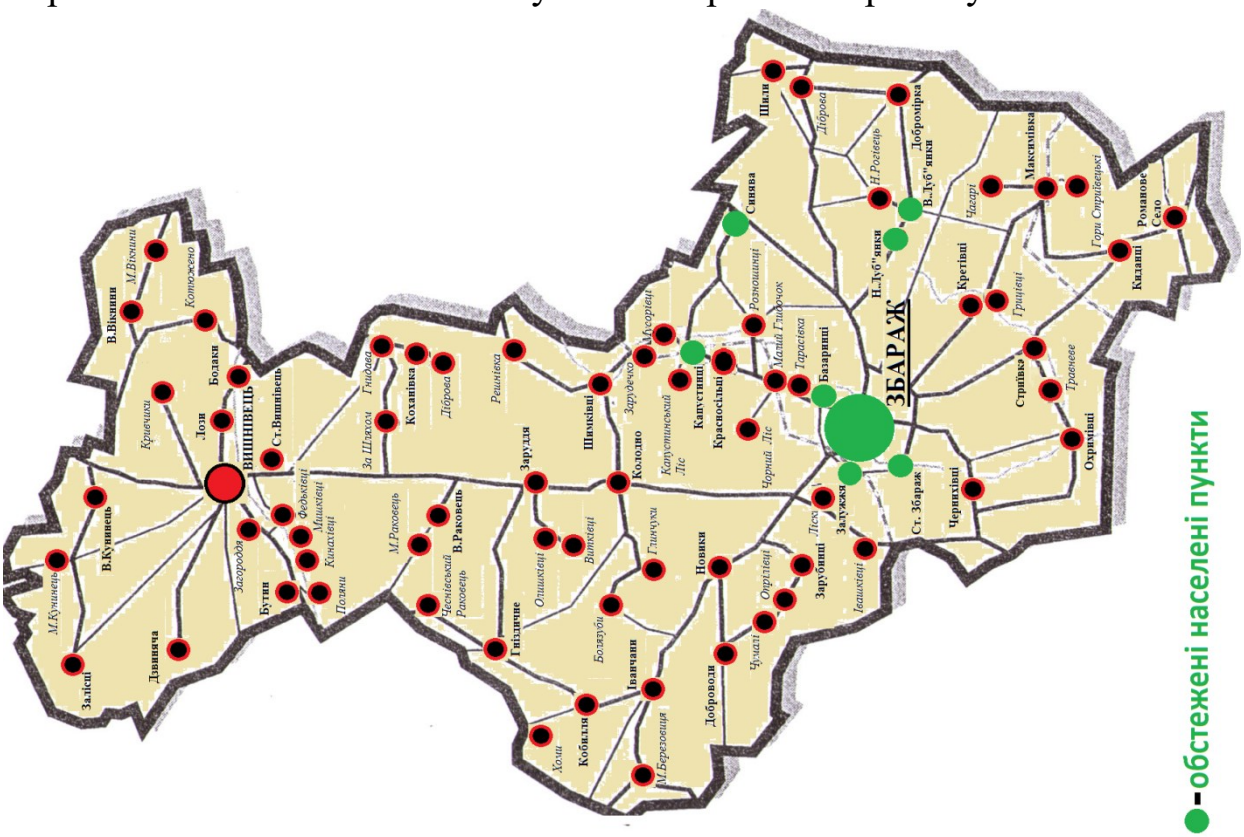
26. Шубравська М. Весільна пісенність на Україні та її обрядова функція. *Весільні пісні* : у 2 кн. Київ : Наукова думка, 1982. Кн. 1. С. 11-53.

ДОДАТКИ

Додаток А – Карта обстежених населених пунктів Збаразького району
Додаток Б – Кількість родин, депортованих у Збаразький район, за станом на грудень 1946 р.
Додаток В – Карта густоти населення Тернопільської області депортованими українцями з Польщі та етнографічних територій Закерзоння
Додаток Г – Інтерв'ю з жителями Збаражчини
Додаток Д – Списки респондентів
Додаток Е – Апробація дослідження
Додаток Ж – Глузливі весільні вівати
Додаток З – Сороміцькі весільні вівати
Додаток И – Вітальні вівати
Додаток К – Величальні весільні вівати
Додаток Л – Вівати-переспівки
Додаток М – Сучасні взірці віватів із новотворами
Додаток Н – Трансформаційні зміни у віватах із назвами населених пунктів
Додаток П – Наспіви віватів, відтворені в нотному записі

Додаток А

Карта обстежених населених пунктів Збаразького району



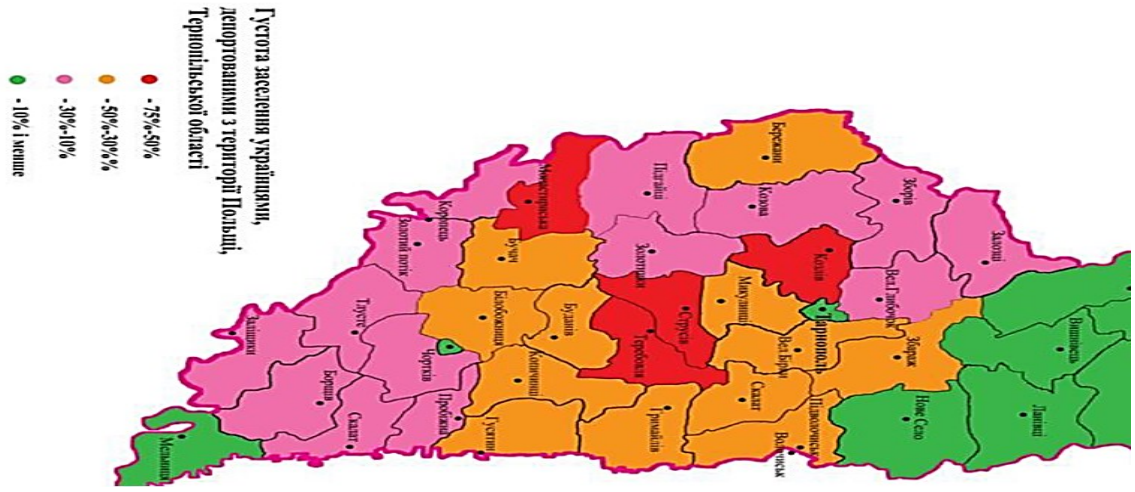
Додаток Б

Кількість родин, депортованих у Збаразький район, станом на грудень 1946 р.

XIV	*Збаразький район*	2180	9195	64	363
287	Зарудля (Збаразького району)	24	94		
288	Добро води (-//-)	27	187		
289	Охримівці(-//-)	15	69		
290	Кобилля(-//-)	9	33		
291	Опрілівці(-//-)	38	167		
292	Зарубинці(-//-)	2	9		
293	Іванківці(-//-)	6	29		
294	Розношинці (-//-)	23	103		
295	Базаринці(-//-)	22	96		
296	Мусорівці(-//-)	26	105		
297	Луб'янки Нижні(-//-)	18	78		
298	Залужжя(-//-)	89	434		
299	Чагарі Збаразькі(-//-)	105	490		
300	Синява(-//-)	120	549		
301	Романове Село(-//-)	59	282		
302	Тарасівка(-//-)	99	401		
303	Гори Стрийовецькі(-//-)	47	195		
304	Стрівка(-//-)	131	591		
305	Красносільці(-//-)	14	64		
306	Кретівці(-//-)	149	554		
307	Киданці(-//-)	81	332		
308	Старий Збараж(-//-)	148	650		
309	Синячівка (-//-)	20	102		
310	Чернихівці(-//-)	38	150		
311	Іванчани(-//-)	5	22		
312	Новики(-//-)	15	78		
313	Курники (Тернопільського району)	53	234		
314	Капустинці (-//-)	74	328		
315	Мала Березовиця (-//-)	79	332		
316	Максимівка (-//-)	143	573		
317	Вищі Луб'янки (-//-)	73	322		
318	Гриців (-//-)	119	535		
319	м. Збараж (-//-)	278	1221		

Додаток В

Карта густоти населення Тернопільської області депортованими українцями з Польщі



Карта Закерзоння

Карта Лемківщини

Карта Любачівщини

Карта Любачівщини

Карта Надсяння

Карта Надсяння

Карта Холмщини

Додаток Г

Інтерв’ю з респондентами

На світлині Ющишин Марія Іванівна

На світлині Гнип Любов Ярославівна

На світлині Шмігельська Марія Мечиславівна

На світлині керівники Народного Аматорського ансамблю «Родина»

Додаток Д

Список респондентів – переселенців із Закерзоння на Збаражчину

№	*Прізвище, ім'я, по батькові*	*Р.н*	*Місце народження*	*Регіон*	*Місце проживання*
1	Гаргай Іван Григорович	1937	с. Команча Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина	м. Збараж
2	Гербіш (Кінь) Марія Антонівна	1929	с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина	с. Синява
3	Гулич Єва Григорівна	1945	с. Команча Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина	м. Збараж
4	Данилевич Надія Теодорівна	1941	с. Мощанець Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина	с. Базаринці
5	Круцько Анастасія Степанівна	1942	с. Жуків Любачівського повіту Підкарпатського воєводства	Любачівщина	с. Залужжя
6	Павлишин Стефанія Михайлівна	1935	с. Ляшки Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина	м. Збараж
7	Шмігельська Марія Мечиславівна	1935	с. Тиневичі Ярославського повіту Підкарпатського воєводства	Надсяння	с. Залужжя
8	Ющишин Марія Іванівна	1944	с. Люблинець Старий Любачівського повіту Підкарпатського воєводства	Любачівщина	с. Залужжя
9	Шевчук Степанія Степанівна	1943	с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства	Холмщина	с. Вищі Луб'янки

Список респондентів – нащадків переселенців із Закерзоння

№	*Прізвище, ім'я, по батькові*	*Рік народження*	*Місце проживання*	*Місце народження батьків*	*Регіон*
1	Альохіна (Гербіш) Ганна Йосипівна	1958	с. Синява	с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина
2	Гнип Любов Ярославівна	1954	м. Збараж	с. Опарівка Стрижівського повіту Підкарпатського воєводство	Надсяння
3	Кравчук Галина	1966	с. Базаринці	с. Соровіца Сяноцького повіту Підкарпатського	Лемківщина

	Миколаївна			воєводства	
4	Миган (Гербіш) Ярослава Йосипівна	1952	с. Старий Збараж	с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина
5	Найко Михайло Андрійович	1961	с. Залужжя	с. Мощанець Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина
6	Ригайло Зіновія Ярославівна	1953	с. Залужжя	с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства	Лемківщина
7	Ціховляз Марія Іванівна	1947	с. Залужжя	с. Люблинець Новий Любачівського повіту Підкарпатського воєводства	Любачівщина

Додаток Е

Участь у ІІ Всеукраїнській краєзнавчо-етнологічній конференції учнівської молоді «Лиш те в народі буде жити, що серце серцю передасть…»

(апробація дослідження)

Івано-Франківський обласний державний центр
туризму і краєзнавства учнівської молоді

ГРАМОТА

НАГОРОДЖУЄТЬСЯ

Горпинюк Софія

за ґрунтовні дослідження та виступ
на ІІ Всеукраїнській краєзнавчо-етнологічній
конференції учнівської молоді
«Лиш те в народі буде жити, що серце серцю передасть…»

Директор центру,
доктор філософії,
Заслужений працівник освіти України Михайло Косів

м. Київ - м. Івано-Франківськ - м. Косів
10 грудня 2020 року

Додаток Ж

Глузливі жартівливі весільні вівати

Весільні вівати, записані зі слів Ющишин М.І., 1944 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина)

Ой, чия ж то дівчинонька
В червоній спідниці.
Вона так ся гонорує,
Як жаба в кирниці

Наш Остапцьо дуже файний,
Як рожева квітка.
Не вмивався, не чесався
Похожий на дідька

А як мене цілував
Той старий бандура,
То три дні була слаба,
Штири дні не чула

Теперішні хлопці
Дівці по коліна.
Не шукає дівки,
А шукає вина

Весільні вівати, записані зі слів Шевчук С.С., 1943 р. н., мешканки с. Вищі Луб'янки Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства, Холмщина)

А мій милий везе гній
На бік зачесався
А бігме, присяйбо,
На мене придався

А мій милий везе гній
В червонім каптурку.
А бігме, присяйбо,
Придався на курку

Прилетіла зозуленька
І сказала «ку-ку».
Дайте, дружбо, короваю,
Поцілую в руку

Додаток З

Сороміцькі вівати

Весільні вівати, записані зі слів Гаргая І. Г., 1937 р. н., мешканця м. Збаража Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженець с. Команча Сяноцького повіту, Лемківщина)

А я скочу, перескочу
Штири грядки маку
За такую співаночку
Поцілуй ми в … руку
Ой музико, музиченько,
Що то за надія.
Кликав єс ми до студоли,
Щось ми ніц не втіяв

А он сидить старший дружба,
Дуже дружку хоче.
Він ні слова їй не мовить,
Ногами тріпоче

На світлині Гаргай Іван Григорович виконує весільні вівати (уродженець с. Команча, Лемківщина)

Весільні вівати, записані зі слів Шевчук С.С., 1943 р. н., мешканки с. Вищі Луб'янки Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства, Холмщина)

Свашка, я си свашка,
Під фартушком фляшка.
Як хтось мене поцілує,
То того я поцілую

Старостина старості
Обіцяла на мості,
А староста не глупий,
Давай, бабо, в халупі

Весільні вівати, записані зі слів Ющишин М.І., 1944 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина)

Світлина з весілля Ющишин Петра та Марії, де лунав записаний віват (депортовані в с. Залужжя Збаразького району із с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина)

Ой не думай, музиченьку,
Що ти голосистий.
Ми вас маєм всіх у дупі,
Хай вас буде триста

Посварились дві куми
За головку маку.
Показали одна одній
Через двері … плечі

Дівко моя красна, де ти воли пасла?
Під гірком з парубком, аж ся гірка трясла

Додаток И

Вітальні вівати

Весільні пісні, записані зі слів Гербіш (Кінь) Марії Антонівни, 1929 р. н., мешканки с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

Вийдіть, мамо, вийдіть
З комори до хати.
Вийдіть, мамо, вийдіть,
Невісту *(невістку)* витати

Винось, мати, діжку.
Привіз син невістку.
Чи рада, чи не рада –
Приймав до свого стада

Винись, мамко, винись *(винеси)*
Канту і рушничок,
Най Ганька повтерать
Очки од сльозочок
Вийди, мамко, вийди
Із новенькой хати.
Йде Ганька з вінчання
Тебе привітати

Весільні величальні вівати, записані зі слів Шмігельської М.М., 1935 р .н., мешканки с. Залужжя Збразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту Підкарпатського повіту, Надсяння)

Кувала зозуля в хаті на загаті,
Чи ви, мамо, раді, що невістка в хаті.

Іванова мама Касюні не хтіла,
Касюня ся вперла, як сорока сіра.

Касюню, Касюню, щобись пам’ятала,
Щобись тої мами з п`єца не стягала.

Додаток К

Величальні вівати

Весільні вівати, що виконувалися під час благословення молодих перед шлюбом

Весільний віват, записаний від Круцько А.С., 1942 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Жуків Любачівського повіту, Любачівщина)

Грають музики різко, кланяється Касюня низько
Отцю, матінці і всій родиноньці,
Близьким, і далеким, і діточкам маленьким.

Весільний віват, записаний зі слів Гулич Є. Г, 1945 р. н., мешканки м. Збараж Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженка с. Команча Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

Грайте, гудаци, риско.
Кланяй ся, Василь, низко
Як отцю, так мамоньці
І цілій родиноньці

Кляняйся, Марусенька,
Отцьові і мамоньці,
Братику, сестричці
І всій родиноньці

Величальні вівати, що виконувалися під час перепою

Весільний віват, записаний зі слів Гербіш (Кінь) Марії Антонівни, 1929 р. н., мешканки с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина)

Дарую ті, сестро, правою рукою,
Щоб ті щастя плило, як вода рікою.

Батьки вам бажають, най ся доля стелить,
Щоби ся любили, як в небі ангели.
Батьки вам бажають, най ся доля стелить,
Щоби ся любили, як в небі ангели,

Най ся доля стелить, як рушник біленький,
Щоби ся любили цілий вік миленько.

Щоби ся любили, щоби добре жили,
Одне без одного кроку не ступили.
Обоє по воду, обоє по зілля,
Обоє до церкви, як прийде неділя.

Весільні вівати, записані зі слів Круцько А. С., 1942 р. н., мешканки

с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Жуків Любачівського повіту, Любачівщина)

Дарую тя, сестро, гілочку міртусу.
Хай тя благословить серденько Ісуса
Дарую тя, сестро, кришталеві вінця
І бажаю щастя до самого кінця

Дарую тя, сестро, гілочку лілеї.
Хай тя благословить серденько Марії

Весільні вівати-переспівки, записані зі слів Данилевич Н.Т., 1941 р. н., мешканки м. Збаража Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Мощанець Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

А тій старшій дружці
Даруєм сорочку,
Щоби вийшла заміж
До нового року

А тій другій дружці
Даруєм лілею,
Щоби вийшла заміж
Відразу за нею

Весільні вівати, записані зі слів Шмігельської М.М., 1935 р .н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту Підкарпатського повіту, Надсяння)

Ой вінку, мій вінку, золотий віночку,
Уже м поміняла тебе на хусточку.
Ой хоч та хустина червена, шовкова.
Голову зав'яжеш – суєта готова.

Дай ся вінку добре вити.
Жеби в тобі походити.
В неділеньку цілу днинку,
В понедільок на годинку

По широкій річці плили каченята,
Гарний той віночок, що плели дівчата.
Вінок мій зелений, а завтра зів’яне,
Молода дівчина на рушничок стане

Попозирай, Ганько, на ключову дірку,
Бо послідний раз ти у зеленім вінку.
Попозирай, Ганько, уверх на повалу,
Бо твоє дівоцтво навіки пропало.

Весільні вівати, записані зі слів Гулич Є. Г, 1945 р. н., мешканки м. Збараж Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженка с. Команча Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

Дарую вас, молодята, корчиком міртусу.
Най вас благословить серденько Ісуса

Дарую вас, молодята, корчиком лілеї.

Най вас благословить серденько Марії

Весільні вівати, записані зі слів Ющишин М.І., 1944 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина)

Товаришко моя,
Жаль мі за тобою,
Бо ти мені була
Правою рукою

Коло мої хати
Росте ясен дикий.
Покинув ме хлопець,
Маю жаль великий

Правою рукою,
Як права рученька.
Тепер розійдемось
Через козаченька

Маю жаль великий,
Не можу забути.
Ношу під п’ятою,
Не можу ся взути

Весільний віват нареченому, записаний від Ціховляз Марії Іванівни, 1947 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із с. Люблинець Новий Любачівського повіту, Любачівщина)

Ой затю, ой зятю, буду тя просила,
Щоби наша дочка в тебе не бідила.
Щоб не були в неї без віконця двері,
Щоби не лягала спати без вечері

Світлина з весілля Ціховляз Марії та Петра, де лунав записаний віват (депортовані у с.Залужжя Збаразького району із с.Люблинець (Любачівщини) та с.Сурохів (Надсяння)

Дарую вас, молодята, межи образами.
Щоб не було суперечки нигде межи вами

Додаток Л

Вівати-переспівки

Весільні вівати-переспівки, записані зі слів Данилевич Н.Т., 1941 р. н., мешканки м. Збаража Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Мощанець Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

А ті дружки не співали,
Бо ся не навчили.
Бо вони ся на весіллях
Дурно волочили

Сидит дружка за столом,
Ліктями підперлась.
Споглядає на тарель,
Бо ще не нажерлась

Ой дівчино, дівчинонько,
Що ти як робила.
Що ти собі попереду
Гриву запустила

Тя дружба, я дружба.
Парна моя служба,
За два рокив косив,
За дружбу ся просив

Весільні вівати, записані зі слів Ющишин М.І., 1944 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина)

Червоненький бурячок,
Зеленая гичка,
Перший дружба як бичок,
Другий – як теличка

Сидить дружка за столом,
Ногами тупоче,
Вона би ся цілувала,
А дружба не хоче

Ой мала я чоловіка,
Ой мала я, мала,
Посадила на воротях
Та й ворона вкрала

Крайте балець, крайте,
І нам кушчік дайте.
Будемо кусати,
Хлопця колисати

Весільні вівати-переспіви, записані зі слів Ціховляз Марії Іванівни, 1947 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із с. Люблинець Новий Любачівського повіту, Любачівщина)

Сидить дружба за столом та й ся усміхає.
Він дружки не цілує, бо ше ся встидає

Сидить дружба за столом, набік відхилився,
А він дружки не цілує, бо ше не навчився

А нам того дружбу тре до школи дати,
Щоби він навчився дружку цілувати

Весільний віват, записаний зі слів Шмігельської М.М., 1935 р .н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Тиневичі Ярославського повіту Підкарпатського повіту, Надсяння)

Чому дружки не співають? Голосу не мають.
Наїлися бараболь, ледве віддихають.

Ми не їли бараболь, но гречану кашу,
Ми би собі заспівали, но не маєм часу

Весільний віват, записаний зі слів Шевчук С.С., 1943 р. н., мешканки с. Вищі Луб'янки Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Корні Томашівського повіту Люблінського воєводства, Холмщина)

Окна побіліли та й позеленіли.
Дружки не співають, бо поголодніли.

Дружки не співають, бо надворі мороз,
А ми ще не чули наших дружок голос

У чужої мами треба рано встати.
Не будеш, Касюню, коси заплітати

Весільні вівати, записані зі слів Гербіш (Кінь) Марії Антонівни, 1929 р. н., мешканки с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

Така наша Марька,
Як бердо до ткання,
До вшиткой роботи,
Так до любування.

Ой, хвалилась перша дружка,
Що файно танцює.
Одну ногу задирає,
А другов гальмує.

Сидять дружки за столом,
Поздіймали писки.
Одна хоче ковбаси,
Ну а друга – кишки.
Гожі дружечки гожі,
Як у саді рожі.
Як за столом сіли,
Як зори трепетіли

Світлина з весілля Шмігельської Марії та Степана, де лунав записаний віват (депортовані у с.Залужжя Збаразького району із с.Тиневичі, Надсяння)

Весільні вівати, записані зі слів Кравчук (Гарагуц) Галини Миколаївни, 1946 р. н., мешканки с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із с. Соровіца Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

Що на вашій голові
Волосся так рідко.

Їли сватики, їли
Чорного кнура з'їли.
Шо бігав коло хати,
Шо думав іздихати

Ой дядьку, ой дядьку!
Ой що то за дідько,

Вівати-переспіви до молодих

Весільні вівати, записані зі слів Кравчук(Гарагуц) Галини Миколаївни, 1946 р. н., мешканки с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із с. Соровіца Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

Ой мамичко, мамцю, хочу ся женити,
Бо без жени біда на тім світі жити.
Ой, біда-біда і то не маленька –
Лем зато ся женю, жеби била женка.

Жеби била жена, добра господиня,
Жеби ня любила, як ґазду ґаздиня.
Жеби добрі їсти, чловеку зварила,
Кошелю випрала, корову здоїла.

Світлина з весілля Гарагуц Марії та Миколи, де лунав записаний віват (депортовані у с.Базаринці Збаразького району із с.Соровіца (Лемківщина)

Додаток М

Сучасні взірці віватів із новотворами

Весільні вівати, записані від Павлишин С. М., 1935 р. н., мешканки с. Базаринці Збаразького р-ну Тернопільської обл., пенсіонерка (уродженка с. Ляшки Сяноцького повіту, Лемківщина)

А мій милий такий добрий,
Ще ліпший від торта.
А як собі більше вип'є,
То гірший від чорта.

Дарую вас, молодята, червонов трояндов
Ви сьти дали Україні футбольну команду.
4 синочки – сіяти, орати,
а одну Іринку – хату замітати

Весільні вівати, записані зі слів Миган (Гербіш) Ярослави Йосипівни, 1952 р. н., мешканки с. Старий Збараж Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина)

Дарую вас, молодята, золотим доляром.
Щоб була ти господиня, а муж – господаром

А ті пані дружки
Щось не мають ноти,
Краще би співали
На плоті когути

Летіла зозуля,
Сіла сі на ганку.
Дякую, дурнуватий,
Тобі за співанку

Весільні вівати, записані зі слів Ціховляз Марії Іванівни, 1947 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із с. Люблинець Новий Любачівського повіту, Любачівщина)

А та перша-перша дружка
То така сердита.
Лице кремом намастила,
А шия немита.

Їжте люди майонез –
Це хороша страва,
Дружба дружки не цілує,
Бо не має права.

А я собі тракторист
І механізатор,
Пів колгоспу обікрав -
І ніхто не злапав
Або мене оженіть,
Або м’я віддайте,
Або мене до колгоспу
За бугая дайте

Весільні вівати, записані зі слів Альохіної (Гербіш) Ганни Йосипівни, 1958 р. н., мешканки с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл. (нащадок переселенців із с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина)

А наш дружба любить дружку.
Зробив стежку без петрушку,
Зробив стежку без часник.
Купив дружці черевик

А наш дружба любить дружку.
Зробив стежку без петрушку,
Зробив стежку без квасолю.
Купив дружці парасолю

Світлина з весілля Гербіш Марії та Йосифа, де лунав записаний віват (депортовані в с. Синява Збаразького району із с. Пулави Сяноцького повіту, Лемківщина)

Додаток Н

Трансформаційні зміни у віватах із назвами населених пунктів

Весільні вівати, записані зі слів Ющишин М.І., 1944 р. н., мешканки с. Залужжя Збаразького р-ну Тернопільської обл., (уродженка с. Люблинець Старий Любачівського повіту, Любачівщина)

У Люблинцю нема хлопців,
Но самі чепурці.
Їхало їх двадцять п’ять
На горбатій курці
А ми таких співаків
Виділи у Львові.
Їхало їх трийцять штири
На здохлій корові

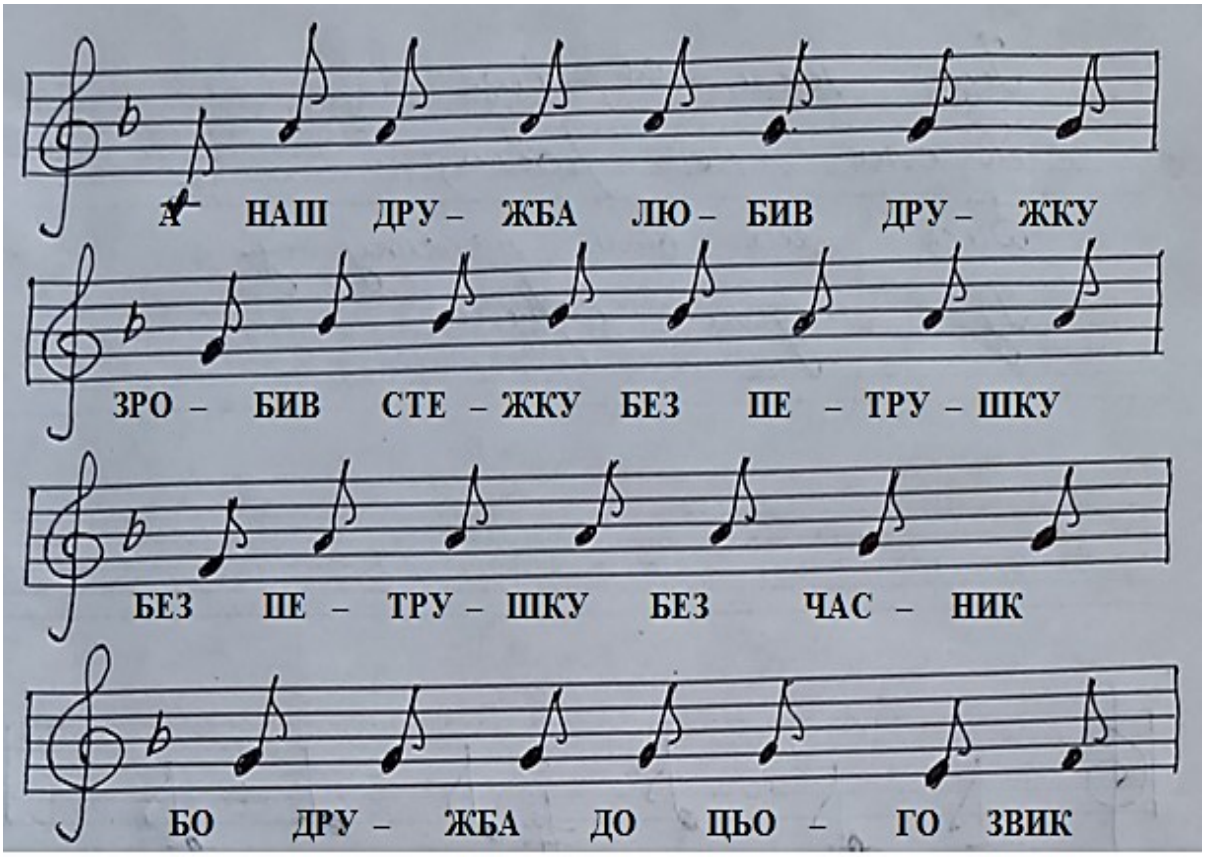
Весільні вівати, записані зі слів Гербіш (Кінь) Марії Антонівни, 1929 р. н., мешканки с. Синява Збаразького р-ну Тернопільської обл. (уродженка с. Пулави Сяноцького повіту Підкарпатського воєводства, Лемківщина)

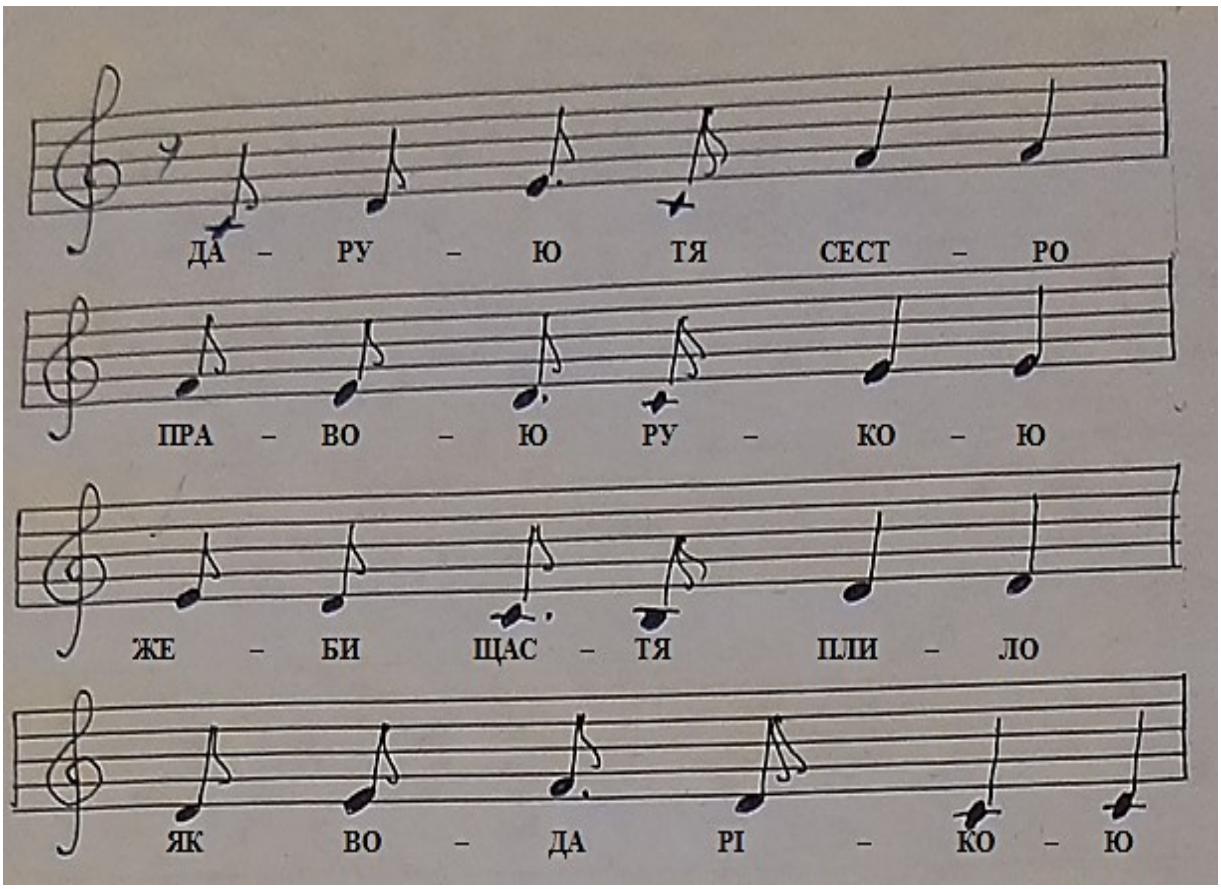
В Дебрецені загриміло,
Біля Тиси тріcло,
В нашім селі нема хлопців,
Лем самі чепурці.

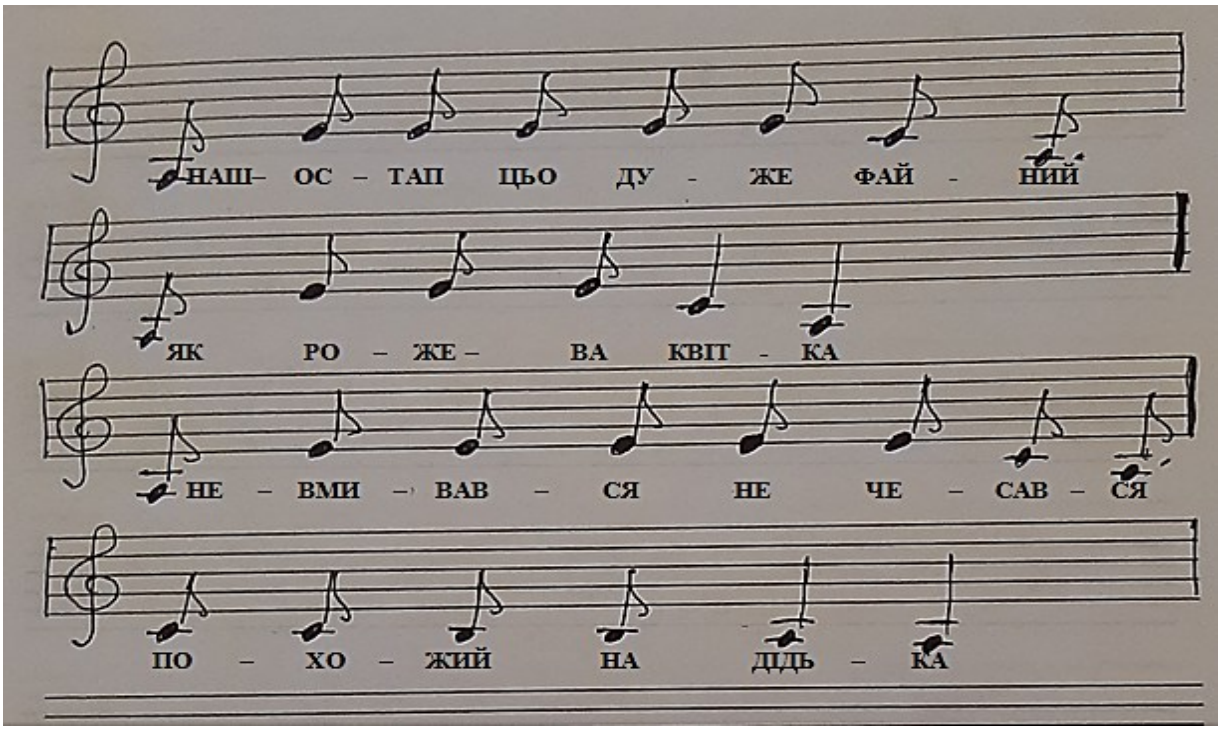
Гори мої, гори!
Ой жаль мі за вами –
Та не так за вами,
Як за гірняками!

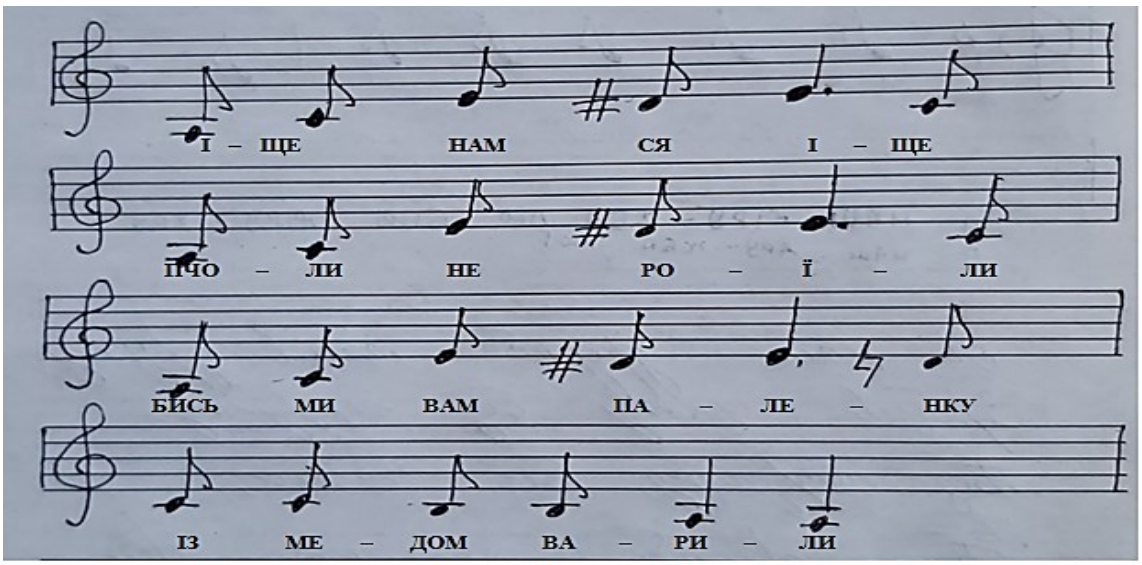
Додаток П

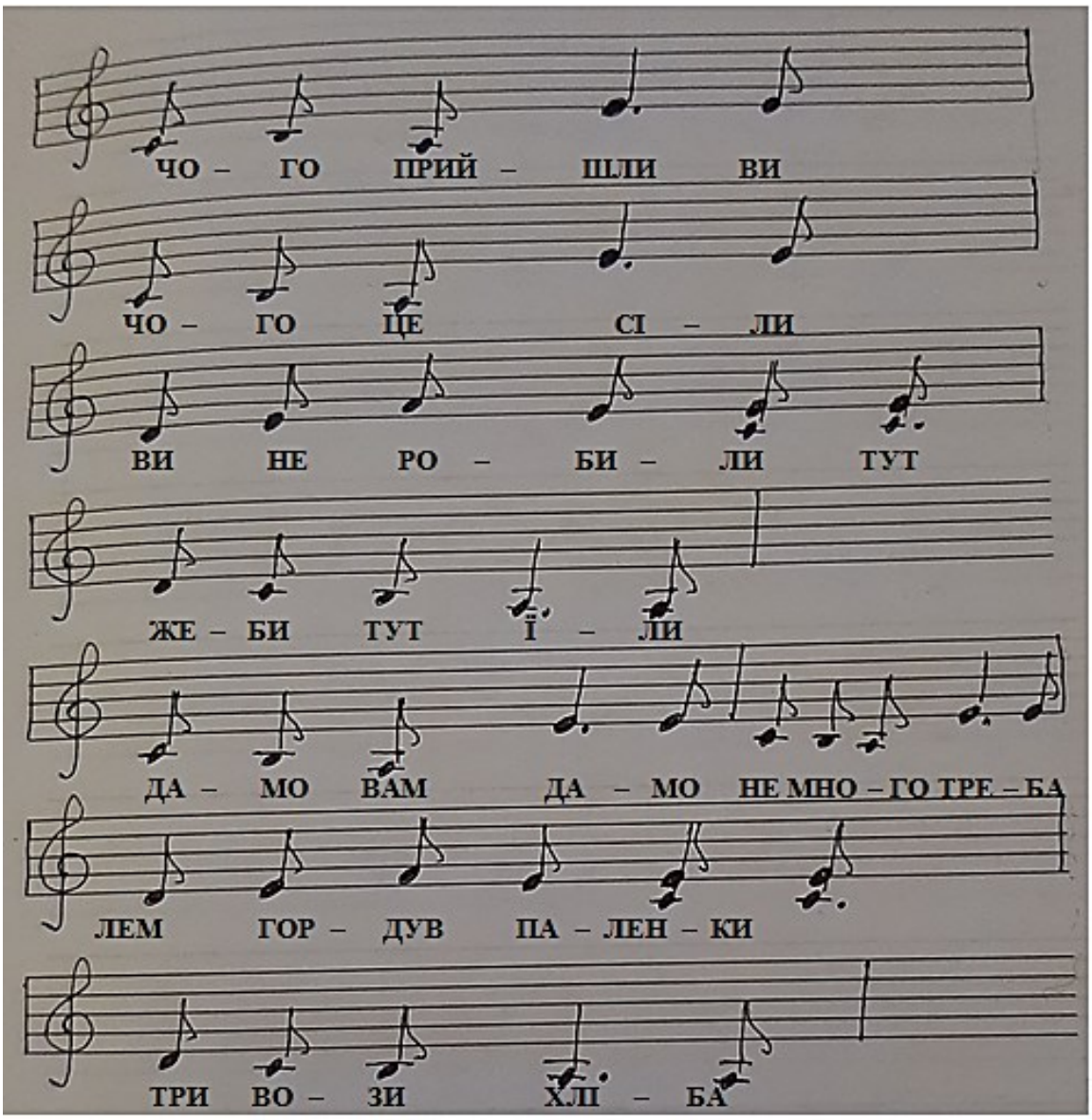
Наспіви віватів, відтворені в нотному записі




ДА – РУ – Ю ТЯ СЕСТ – РО
ПРА – ВО – Ю РУ – КО – Ю
ЖЕ – БИ ЩАС – ТЯ ПЛИ – ЛО
ЯК ВО – ДА РІ – КО – Ю


НАШІ– ОС – ТАП ЦЬО ДУ - ЖЕ ФАЙ - НИЙ
ЯК РО – ЖЕ – ВА КВІТ - КА
НЕ – ВМИ – ВАВ – СЯ НЕ ЧЕ – САВ – СЯ
ПО – ХО – ЖИЙ НА ДІДЬ – КА


І – ЩЕ НАМ СЯ І – ЩЕ
ПЧО – ЛИ НЕ РО – Ї – ЛИ
БИСЬ МИ ВАМ ПА – ЛЕ – НКУ
ІЗ МЕ – ДОМ ВА – РИ – ЛИ


ЧО – ГО ПРИЙ – ШЛИ ВИ
ЧО – ГО ЦЕ СІ – ЛИ
ВИ НЕ РО – БИ – ЛИ ТУТ
ЖЕ – БИ ТУТ Ї – ЛИ
ДА – МО ВАМ ДА – МО НЕ МНО – ГО ТРЕ – БА
ЛЕМ ГОР – ДУВ ПА – ЛЕН – КИ
ТРИ ВО – ЗИ ХЛІ – БА

НАУКОВЕ ВІДДІЛЕННЯ МОВОЗНАВСТВА

СЕКЦІЯ «НІМЕЦЬКА МОВА»

НОВІТНІ АНГЛІЦИЗМИ У НІМЕЦЬКІЙ МОВІ (НА ОСНОВІ МАТЕРІАЛІВ СУЧАСНИХ ІНТЕРНЕТ-ВИДАНЬ)

Роботу виконала:
Доценко Вікторія Олександрівна,
учениця 10 класу Тернопільської
класичної гімназії

Науковий керівник:
Вирста Наталія Богданівна,
к. ф. н, викладач кафедри
німецької філології та методики
навчання німецької мови
ТНПУ ім. В. Гнатюка

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Новітні англіцизми та особливості їхнього функціонування в сучасній німецькій мові
1.1. Визначення поняття «англіцизм»
1.2. Актуальність англіцизмів
1.3. Сфери вживання англіцизмів
РОЗДІЛ 2. Граматичні та структурні особливості англіцизмів
2.1. Інтеграція англіцизмів
2.2. Структура англіцизмів
2.3. Іменники-композити
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

Новітні англіцизми у німецькій мові (на основі матеріалів сучасних Інтернет-видань)

Доценко Вікторія Олександрівна; *Тернопільська класична гімназія; 10 клас*

Науковий керівник*: Вирста Наталія Богданівна, кандидат філологічних наук, доцент ТНПУ імені Володимира Гнатюка.*

Робота присвячена вивченню новітніх англіцизмів у системі сучасної німецької мови. Метою дослідження є проаналізувати функціонування англіцизмів у сучасній німецькій мові, показ їх морфологічних та граматичних ознак. Актуальність роботи полягає у вивченні найновіших запозичень, які відображають особливості лексичного складу німецької мови. Завданнями наукової праці є визначення поняття англіцизм, встановлення граматичних особливостей запозичень, поділ їх на тематичні групи та їхня адаптація до німецької мови. У роботі висвітлено основні положення про англіцизми, причини їх появи та особливості їхньої адаптації до граматичних норм. Проведено дослідження стосовно функціонування новітніх англіцизмів у різних сферах суспільного життя, зокрема в системі освіти, медицині, культурі, науці та техніці. Проаналізовано граматичні особливості англіцизмів, визначено їхню структуру та способи присвоєння роду. Велика кількість запозичених слів, які вперше з'явилися в інтернет-виданнях у 2020 році, ще не адаптувалися до граматичних норм німецької мови і не мають фіксації у лексикографічних джерелах.

Ключові слова*: англіцизм, запозичення, граматична категорія, структура, адаптація.*

ZUSAMMENFASSUNG

DIE NEUESTEN ANGLIZISMEN IN DER DEUTSCHEN SPRACHE (AM BEISPIEL DER MODERNEN INTERNET-PUBLIKATIONEN)

Verfasserin: Dotsenko Viktoria,

Regionalabteilung der Kleinen Akademie der Wissenschaften der Ukraine in Ternopil,

Schülerin der 10. Klasse des klassischen Gymnasiums in Ternopil,

Wissenschaftliche Beraterin: Vyrsta Nataliya Bohdanivna,

Dozentin des Lehrstuhls für Deutsche Philologie und Methodik des Deutschunterrichts an der Nationalen Pädagogischen Wolodymyr-Hnatjuk-Universität in Ternopil

Der vorliegende Beitrag befasst sich mit der Untersuchung der neuesten Anglizismen in der modernen deutschen Sprache. Das Ziel der Forschung ist die Bedeutung von neuen Wörtern, ihre Anpassung an die deutsche Sprache zu beschreiben. Die Aufgaben der wissenschaftlichen Arbeit sind: die Anglizismen in thematische Gruppen einzuteilen, die Besonderheiten der Wortbildung von Anglizismen zu beschreiben, die Integration der Anglizismen an konkreten Beispielen zu zeigen, die Anglizismen-Liste zu erstellen. Es wurde unter anderem untersucht, wie die englischen Entlehnungen in verschiedenen Bereichen des öffentlichen Lebens funktionieren, insbesondere in den Bereichen Bildung, Medizin, Kultur, Wissenschaft und Technologie. Es wurde festgestellt, dass die neuesten Anglizismen bei der Verleihung der Artikelwörter bestimmte Besonderheiten aufweisen. Viele Entlehnungen, die 2020 erstmals in Online-Publikationen erschienen sind, haben sich noch nicht an die grammatischen Normen der deutschen Sprache angepasst und sind nicht in den lexikografischen Quellen der modernen deutschen Sprache fixiert.

Schlüsselwörter: Anglizismus, Entlehnung, grammatische Kategorie, Struktur, Anpassung.

ВСТУП

Звичка вживати слова іноземного походження прослідковувалась за людьми вже дуже давно. Використання запозичених слів пов'язане із історичними подіями, глобалізацією та сучасними політичними змінами. Події в суспільному житті нації значною мірою впливають на формування лексики, яка згодом може потрапити в буденне життя людей із далеких країн. У сучасному світі людям необхідно звикати та пристосуватись до нових еквівалентів старих і звичних слів.

Англійська та німецька мови є найпоширеніші представники групи західногерманських мов, які є споріднені між собою. Їхня схожість прослідковується у граматичних особливостях, велика кількість слів у цих мовах є спільною. Існує думка, що запозичення англіцизмів та їх вжиток у німецькій мові може значно зашкодити її ідентичності.

Англійська мова протягом тривалого часу залишається інтернаціональною, так званою «Weltsprache». Англіцизми масово присутні не лише в повсякденному житті людей, але без них не обходиться жодна лексична тема в навчальних підручниках німецької мови, таких як Aspekte, Planet, Sicher. Ідея написання роботи саме на цю тему прийшла до нас тоді, коли під час підготовки до здачі іспиту ми натрапили на велику кількість англіцизмів у підручнику з німецької мови. Метою використання англіцизмів у навчальних текстах та аудіозаписах є симуляція сучасного німецького спілкування та занурення у світ розмовного варіанту мови, який не суперечить реаліям. Такий спосіб подання інформації наближений до дійсності, однак наявність у підручниках слів іншомовного походження може ускладнювати вивчення мови для тих, хто не обізнаний в сфері англійської мови. Англіцизми становлять сьогодні значну частку у німецьких неологізмах та відіграють важливу роль у спілкуванні сучасності.

Актуальність роботи полягає у відображенні живого спілкування, яке в сучасному світі не обходиться без англіцизмів. На сьогоднішній час дедалі більший відсоток населення вивчає англійську мову, тому нею можна спілкуватись у багатьох країнах. У нашій роботі зібрано новітні англіцизми, які зафіксовано у 2020 у сучасних німецькомовних інтернет-виданнях. Багато слів іншомовного походження здебільшого використовуються у розмовному варіанті, так званій «мові сучасності», яка ймовірно стане літературною у майбутньому.

Дослідженням англіцизмів у німецькій мові займалась ціла низка науковців, таких як Svetlana Burmasova [1], Broder Carstensen [2], Peter Eisenberg [5; 6], Hermann Fink [7], Helmut Glück [8], Alan Kirkness [9],

Sabine Krome [10], Sabine Kupper [11], Mark Lilienkamp [12], Gisela Zifonun [15; 16] та інші.

Мета роботи – дослідити функціонування англіцизмів у сучасній німецькій мові, їхні морфологічні та граматичні ознаки.

Для досягнення мети нам необхідно виконати такі **завдання**:

- Визначення та трактування поняття «англіцизм»;
- Встановлення граматичних особливостей англіцизмів, зокрема визначення роду запозичених слів та аналіз їхньої структури;
- Адаптація запозичених слів у німецьку мову;
- Поділ англіцизмів на тематичні групи;
- Укладання реєстру англіцизмів;
- Огляд лексичних одиниць, що виникли через сучасні реалії;
- Перевірка фіксації аналізованих англіцизмів у новітніх лексикографічних джерелах.

Об’єктом дослідження обрано новітні англіцизми, які фіксуються у сучасних інтернет-виданнях.

Предметом дослідження є лексичні та граматичні особливості новітніх англіцизмів.

Матеріали для дослідження були отримані з сайту «Die Wortwarte» [3], назва якого перекладається приблизно як «на сторожі слова». Цей сервіс спеціалізується на пошуку неологізмів у сучасних інтернет-виданнях, таких як «Zeit», «Welt», «Tagesspiegel», «Süddeutsche Zeitung». «Die Wortwarte» - це проєкт Берлінсько-Бранденбургської Академії наук (Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften) для документації нових слів, який фіксує хронологію появи неологізмів та показує контекст їхнього вживання. З неологізмів, які зафіксовані у 2020 році, ми відібрали для свого дослідження усі англіцизми (понад 200 одиниць) і проаналізували їхнє походження, структуру та особливості їхнього функціонування у сучасній німецькій мові. Більшість зафіксованих англіцизмів є оказіональними утвореннями, які не мають відповідників у сучасній німецькій мові.

У нашій роботі були використані описовий та структурний **методи дослідження**.

Наукова новизна полягає у тому, що у дослідженні здійснено вивчення новітніх англіцизмів, що з’явились у 2020 році та здебільшого не фіксуються у словниках.

Практична значимість полягає у тому, що у праці окреслено вживання англіцизмів, що пов’язане з нещодавніми подіями у різних сферах повсякденного життя.

РОЗДІЛ І.
НОВІТНІ АНГЛІЦИЗМИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЇХНЬОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ У СУЧАСНІЙ НІМЕЦЬКІЙ МОВІ

1.1. Визначення поняття «англіцизм»

Сучасні англіцизми мають різноманітні трактування. Оскільки німецька та англійська мови мають спільне походження і велика кількість слів у них однакова, то ідентифікація англіцизмів справді може бути складною. У зв'язку з особливостями розвитку обох мов слова часто запозичувались, та відбувався своєрідний обмін. Саме під час цього процесу науковці помітили певну закономірність та визначили єдиний термін слова «англіцизм».

За Академічним тлумачним словником української мови слово «англіцизм» позначає слово або зворот, запозичені з англійської мови. Словник Дудена трактує це визначення по-іншому, а саме «англіцизм – це перенесення мовного явища, характерного для британської англійської мови, на неанглійську мову» [4]. Д. Шютте визначає англіцизм як мовний знак, який повністю або частково складається з англійських морфем, незалежно від того, пов'язаний він із значенням, звичним для використання в англійській мові [13, с. 38].

Отже, під англіцизмом ми розуміємо мовний знак, який повністю або частково складається з англійських морфем.

Англіцизми у німецькій мові можна ідентифікувати за декількома критеріями. Вони вирізняються написанням, наприклад, буквосполучення на початку слова: sk- (***Sk****etch-Comedy-Act* - комедійне розважальне шоу [тут і далі переклад авторки]), sh- (***Sh****aring-Point* - спільна точка зору) , sl- (***Sl****ang* - сленг), sm- (***Sm****oothiebar* - бар із коктейлями); інші поєднання літер, як-от: -ui- (*Bodyb****ui****lder* - спортсмен; той, хто вибудовує своє тіло), -oa- (*Life-Design-C****oa****ch* - тренер з життєвих питань), -oi- (*Bitc****oi****n-Mixer* - анонімні трансакції в системі Біткоїн), -gh- (*Copyri****gh****tsystem* - система авторського права). Також англіцизми в німецькій мові мають своєрідне звучання, а саме: звуки англійської мови замінюються на альтернативи мови-реципієнта. Відповідно «оо» змінюється на «u» (*F****oo****dwaste* - намарне використання їжі), «еа», «ее», «у» на «і» (*Online-Learning* - дистанційне навчання, *Sp****ee****d-Debating* - політичні дебати-перегони, *Privac****y****-Bildschirm* - особистий екран); «а» на «еі» (*St****a****y-at-home* - заклик залишатись вдома).

Англіцизми мають своєрідні суфікси та префікси, такі як -ing (*Home-Clubb****ing*** **-** проведення клубних зібрань вдома, *Podcast-Host****ing*** - організація подкастів, *Weintast****ing*** - дегустація вина); -ity (*Suit-Credibil****ity*** - повернення до класичного одягу, *Mobil****ity****-Pricing* - плата

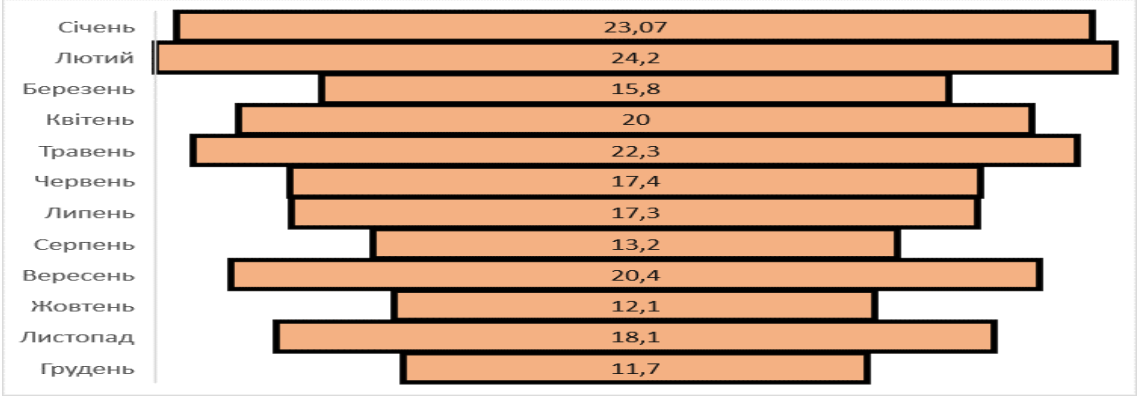
за пересування транспортом), -ness (*Bookish**ness*** - залежність від книг) та інші.

Англіцизми вже давно стали невід'ємною частиною німецької мови і таких чином набули характерних ознак, притаманних німецькій лексичній системі, як-от присвоєння артикля, утворення множини за допомогою німецьких закінчень, написання іменників з великої літери.

1.2. Актуальність англіцизмів

На основі матеріалів дослідження ми встановили, що у 2020 році у спілкування німців потрапили 1089 новітніх слів. 17,8 % від цих слів складають англіцизми. Кількість фіксацій англіцизмів щомісяця різна - від 3 до 30 слів. Найбільша кількість англіцизмів була виявлена у січні, лютому, травні та вересні. На початку 2020 року активно розвивався вірус COVID-19, тому більшість слів пов'язані з пандемією. Пристосування до незвичних для людей умов супроводжує появу нових слів, які утворились під впливом несприятливих обставин. У травні та вересні відсоткова частка «Corona-Wörter» значно зменшилась. Натомість у подальших місяцях 2020 року англіцизми вказували на особливості у суспільно-економічному житті німців. У другій половині 2020 року ми можемо спостерігати велику кількість слів, які стосуються сучасних технологій, захисту навколишнього середовища, розвитку науки, зокрема біоінженерії, моди та культури. Звичайно, пандемія відіграла важливу роль в історії людства. Вона змінила обставини, ставлення до свого здоров'я і навмисно принесла величезний досвід у людські життя. Про вірус можна було говорити справді довго та акцентувати свою увагу саме на ньому, однак німецьке суспільство сфокусувалось на інших проблемах. Всупереч пандемії, людям вдалось пристосуватись до нових умов і покращити свій культурний розвиток. Ми були приємно здивовані тим фактом, що будь-яка проблема, навіть всесвітнього масштабу, не дозволить руйнувати інтереси і прагнення усього населення Німеччини. Насправді, саме з цього можна зробити висновок про німецький менталітет та про їхнє ставлення до подолання перешкод.

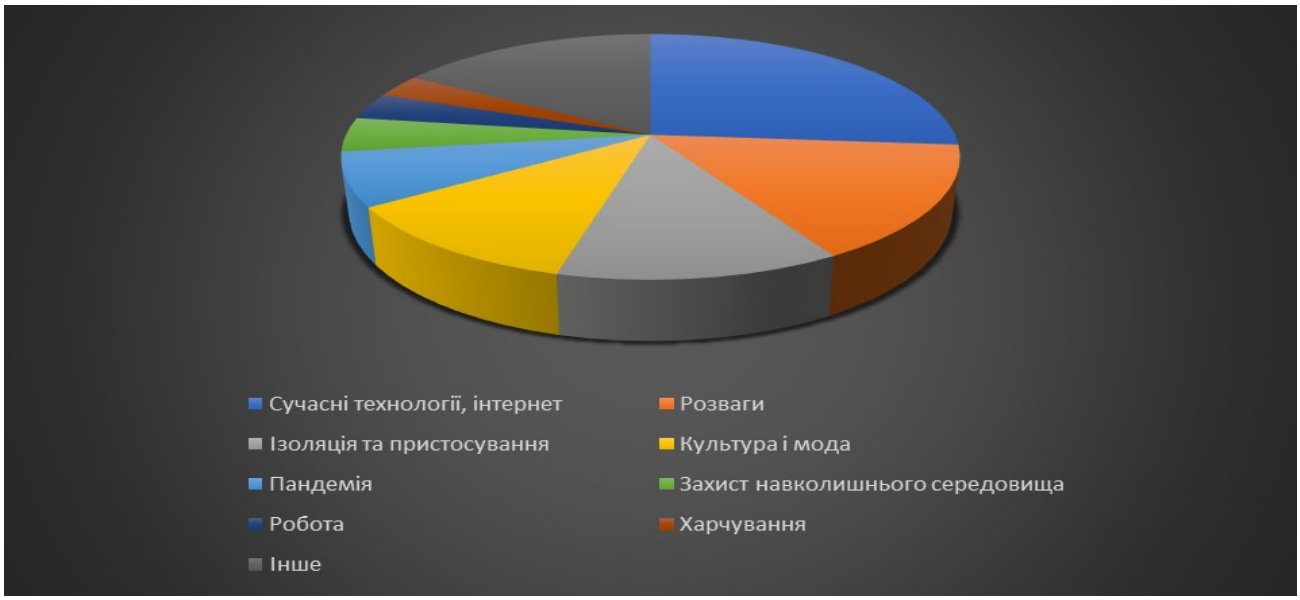
Рис.1.1



1.3. Сфери вживання англіцизмів

Усі проаналізовані англіцизми ми умовно поділили на такі основні тематичні групи: «Сучасні технології та Інтернет», «Ізоляція та пристосування», «Пандемія», «Розваги», «Культура», «Харчування», «Робота», «Захист навколишнього середовища» та «Інше».

Рис.1.2.



Найбільша проаналізована тематична група – «Сучасні технології та Інтернет». Вона займає близько 26 % від усіх англіцизмів. Це вказує на захоплення німців сучасними гаджетами та їхнє пристосування до навчання та праці в домашніх умовах за допомогою новітніх онлайн-сервісів.

У ході дослідження ми виявили, що актуальною соціальною мережею став Instagram. Серед підлітків цей додаток вже давно користується попитом оскільки дає змогу не тільки спілкуватись з друзями та слідкувати за життям знайомих, але й заробляти кошти завдяки рекламі послуг і товарів на своїй персональній сторінці. У 2020 році соціальними мережами почали захоплюватись все більший відсоток людей. З появою блогерства та популяризацією цього явища у німецькому суспільстві з'явились такі слова як: *Instamom* (мама на платформі Інстаграм), *Mami-Content* (контент, що створює мама), *Instagramfeed* (оформлення та контент в Інстаграмі), *Kontoführungsscore* (активність під час введення сторінки).

На жаль, жива комунікація між людьми у 2020 році скоротилась до мінімуму. Суспільство змушене було пристосувалось до цих умов та обрало Інтернет способом вирішення своїх проблем. Знаходячись вдома, усі зараз мають можливість спілкуватись між собою та проводити час разом онлайн. Якщо під час пандемії похід в кіно спричиняє певні труднощі, то можна влаштувати *Streaming-Kino* (фільм-онлайн наживо) та *Co-Watching* (спільний перегляд фільму в

Інтернеті). Для цього необхідно адаптуватись та мати певний *Videomeetingtool* (набір для зустрічі онлайн). З онлайн-трансляціями пов'язані такі слова: *Streaming-Ereignis* (подія, яка відбувається в прямому ефірі), *Live-Tracing* (транслювання подій із життя), *Webmeeting-Portal* (портал для відеодзвінків), *Audionstreaming-Portal* (портал для аудіодзвінків) та *Streamingprovider* (провайдер прямих включень). Через масове поширення брехливої інформації на просторах Інтернету утворилось слово *Infodemie* (епідемія неправдивої інформації), що складається з частин *Information* та *Pandemie*.

Тематична група «Розваги» займає 15,2 % від усіх проаналізованих англіцизмів. В умовах сучасності людям потрібно відпочивати та організовувати вечірки. У 2020 році відбувалось декілька цікавих заходів, таких як: «*Space-Age-Party», «Pop-up-Camp», «Pop-up-Stadt»* та інші.

Розважальні вечірки в Німеччині відбуваються досить часто, однак останнім часом люди під впливом ізоляції організували щось нове та непритаманне для суспільства. Для власної безпеки частина населення, яка має можливість, користується власними транспортними засобами. Саме через це велика кількість проєктів та заходів відбувались в автомобілях , як-от: *Pop-up-Autokino, Bücher-Drive-in, Drive-in-Disco* та *Drive-in-Segen*. Мета цих заходів зробити так, щоб люди не обмежувались у відпочинку та культурному розвитку, але одночасно й почували себе у безпеці. «*Drive-in-Rave*» - найперша вечірка такого типу, яка набула шаленої популярності ще на початку 2020 року через скасування багатьох концертів у зв'язку з пандемією.

Трішки менший відсоток від усіх проаналізованих англіцизмів займає тематична група «Ізоляція та пристосування», а саме 12,6 %. Цього року в умовах карантинних обмежень практикувалось дистанційне навчаннях майже у всіх країнах світу. Тому до щоденного вжитку людей потрапили такі слова як: *Zoombombing* (надмірне використання додатку Zoom), *Zoom-Party* (Zoom-вечірка), *Streamingunterricht* (навчальне заняття в режимі онлайн), *Digitalsemester* (семестр онлайн) і *Onlinelearning* (дистанційне навчання). У процесі наших спостережень ми зрозуміли, що найпоширеніший додаток для проведення онлайн-занять є Zoom. У 2020 році людям довелось перебувати вдома, щоб запобігти поширенню хвороби, тому спілкувались вони зазвичай за допомогою онлайн-ресурсів. Саме так з'явилось слово *Offlinekommunikation* (живе спілкування). Крім того, усім довелось пристосовуватись до роботи, навчання та дозвілля за допомогою використання новітніх технологій та створити для себе вдома комфортне робоче місце. Через цю адаптацію в німецьку мову потрапило слово *Home-Clubbing*

(проведення клубних вечірок вдома), *Homeofficisierung* (перетворення домівки на офіс), *Homeoffice-Garderobe* (гардероб для роботи в домашньому офісі), *Home-Office-Pauschale* (податкова ставка на роботу з домашнього офісу). Більше того, для того щоб спонукати людей не порушувати умови карантину, було запроваджено *StayAtHome-Video* (відео про перебування вдома). Як підсумок, проводити час вдома можна теж корисно та весело.

Впродовж 2020 року людям вдалось не тільки адаптуватись до нових умов, а також розвинути свою культуру та моду, про це свідчить 11,6 % слів, які потрапити до новітніх англіцизмів. Перебуваючи на ізоляції вдома, німці почали більше читати, відтак у німецьку мову потрапило слово «*Bookishness*», що означає сукупність знань, відірваних від реалій, здобутих лише із книжок. Окрім того з'явились нові слова, що пов'язані з одягом та модою, як-от: *Beautyfilter, Businessbluse*, *Suit-Credibility* та інші.

Протягом останнього року найбільш поширеним явищем для усього людства стала пандемія COVID-19, яка спричинила появу нових слів, мабуть, у всіх сферах людського життя. Однак запозичення, які називають реалії, викликані наслідками пандемії, складають тільки 7,1 % від загальної кількості проаналізованих англіцизмів, а це свідчить про наявність у людей інших інтересів і тем для розмов, окрім поширення вірусу. Деякі люди взагалі не вірять у наявність пандемії і свідомо заперечують існування хвороби Covid-19 в публічних місцях. Таких людей називають *Covidioten* (Covid + Idioten).

Для того щоб жителям не було сумно на карантині, проводились різноманітні *Corona-Parties* (тематичні вечірки, які пов'язані з коронавірусом). Для того щоб бути впевненим у своєму здоров'ї, необхідно перевіритись у *Drive-Through-Testcenter* (центр здачі тесту на коронавірус), а якщо результат виявиться позитивним, то потрібно завантажити додаток *Pandemie-App* та звітувати про своє перебування вдома. Між іншим, товариство німецької мови «Die Gesellschaft für deutsche Sprache (GfdS)» проголосило словом 2020 року *«Corona-Pandemie»*, а слово *«Lockdown»* стало англіцизмом року. У десятці найпоширеніших англіцизмів за результатом конкурсу «Англіцизм року» є також слова *«Social Distancing», «Superspreader»* (інфіковані люди, які переносять інфекцію), *«Homeoffice», «Homeschooling», «Shutdown»*. Як бачимо, усі вони пов'язані з тематикою пандемії.

4,5 % усіх проаналізованих англіцизмів можна віднести до тематичної групи «Навколишнє середовище». Останнім часом у соціальних мережах поширені обманливі повідомлення про стан навколишнього середовища, а саме *Fake-News-Ökosystem*. Замість

розповсюдження неправдивої інформації про стан екосистеми деякі люди роблять особисті маленькі кроки, аби покращити стан нашої планети. Актуальним на сьогоднішній день виявилось заняття *Plogging*, ідея якого полягає в бігу в неквапливому темпі зі збиранням сміття вздовж свого маршруту. Термін *«Plogging»* виник як поєднання двох шведських слів «plocka» і «jogga», що означає «збирати» й «бігти». Таким чином можна щодня займатись спортом, ставати здоровішим та робити вулиці чистішими й охайнішими. З одного боку, це заняття не має глобального значення для планети, проте якби усі люди практикували таке щонайменше двічі на тиждень, то ми б жили у чистоті та мали б значно менші проблеми із забрудненням довкілля.

Не надто чисельними є тематичні групи, які стосуються роботи (3,5 %) і харчування (3 %). У карантинних умовах дистанційна робота набула нових форм, через що утворились слова *Influencer-Agentur* (агенція по дистанційному заробітку), *Zwillings-Influencer* (близнюк-інфлуенсер). У тематичній групі «Харчування» цікавими, на нашу думку, є приклади *Veggie-Hack* (фарш для веганів) і *Veggie-Cooking* (приготування їжі з овочів), які свідчать про популярність веганського способу життя серед німців.

РОЗДІЛ ІІ.
ГРАМАТИЧНІ ТА СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ АНГЛІЦИЗМІВ

2.1. Інтеграція англіцизмів

Слова, що потрапляють в німецьку мову, зазнають змін. Лексика повинна пристосуватись до граматичних особливостей певної мови, і саме через це і здійснюється інтеграція. Під інтеграцією англіцизмів ми розуміємо пристосування запозичених слів до граматичних норм німецької мови. Адаптація англіцизмів відбувається на трьох рівнях [1, с. 95-102].

Фонетична інтеграція. Під фонетичною інтеграцією ми розуміємо пристосування до звуків цільової мови шляхом заміни чужих звуків звуками мовами-реципієнта: *Boss, Thriller* [6, с. 187].

Орфографічна інтеграція - це пристосування написання запозичених слів до графічних норм мови-позичальниці. Тут варто зауважити, що однією з особливостей німецького правопису є написання іменників з великої літери. Усі проаналізовані нами іменники не порушують цієї важливої норми правопису і пишуться з великої літери: ***B****ig-City-Chaos*, ***B****ig-Data-Engine* ***I****ndustriallok*, ***P****romocode*, ***Z****ahlenboard*.

Прикладом графічної інтеграції може бути заміна графем:

<c> через <k> (***C****lub – **K**lub, Dis**c**o – Dis**k**o*),

<ch> і <sh> через <sch> (***ch****eck – **Sch**eck, **sh**ock – **Sch**ock*),

<tch> через <tsch> (*ke**tch**up – Ke**tsch**up*) [1, с. 101].

Граматична інтеграція. При граматичній інтеграції запозиченому слову присвоюються граматичні категорії мови-позичальниці. Англіцизми отримують невластиві для англійської мови категорії роду, числа та відмінка, які в німецькій мові інформують про граматичні ознаки певних лексичних одиниць. У нашій роботі ми зауважили, що такий вид інтеграції найбільш поширений. 15 % проаналізованих слів вживаються без артикля. Це означає, що такі слова ще не повністю інтегрувалися у німецьку мову і ще не встигли пристосуватися до її граматичних норм.

У мовознавстві існують певні ознаки, за якими запозиченому слову присвоюється рід [1, с. 106-107; 14].

За лексичною схожістю. Зазвичай англіцизми - це не зовсім незнайомі слова для німецької мови, вони часто виступають синонімами і еквівалентами для своєї ж лексики. Для прикладу, слово *das Assistenztool* (допоміжний інструмент) є середнього роду, тоді як *das Werkzeug* (інструмент) також середнього роду. Через надмірну кількість штучних утворень таку закономірність прослідкувати важче,

але є давні англіцизми, рід яких визначається саме таким принципом (*die Feier - die Party, der Flughafen - der Airport, die Stadt - die City, die Band – die Gruppe, der Hit – der Schlager, der Beat – der Schlag*).

За груповою аналогією. Наприклад, слово «*der Tanz*» - чоловічого роду, тому практично усі види танців будуть також чоловічого роду (*der Foxtrott, der Jazz, der Rock'n'Roll*)

За природньою статтю. Минулого року в німецькій мові з'явилось слово «*der Modellboy*», а чоловічий рід воно отримало саме тому, що «*der Junge*» також чоловічого роду. Є ще інші приклади, такі як «*der Mann - der Gentleman, die Dame - die Lady, das Mädchen - das Girl*».

За кількістю складів. Більшість односкладових англіцизмів є чоловічого роду: *der Boom, der Rap, der Flop, der Gag*. Винятки, якщо і трапляються, то дуже рідко: *das Byte, das Match, das Steak, das Team, die Bar, die Box, die Gang*.

За морфологічною аналогією (за суфіксами). Жіночий рід мають іменники на: -ence (*Assist**ence***), -y (*Privac**y**-Bildschirme*), -ion (*Post-Stroke-Depress**ion**, Super-Spreader-Locat**ion***), -ness (*Bookish**ness***), -ity (*Suit-Credibil**ity***), -ance (*Outperform**ance***).

Артикль «der» мають іменники на -er: (*Citycarv**er**, Schnell-Schopp**er**, Streamingprovid**er**, Zwillings-Influenc**er***).

Середній рід мають іменники на: -ment (*Appease**ment**, Entertain**ment**),* -ing *(Artflipp**ing**, Co-Watch**ing**, Doomscroll**ing*** - систематичне читання негативних новин в Інтернеті*, Globb**ing**, Life-Trac**ing**, Zusatzcast**ing***).

Англіцизми, які складаються з дієслова і частки (так звані «phrasal verbs»), отримують чоловічий або середній рід: *der Drive-in, der Lockdown, das Make-up, der Knockout, der/ das Workout.*

За подібністю у звучанні, написанні, значенні: *die Show – die Schau, der Room – der Raum, das House – das Haus* [1, с. 106-107].

2.2. Структура англіцизмів

Існують думки, особливо серед молоді, що англіцизми складаються лишень із одного англійського слова, без жодних додаткових німецьких морфем. У нашій роботі ми переконались, що це абсолютно не так. В сучасному житті в цілях урізноманітнення спілкування люди надають перевагу використанню запозичених слів, які змінились під впливом мови-реципієнта. Більшість зафіксованих нами англіцизмів є іменниками. За структурою усі англіцизми можна поділити на прості, похідні і складні іменники (композити). Прості іменники складаються з одного кореня та не мають суфіксів або префіксів: *Boy, Level, Suit, Town*. У нашому дослідженні такі слова ми не зафіксували. Похідні іменники мають у своїй структурі корінь,

суфікси або префікси: *Globbing, Plogging, Selfitis.* Також ми зафіксували два іменники жіночого роду, які утворилися на німецькомовному ґрунті від іменників чоловічого роду з додаванням суфікса -in: *Diversitytrainerin, Line-Dancerin*. У нашому дослідженні англіцизми, які за структурою є похідними іменниками, фіксуються рідко. Складні іменники – це слова, до складу яких входять два і більше компоненти. Майже усі проаналізовані нами англіцизми є складними утвореннями. Вони становлять 98 % від усіх слів. Це можна пояснити тим, що досліджувані англіцизми здебільшого є новоутвореннями, які відображають перш за все німецькі реалії, і утворені німецькими мовцями за допомогою німецьких способів словотворення, найпродуктивнішим серед яких є саме основоскладання.

2.3. Іменники-композити

Пристосування іншомовних морфем до норм німецької мови формує основу для їх подальшого використання в утворенні запозичень. Відтак англійські основи досить легко поєднуються з німецькими словами, утворюючи композити з підрядним зв'язком [6, с.190].

Більшість зафіксованих у нашому матеріалі англіцизмів є так званими «композитами змішаного типу» («Mischkompisita»), тобто в них німецькі слова або основи комбінуються з англійськими елементами [14, с. 14]. Усі композити змішаного типу можна поділити на підкласи:

1. Англійський компонент передує німецькому. Такий тип композит переважає у нашому дослідженні. Більшість проаналізованих складних слів містять в кінці німецьке слово, за яким і визначається рід запозиченого іменника: *die Business**bluse**, das Challenge-**Recht**, die Coworking-**Fläche**, die Coding-**Sprache**, der Replay-**Angriff**, die Self-Care-**Bewegung**, der Space-X-**Flug**, Stay-Home-**Gebot**, das Streaming-**Ereignis**, der Streaming**unterricht**, der Take-away-**Umsatz**.*

2. Німецький компонент передує англійському. Такий тип поєднання елементів фіксується значно рідше: *das **Geister**training, die **Konferenz**app, das **Masken**update, das **Temperatur**screening, das **Text**posting, der **U-Bahn**-Rave, der **Versager**-Boyfriend, der **Zustimmung**button.*

Дослідник В. Янг вирізняє ще англіцизми-композити, які складаються з трьох і більше компонентів і замінюють ціле речення. У нашому дослідженні такі англіцизми складають половину від усіх складних іменників: *das Alkohol-to-go-Verkaufsverbot*, *die Anti-Corona-Maßnahmen-Demo, die Anti-Shutdown-Demi, das Book-and-Claim-System,*

Best-Case-Beschäftigung, die Best-Price-Funktion, das Book-and-Claim-System, der Box-in-der-Box-Trick, das Cancel-Culture-Gespenst.

Не надто поширеними є композити, які складаються лише з англійських компонентів: *die Gamingmouse, die Fitnessapp, das Foodwaste, das Speed-Debating*, *der Superspreaderday, das Superoffice, die Tracing-App, das Tracing-Framework, die Youtube-Show.*

У ході дослідження ми встановили, що найбільш поширеними початковими компонентами аналізованих у нашому дослідженні англіцизмів є:

Cancel-: ***Cancel****-Culture-Gespenst,* ***Cancel****-Geist,* ***Cancel****-Kultur,* ***Cancel****-Wut.*

Corona-: ***Corona****party,* ***Corona****virus-Lockdown,* ***Corona****virus-Rückholaktion,* ***Corona****virus-Testkit.*

Digital-: ***Digital****euphorie,* ***Digital****semester,* ***Digital****waffe.*

Home-: ***Home****-Clubbing,* ***Home****office-Garderobe,* ***Home****-Office-Pauschale,* ***Home****office-Modus,* ***Home****office-Steuerpauschale,* ***Home****officisierung*.

Online-: ***Online****gewalt,* ***Online****learning,* ***Online****-Hackaton,* ***Online****-only-Dasein.*

Streaming-: ***Streaming****-Ereignis,* ***Streaming****-Kino,* ***Streaming****provider,* ***Streaming****unterricht.*

Zombie-: ***Zombie****flughäfen,* ***Zombie****kind,* ***Zombie****zeitung.*

Ми встановили, що більшість складних іменників пишуться через дефіс: *Ambient-Industrial-Projekt, Anti-Corona-Maßnahmen-Demo, Anti-Shutdown-Demi, App-Pflicht, App-Store-Ökosystem*. Як відомо, написання через дефіс служить для підсилення зрозумілості складного слова. В англійській мові для написання слів такого типу існують інші правила: там вони здебільшого пишуться окремо. Дослідниця С. Бурмасова вважає, що у цьому випадку написання через дефіс є радше перехідним етапом від написання окремо до написання разом на шляху до інтеграції в німецьку мовну систему [1, с. 100].

Також ми зафіксували, що деякі англіцизми пишуться в лапках. Написання слів в лапках може свідчити про початковий етап інтеграції запозичень у систему німецької мови. Наприклад: *«Desktop-Messi», «Smart-Daten-Hof», «Streaming-Kino», «Twinfluencer»*.

Вважаємо, що причиною появи значної кількості саме композитних утворень є те, що вони беруться із соціальних мереж, де люди часто можуть власноруч створити нове слово із суміші німецької та англійської мов, не дотримуючись при цьому граматичних правил. Якщо публіці сподобаються такі штучно утворені вислови, то вони можуть розлетітись по Інтернету, а після чого й потрапити у живе спілкування сучасності.

ВИСНОВКИ

У роботі досліджено одну із актуальних проблем німецької лінгвістики – специфіку появи англіцизмів у сучасній мові та особливості їх функціонування.

За останній рік у німецькій мові з'явилося багато нових понять у політиці, техніці, економіці та інших сферах суспільного життя. Для їхнього позначення виникають нові слова, серед яких значну частку на сучасному етапі розвитку мови становлять англіцизми.

Велика кількість слів запозичених слів, які вперше з'явилися в інтернет-виданнях у 2020 році, ще не увійшли у загальний вжиток і не мають фіксації у лексикографічних джерелах сучасної німецької мови. Більшість новітніх англіцизмів ще перебувають на початковому етапі пристосування до німецької мови, про що свідчить їхнє використання без артикля або написання в лапках. Також ми зауважили, що багато слів є для нас не зрозумілими в плані перекладу на українську мову. Їхнє значення можливо пояснити лише в контексті вживання. Як виявилось, більшість проаналізованих нами слів штучно створені з двох, трьох та більше слів, які здебільшого пишуться через дефіс (*Box-in-der-Box-Trick, Break-out-Room, Cancel-Culture-Gespenst, Cancel-Geist, Care-Work-Bereich, Fake-Stau, Co-Watching, Sharing-Point*).

Англіцизми знаходяться у тісному зв'язку практично зі всіма сферами суспільного життя. XXI століття характеризується розширенням старих та появою нових областей номінації. Найбільшу групу інновацій у 2020 році становить лексика, яка стосується таких сфер суспільного життя як сучасні технології та Інтернет, здоров'я. В останній час громадськість занепокоєна проблемами поширення інфекції коронавірусу, екології, клімату та його змін, охорони довкілля. Більшість проаналізованих англіцизмів прямо чи опосередковано можна віднести до тематичної групи слів, пов'язаних з пристосуванням суспільства до життя в умовах пандемії.

При запозиченні відбувається адаптація слів до морфологічної системи мови. Слово отримує категорії мови, в яку воно інтегрується. Для того щоб запозичений іменник був приєднаним до певної родової групи, іде пошук найближчого лексико-семантичного відповідника у німецькій мові.

Словоскладання є одним із найпопулярніших видів словотвору у німецькій мові. Більшість проаналізованих англіцизмів є композитними утвореннями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Burmasova S. Empirische Untersuchung der Anglizismen im Deutschen am Material der Zeitung Die WELT (Jahrgänge 1994 und 2004). Bamberg: University of Bamberg Press, 2010. S. 291.
2. Carstensen B. Englische Einflüsse auf die deutsche Sprache nach 1945. Heidelberg: Carl Winter Universitätsverlag, 1965. 402 S.
3. Die Wortwarte. URL: https://wortwarte.de/ (Standpunkt: 12.12.2020)
4. Duden. Deutsches Universalwörterbuch. Mannheim, 2001. 1892 S.
5. Eisenberg P. Das Fremdwort im Deutschen. 3. Aufl. Berlin/New York, 2018. 465 S.
6. Eisenberg P. German as an Endangered Language? A. Gardt, B. Hüppauf (eds.). Globalization and the future of German. Berlin: Mouton de Gruyter, 2004. S. 121-137.
7. Fink H. Amerikanismen im Wortschatz der deutschen Tagespresse dargestellt am Beispiel dreier überregionaler Zeitungen (Süddeutsche Zeitung, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Die Welt). München: Hueber Verlag, 1968. 534 S.
8. Glück H. Wieviel Englisch verträgt das Deutsche. Munske, Horst Haider. Deutsch im Kontakt mit germanischen Sprachen. Tübingen, 2004. S. 141-153.
9. Kirkness A. Zur Lexikologie und Lexikographie des Fremdwortes. Probleme der Lexikologie und Lexikographie: Jahrbuch 1975 des Instituts für deutsche Sprache. Düsseldorf: Schwann, 1976. S. 226-241.
10. Krome S. Skypen, faken, toppen und liken: Anglizismen im Deutschen als Indikatoren gesellschaftlichen und orthografischen Wandels. Muttersprache Jg. 128. 2018. Nr. 2. S. 105-122.
11. Kupper S. Anglizismen in deutschen und französischen Werbeanzeigen: zum Umgang von Deutschen und Franzosen mit Anglizismen. Marburg: Tectum - Der Wissenschaftsverlag, 2003. 273 S.
12. Lilienkamp M. Angloamerikanismus und Popkultur: Untersuchungen zur Sprache in französischen, deutschen und spanischen Musikmagazinen. Frankfurt am Main, 2001. 600 S.
13. Schütte D. Das schöne Fremde: anglo-amerikanische Einflüsse auf die Sprache der deutschen Zeitschriftenwerbung. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1996. 383 S.
14. Yang W. Anglizismen im Deutschen. Am Beispiel des Nachrichtenmagazins DER SPIEGEL. Reihe Germanistische Linguistik. Herausgegeben von H. Henne, H. Sitta u. H. E. Wiegand. Berlin: De Gruyter, 1990.
15. Zifonun G. Anglizismen in der Coronakrise. Sprachreport 1/2021. Mannheim: Leibniz-Institut für Deutsche Sprache, 2021. S. 6-9.
16. Zifonun G. Zwischenruf zu «Neue Normalität». Sprachreport 2/2020. Mannheim: Leibniz-Institut für Deutsche Sprache, 2020. S. 42-43.

ДОДАТКИ

Список проаналізованих новітніх англіцизмів

1. Abhäng-Location, die
2. Absinth-Hotspot, der
3. Actionschaustück, das
4. Alkohol-to-go-Verkaufsverbot, das
5. Ambient-Industrial-Projekt, das
6. Anti-Corona-Maßnahmen-Demo, die
7. Anti-Shutdown-Demi, die
8. App-Pflicht, die
9. App-Store-Ökosystem, das
10. Artflipper, der
11. Artflipping, das
12. Assistenztool, das
13. Audionstreamingportal, das
14. Awareness-Arbeit, die
15. Aquascaping, das
16. Beautyfilter, der
17. Befreiungsparty, die
18. Best-Case-Beschäftigung, die
19. Best-Price-Funktion, die
20. Big-City-Chaos, das
21. Big-Data-Engine, die
22. Bitcoin-Mixer, der
23. Book-and-Claim-System, das
24. Bookishness, die
25. Box-in-der-Box-Trick, der
26. Break-out-Room, das
27. Buchungsapp, die
28. Bücher-Drive-in, der
29. Businessbluse, die
30. Cancel-Culture-Gespenst, das
31. Cancel-Geist, der
32. Cancel-Kultur, der
33. Cancel-Wut, die
34. Care-Work-Bereich, der
35. Challenge-Recht, das
36. Citycarver, der
37. Citytransformer, der
38. Climbingbike, das
39. Closed-Loop-Recycling, das

40. Coding-Sprache, die
41. Contact-Tracing-App, die
42. Copyrightsystem, das
43. Coronaparty, die
44. Coronavirus-Lockdown
45. Coronavirus-Rückholaktion, die
46. Coronavirus-Testkit, das
47. Covidiot, der
48. Co-Watching, das
49. Coworking-Fläche, die
50. Coworkingkette, die
51. Co-Working-Projekt, das
52. Crowdstricken, das
53. Curbside-Drop-off, der
54. Curbside-Pick-up, der
55. Curvy-Map-Design, das
56. Cutter-Bagger, der
57. Datenspende-App, die
58. Deep-State-Agent, der
59. Demonstrationsinitiator, der
60. Desktop-Messi, der
61. Digitaleuphorie, die
62. Digitalsemester, das
63. Digitalwaffe, die
64. Doomscrolling, das
65. Dragkultur, die
66. Diversitytrainerin, die
67. Drive-in-Disco, die
68. Drive-in-Rave
69. Drive-in-Segen, der
70. Drive-Through-Testcenter, das
71. Einwilligungs-Management, der
72. Expressbeerdigung, die
73. Face-ID-Anpassung, die
74. Fake-Stau, der
75. Fake-News-Ökosystem, das
76. Fast-Fashion-Industrie, die
77. Fission-Fusion-System, das
78. Fitnessapp, die
79. Foodwaste, das
80. Future-Mobility-Concept-Auto, das
81. Future-School-System, das

82. Gamingmouse, die
83. Gastro-Lockdown, der
84. Geister-Training, das
85. Gender-Reveal-Party, die
86. Gender-Scham, die
87. Globbing, das
88. Heavy-Duty-Hose, die
89. Hotspotregion, die
90. Home-Clubbing, das
91. Homeoffice-Garderobe, die
92. Home-Office-Pauschale, die
93. Homeoffice-Modus, der
94. Homeoffice-Steuerpauschale, die
95. Homeofficisierung, die
96. Hub-and-Spoke-Konzept, das
97. Industriallok, das
98. Influencer-Agentur, die
99. Infodemie, die
100. Instagramfeed, der
101. Instamom, die
102. Isolationseinrichtung, die
103. Konferenzapp, die
104. Kontoführungsscore, der
105. Kryptoqueen, die
106. Kulturstreaming, das
107. Life-Design-Coach, der
108. Line-Dancerin, die
109. Lipsync-Video, das
110. Life-Tracing, das
111. Lockdowneritis, die
112. lockdowngeplant
113. Low-Tech-Waffe, die
114. Mami-Content, der
115. Marathonmodell, das
116. Maskenfarce, die
117. Maskenupdate, das
118. Meal-Prepping, das
119. Mobility-Pricing, das
120. Modelboy, der
121. Multisignatur-Bitcoin-Wallet, die
122. Offlinekommunikation, die
123. Onlinegewalt, die

124. Onlinelearning, das
125. Online-Hackaton, der
126. Online-only-Dasein, das
127. Open-für-Alle-Konzert, das
128. Open-House-Modell, das
129. Pandemie-App, die
130. Partystruktur, die
131. Patchwork-Pandemie, die
132. Pick-me-up-Drink, der
133. Plogging, das
134. Podcast-Hosting, das
135. Pop-up-Autokino, das
136. Pop-up-Camp, das
137. Pop-up-Stadt, die
138. Post-Stroke-Depression
139. Privacy-Bildschirm, der
140. Promocode, der
141. Public-Shaming-Orgie, die
142. Real-Life-Wohltäter, der
143. Replay-Angriff, der
144. Rolling-Review-Prozess, das
145. Schlickmanagement, das
146. Schnell-Shopper, der
147. Seafoodbar, die
148. Self-Care-Bewegung, die
149. Selfie-Kid, das
150. Selfitis, die
151. Sharing-Point, der
152. shoppingversessen
153. Sketch-Comedy-Act, der
154. Smoothiebar, die
155. Space-Age-Party, die
156. Space-X-Flug, der
157. Speed-Debating, das
158. Split-Diopter, der
159. Stand-by-Opportunismus, der
160. StayAtHome-Video, das
161. Stay-Home-Gebot, das
162. Stow-Away, das
163. Streaming-Ereignis, das
164. Streaming-Kino, das
165. Streamingprovider, der

166. Streamingunterricht, der
167. Suit-Credibility, die
168. Superoffice
169. Superspreaderday, der
170. Superspreader-Location, die
171. Sweatshirts, die
172. Take-away-Umsatz, der
173. Teillockdown, das
174. Temperaturscreening, das
175. Textposting, das
176. Tracing-App, die
177. Tracing-Framework, das
178. Tracing-System, das
179. Trainingsklo, das
180. Twinfluencer, der
181. U-Bahn-Rave, der
182. Unterschichtenstreaming, das
183. Veggie-Cooking, das
184. Veggie-Hack
185. Versager-Boyfriend, der
186. Videomeetingtool, das
187. Videotransfer, der
188. Virenlevel, das
189. Webmeeting-Portal, das
190. Weintasting, das
191. Wortinformationssystem, das
192. Wumms-Shopping
193. Youtube-Show, die
194. Zahlenboard, das
195. Zero-Fade-Schnitt, der
196. Zombieflughäfen
197. Zombiekind, das
198. Zombiezeitung, die
199. Zoombombing, das
200. Zoom-Party, die
201. Zusatzcasting, das
202. Zustimmungbutton, der
203. Zwillings-Influencer, der

ВІДДІЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

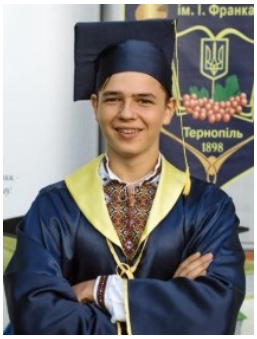
СЕКЦІЯ «ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ, БАЗИ ДАНИХ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ІЗ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЗАСОБАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Роботу виконав:
Проць Петро Олегович
учень 11 (7)–Б класу
Тернопільської Української
гімназії імені Івана Франка

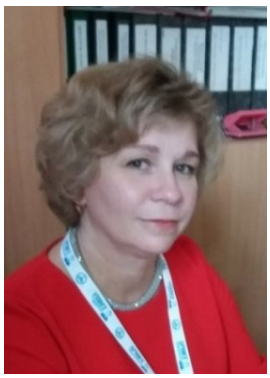
Науковий керівник:
Карабін Оксана Йосифівна
к. пед. наук, доцент кафедри інформатики
та методики її навчання ТНПУ
імені Володимира Гнатюка

Розробка вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання



Проць Петро Олегович; Тернопільська *Українська гімназія ім. І. Франка; 11 клас*

Науковий керівник*: Карабін Оксана Йосифівна, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри інформатики та методики її навчання ТНПУ імені Володимира Гнатюка.*



Сьогодні важливим аспектом безпеки дорожнього руху є автоматизація та розроблення інформаційних систем, що допомагають автоматизувати розпізнавання об'єктів дорожнього руху та їх класифікацію. Вирішення завдань класифікації об'єктів дорожнього руху, виявлення дорожніх знаків, дорожньої розмітки, розпізнавання сигналів світлофора, вимір відстані до перешкод спереду і позаду автомобіля та розробка систем керування дорожнім трафіком «розумного» міста роблять міське життя безпечнішим та зручнішим за рахунок глибокого навчання, одного із основних напрямків машинного навчання, яке задіюють для вирішення завдань розпізнавання об'єктів дорожнього руху, оскільки своєчасне слідкування та виявлення об'єктів сприятиме зменшенню кількості дорожньо-транспортних пригод, що зумовлює актуальність проблеми і теми дослідження.

У роботі теоретично обґрунтовано і визначено особливості будови нейронних мереж як часткової реалізації роботи нейронів мозку, розкрито аспекти запису структури нейронних мереж, з'ясовано взаємне розміщення нейронів у нейронній мережі, встановлено та описано основні методи семантичної сегментації зображень та відео.

З'ясовано, що нейронна мережа багато в чому схожа на біологічний мозок, складається із нейронів, що приймають на вхід суму всіх сигналів, помножених на відповідні вагові коефіцієнти і видає на виході результат роботи однієї з активаційних функцій.

Визначено, що є вісім основних методів семантичної сегментації, що беруть за основу згорткову модель нейронних мереж.

Розроблено на основі результатів дослідження вебзастосунок із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання, здійснено донавчання моделі DeepLab V3+ для міста Тернопіль.

Ключові слова: *нейронна мережа, вебзастосунок, алгоритми нейронного навчання, згорткова мережа, машинне навчання, семантична сегментація.*

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи нейронних мереж та їх характеристика
1.1. Теоретичні основи та особливості будови нейронних мереж
1.2. Визначення найпоширеніших алгоритмів
обчислення та навчання нейронних мереж
1.3. Характеристика основних методів семантичної сегментації
РОЗДІЛ 2. Розробка вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання
2.1. Ознайомлення інструментарію для розробки вебзастосунку
із розпізнавання об'єктів дорожнього руху
2.2. Загальний алгоритм розробки інтерфейсу вебзастосунку
із розпізнавання об'єктів дорожнього руху
2.3. Опис технології розробки вебзастосунку із розпізнавання
об'єктів дорожнього руху
2.4. Реалізація семантичної сегментації і виведення її результату
2.5. Реалізація процесу донавчання моделі DeepLab
V3+ для міста Тернопіль
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

ВСТУП

У час цифрових технологій, комп'ютеризації розроблені інформаційні системи допомагають автоматизувати ряд технічних процесів у промисловості, в побуті та в транспорті тощо. Сьогодні важливим аспектом безпеки дорожнього руху та контролю, ідентифікація автомобілів, класифікація об'єктів дорожнього руху. Вирішенню таких важливих завдань без керування та розв'язання їх професійними фахівцями (доприкладу, проведення діагностики захворювань – лікарем, розпізнавання голосу – арторами, розпізнавання об'єктів на графічних зображеннях – ІТ фахівцями тощо). сприяє машинне навчання. Із кожним роком, при інтенсивних зростаючих темпах автомобілізації, кількість автомобілів на дорогах збільшується швидше ніж загальна їх протяжність. Аналіз руху транспортних потоків, зростаюче навантаження на водія під час керування автомобілем стає все важче в постійно зростаючому потоці машин. Для допомоги водієві автомобілів, для надання інформаційної підказки, зняття наростаючого інформаційного навантаження, розробляються спеціальні інформаційні системи, які умовно поділяють на дві категорії: пристрої для полегшення керування автомобілем (ABS (система активної безпеки) і круїз-контроль); пристрої для контролю ситуації навколо (навігатори та відео реєстратори).

Система розпізнавання об'єктів дорожнього руху відноситься до другої категорії пристроїв, вона і є рішенням відразу декількох завдань. Це класифікація об'єктів дорожнього руху, виявлення дорожніх знаків й дорожньої розмітки, розпізнавання сигналів світлофора, вимір відстані до перешкод спереду і позаду автомобіля, розробка систем керування дорожнім трафіком «розумного» міста. Вирішення таких завдань роблять міське життя безпечнішим та зручнішим за рахунок глибокого навчання, одного із основних напрямків машинного навчання, яке задіюють для вирішення завдань розпізнавання об'єктів дорожнього руху, оскільки своєчасне слідкування та виявлення об'єктів сприятиме зменшенню кількості дорожньо-транспортних пригод. Отже, актуальність проблеми, її недостатня наукова розробленість, зумовили вибір теми дослідження **«Розробка вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання».**

Мета дослідження полягає у визначенні, теоретичному обґрунтуванні особливостей будови нейронних мереж і розробці вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання.

Відповідно до мети визначено такі **завдання** дослідження:

1. Теоретично обґрунтувати та визначити особливості будови нейронних мереж.

2. Охарактеризувати методи семантичної сегментації для розробки вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху

3. Розробити вебзастосунок із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання, здійснити донавчання моделі DeepLab V3+ для міста Тернопіль.

Об'єкт дослідження – алгоритми машинного навчання для розпізнавання об'єктів дорожнього руху

Предмет дослідження – технологія розпізнавання об'єктів дорожнього руху.

Для досягнення мети й реалізації поставлених завдань було використано комплекс взаємопов'язаних **методів дослідження**: *теоретичні* – аналіз, синтез, систематизація, порівняння, індукція, дедукція, узагальнення навчально-методичної й технічної літератури – для визначення сучасного стану досліджуваної проблеми; *емпіричні* – діагностичні (спостереження, інтерв'ювання), прогностичні (узагальнення, експертні оцінки) – з метою констатації стану й діагностики проблеми дослідження.

Наукова новизна полягає у виявленні основних етапів навчання даної моделі, виокремленні загального алгоритму розробки інтерфейсу вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху, опису технології розробки даного вебзастосунку та реалізація семантичної сегментації і виведення її результату, розробці вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання, в донавчанні моделі DeepLab V3+ для міста Тернопіль.

Практичне значення результатів дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні та визначені принципів роботи нейронних мереж та алгоритмів розпізнавання образів, розробці вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання, реалізації та покроковому опису процесу донавчання моделі DeepLab V3+ для міста Тернопіль.

Окремі положення можуть бути використані для підготовки студентів у закладах вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

Матеріали дослідження були використані викладачами в освітньому процесі кафедри інформатики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка під час проведення лабораторних занять, комп'ютерної практики; у системі дистанційної освіти під час підготовки майбутніх бакалаврів спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

РОЗДІЛ І
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА ЇХ ХАРАКТЕРИСТИКА

1.1. Теоретичні основи та особливості будови нейронних мереж

Будова біологічних нейронів. Нейрон, як і всі інші клітини, складається з ядра та цитоплазми. Тіло клітини (сома) від навколишнього середовища відокремлене тонкою мембраною, що складається з ліпідів (жироподібних речовин) та характеризується низькою провідністю. Нейрони характеризуються, також, наявністю у них спеціальних відростків. По одних відростках нейрони одержують інформацію, а по других передають сигнали іншим нейронам. По деревовидних відростках (дендритах) нейрон отримує інформацію через спеціальні контакти (синапси). Передача інформації від одного нейрона до іншого відбувається шляхом розповсюдження нервового імпульсу вздовж нервового волокна – аксона (рис. 1.1) [1, с. 18–22].

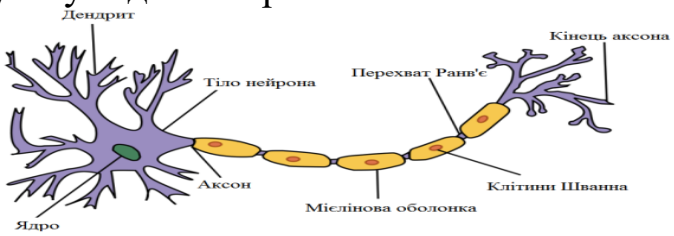


Рис. 1.1. Будова нейрона головного мозку

Будова штучних нейронів. Будову штучного нейрону взято з біологічного прототипу. У нього є свої аналоги синапсів, своє ядро, аксон. Різниця полягає в тому, що на противагу біологічному «аналогу», штучний нейрон працює за рахунок математичних обчислень, а не за допомогою хімічних реакцій. Основу вивчення нейронних мереж вважають наукові праці Уоррена С. Мак-Каллока та Вальтера Піттса [1, с. 22].

На рисунку 1.2 наведено формальний нейрон – одиницю обробки інформації в нейронні мережі. Складовими елементами нейрону є: x_1, x_2, …, x_n – вхідні сигнали мережі, кожний з яких характеризується своєю вагою w_1, w_2, …, w_n відповідно; суматор $v = \Sigma(xi, wi)$ підсумовує вхідні сигнали, зважені відносно відповідних синапсів нейрону. Функція активації $f(v)$ описує правило переходу нейрона, що перебуває в момент часу k у стані $z(k)$, в новий стан $z(k+1)$ при надходженні нових сигналів x [1].

Рис. 1.2. Будова формального нейрону

Зазначають такі основні функції активації:

1. **Порогова функція** розглядається в наукових працях Уоррена С. Мак-Каллока та Вальтера Піттса [6]. Принцип її роботи полягає у закономірностях: при всіх значеннях, що перевищують задане порогове значення, функція повертає значення 1, інакше – 0 (рис. 1.3).

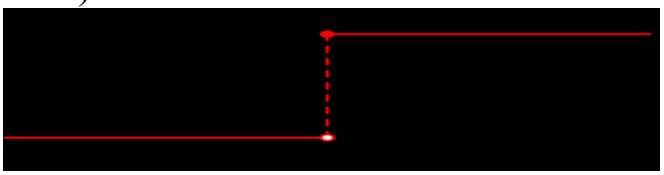


Рис. 1.3. Порогова функція

2. **Сигмоїдальна логічна функція** є найпоширенішою серед всіх функцій активації та задається трьома параметрами: $y = \frac{b}{c+e^{dv}}$. При одиничних значеннях параметрів b = 1, c = 1, d = –1 отримаємо: $y = \frac{1}{1+e\text{^}(-v)}$. Амплітуда вихідного сигналу нейрона з даною активаційною функцією залежить від амплітуди вхідних сигналів (рис. 1.4).

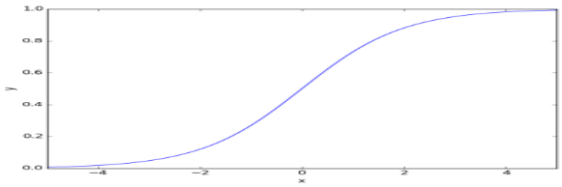


Рис. 1.4. Сигмоїдальна логічна функція

Однієї з властивостей аналогової сигмоїдальної активаційної функції є диференційованість на всій осі абсцис та простий вираз для похідної: $y' = y(1-y)$ для $y = \frac{1}{1+e\text{^}(-v)}$.

3. **Гіперболічний тангенс** – дана функція є дуже подібною на попередню. Відрізняється тим, що приймає значення від – 1 до 1, тоді як сигмоїдальна функція від 0 до 1, а також є симетричною відносно початку координат, що дозволяє використовувати її для від'ємних чисел. Задається: $y = k * th(mv)$. При k = 1, m = 1 отримаємо $y = th(v)$ – найбільш вживаний запис даної функції (рис. 1.5).

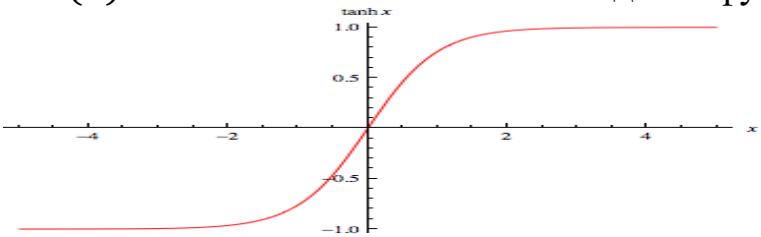


Рис. 1.5. Гіперболічний тангенс

4. **Дискретна дзвоновидна функція**. Подібно до сигмоїдальної функції, дискретним аналогом яких є порогова функція, існує дзвоновидна активаційна функція, яка приймає значення функції 1

лише в невеликому проміжку (рис. 1.6). Задається умовою: $y = \begin{cases} 1 \text{ при } v > k, v \le m \\ 0 \text{ при } v \le k, v > m \end{cases}$.

Аналогові дзвоновидні функції розрізняють, як функції першого, та другого порядку. Відрізняються крутизною, що дає змогу в подальшому точніше відкоригувати роботу мережі.

Рис. 1.6. Дискретна дзвоновидна активаційна функція

5. **Дзвоновидна функція першого порядку** визначається рівнянням $y = \frac{1}{ke^{mv} + ne^{pv} + r}$. Підставивши $k = 1$, $m = 1$, $n = 1$, $p = -1$, $r = -1$, отримаємо $y = \frac{1}{e^{v} + e^{-v} - 1}$ – стандартний варіант дзвоновидної функції, графік представлений на рисунку 1.7.

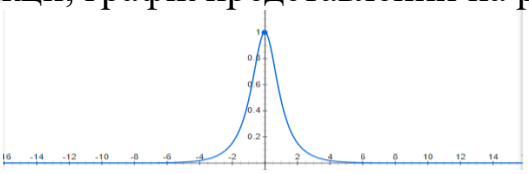
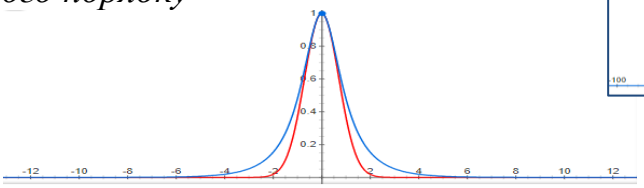


Рис. 1.7. Дзвоновидна функція першого порядку

6. Дзвоновидна функція другого порядку задається рівнянням $y = e^{-v^2}$ (рис. 1.8) [3].

Рис. 1.8. Дзвоновидна функція другого порядку



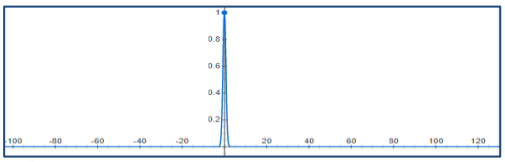


Рис. 1.9. Різниця між дзвоновидними функціями першого і другого порядків (– функція першого порядку, – функція другого порядку)

Серед вхідних сигналів можливе розміщення «ваги» зміщення [7]. Задіюється у випадках, коли необхідно, щоб вихід був правильним лише при $x > n$ (рис. 1.10).

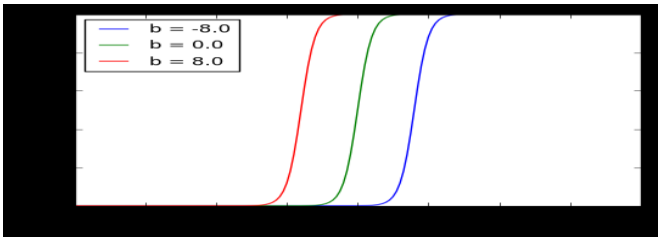


Рис. 1.10. Зміщення функцій при різних «вагах» зміщення (b)

Технічні параметри нейронних мереж. Розглянемо спеціальну нотацію, що використовується у наукових працях Стенфордського університету [10]. Для більшої зрозумілості необхідно пояснити значення тих чи

інше позначень. Вага відповідного зв'язка позначатиметься як $w_{ij}^{(l)}$, де i – номер вузла в шарі l+1, а j – номер вузла в шарі l (рис. 1.11).

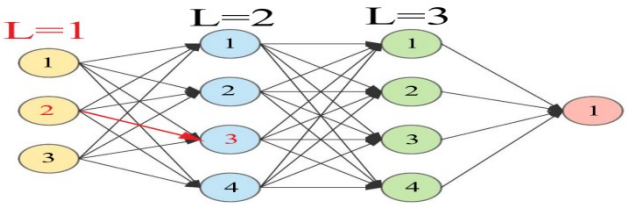


Рис. 1.11. Графічне представлення ваги $w_{32}^{(1)}$ *(червоний колір)*

На перший погляд, дане представлення ваг не є логічним (на рисунку 1.11 вага записується як $w_{32}^{(1)}$ замість логічного запису $w_{23}^{(1)}$), проте ясність даного підходу настає якщо взяти до уваги «ваги» зміщення. Так як це додаткові вузли до деяких шарів, то у них немає зв'язку з вузлами, розташованими на попередньому шарі. Відтак, їх позначають як $b_i^{(l)}$, де i – номер вузла у шарі l + 1, так само як і в $w_{ij}^{(l)}$. Значення $w_{ij}^{(l)}$ та $b_i^{(l)}$ змінюватимуться по ходу навчання мережі. Вони відіграють найбільшу роль у навчанні нейронної мережі. Виходи вузлів позначаються як $h_j^{(l)}$, де j – номер вузла у шарі l [7].

Характеристика моделей нейронних мереж. Із розгляду архітектури нейронна мережа може розглядатися як орієнтований граф зі зваженими зв'язками, в якому штучні нейрони є вершинами. За будовою більшість нейронних мереж є глибинними, тобто тими, що мають один і більше прихованих шарів (рис. 1.11).

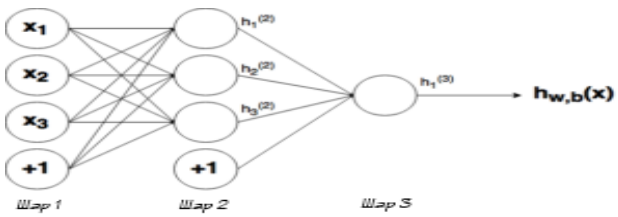


Рис. 1.11. Приклад структури мережі з прихованим шаром (шар 2)

За архітектурою зв'язків нейронні мережі можуть бути згруповані в два класи (рис. 1.12): *мережі прямого поширення* (рис. 1.12 (а)), в яких графи не мають петель; *рекурентні мережі* (рис. 1.12 (б)); або мережі зі зворотними зв'язками [4].

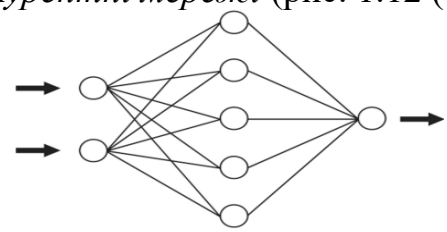


Рис. 1.12 (а) Мережі прямого поширення

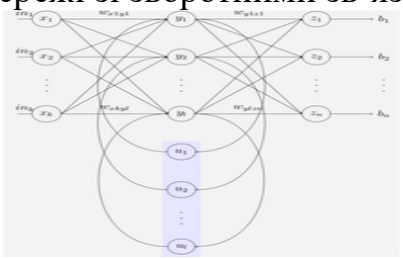


Рис. 1.12 (б) Рекурентні мережі

1.2. Визначення найпоширеніших алгоритмів обчислення та навчання нейронних мереж

Алгоритми обчислення прямого поширення. Є такі основних методи прорахунку виходу нейронної мережі: 1. Циклічно

прорахувавши виходи для кожного нейрону для кожного з шарів. 2. Прорахувати виходи шарів матричними операціями.

1. **Обчислення циклічним проходом**. Найпростіше обчислити вихід нейронної мережі лінійним методом. Для прикладу візьмемо наступну мережу (рис. 1. 13).

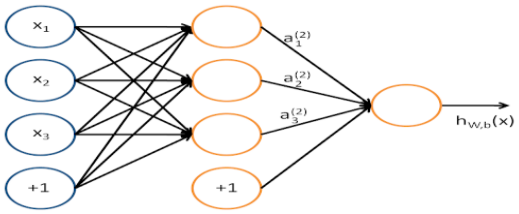


Рис. 1.13. Приклад нейронної мережі

У даній мережі є один прихований шар, три входи та три нейрони. Також є «ваги» зміщення. Для неї система розрахунку її виходу представлена нижче:

$$h_1^{(2)} = f(w_{11}^{(1)}x_1 + w_{12}^{(1)}x_2 + w_{13}^{(1)}x_3 + b_1^{(1)}),$$
$$h_2^{(2)} = f(w_{21}^{(1)}x_1 + w_{22}^{(1)}x_2 + w_{23}^{(1)}x_3 + b_2^{(1)}),$$
$$h_3^{(2)} = f(w_{31}^{(1)}x_1 + w_{32}^{(1)}x_2 + w_{33}^{(1)}x_3 + b_3^{(1)}),$$
$$h_{w,b}(x) = h_1^{(3)} = f(w_{11}^{(2)}h_1^{(2)} + w_{12}^{(2)}h_2^{(2)} + w_{13}^{(2)}h_3^{(2)} + b_1^{(2)}), \qquad (1.1)$$

де *f(•)* – активаційна функція вузла. Операції представлені в формулі 1.1 обчислюють суми рядків, перемножених на відповідні ваги, додавши «вагу» зміщення. Операція 1.4 обчислює суму виходу нейронної мережі.

2. **Обчислення матричними операціями.** У формулі 1.1 можна значно скоротити, зробивши обчислення ефективнішими. Створимо змінну $z_i^{(l)}$, яка є сумою вхідних даних або виходів попереднього шару:

$$z_i^{(l)} = w_{i1}^{(l-1)} + w_{i2}^{(l-1)} + \cdots + w_{in}^{(l-1)} = \sum_{j=1}^{n} w_{ij}^{(l-1)} x_j + b_j^{(l-1)} \qquad (1.2)$$

де n – кількість вузлів шару l – 1, спростимо даний запис:

$$z^{(2)} = W^{(1)}x + b^{(1)}, h^{(2)} = f(z^{(2)}), z^{(3)} = W^{(2)}h^{(2)} + b^{(2)},$$
$$h_{W,b}(x) = h^{(3)} = f(z^{(3)}), \qquad (1.3)$$

де W – це матричний вид ваг. Усі елементи у формулі 1.3 є векторами. Проте цей запис можна ще спростити:

$$z^{(l+1)} = W^{(l)}h^{(l)} + b^{(l)}, h^{(l+1)} = f\left(z^{(l+1)}\right) \qquad (1.4)$$

Формула 1.4 представляє собою стандартний спосіб обчислення прямого поширення, де вихід шару l є входом шару $l + 1$. У формулі 1.4 $h^{(l)}$ – це вхідний шар x, а $h^{(n_l)}$ – вихідний шар $h_{W,b}(x)$. Індекси i та j не використовуються, так як перемноження матриць дасть аналогічний циклічному обчисленню результат. Переваги даного методу: код його імплементації є більш доступним; застосовується лінійна алгебра, обчислення якої є більш оптимізованими на відміну від циклів [7].

1.3. Характеристика основних методів семантичної сегментації

Для досягнення мети дослідження буде використано метод семантичної сегментації. Даний метод базується на віднесенні всіх пікселів зображення до окремих груп об'єктів. Зазначимо основні методи семантичної сегментації: слабке та напівконтрольоване навчання глибокої згорткової мережі для семантичної сегментації зображень; повністю згорткові мережі для семантичної сегментації; U-Net: згорткові мережі для біомедичної сегментації зображень; «сто шарів Тірамісу»: повністю згорткові щільні мережі для семантичної сегментації; DeepLab: семантична сегментація зображень за допомогою глибоких згорткових мереж, звірної згорткової мережі та повністю підключених CRF; переосмислення звірної згорткової мережі для семантичної сегментації зображень; кодер-декодер з відокремленою звірною згорткою для семантичної сегментації зображень (ECCV, 2018); покращення семантичної сегментації за допомогою поширення відео та розслаблення ярликів [5]. Вище зазначені методи базуються на згортковій мережі. Внаслідок, що згорткові моделі взяли за основу схему з'єднання нейронів зорової кори тварин, що як ніщо інше підходить для розпізнавання образів [2].

Опишемо переваги і недоліки кожного з методів.

Слабке та напівконтрольоване навчання глибокої згорткової мережі *(ICCV, 2015).* Метою методу слабкого та напівконтрольованого навчання глибокої згорткової мережі є вирішення проблеми роботи зі слабо маркованими даними так само, як і для роботи з добре маркованими та маркованими не належним чином даними в глибинних згорткових мережах (CNN). За показником сегментації VOC PASCAL [8] дана модель в середньому набирає бал перетину над об'єднанням (IOU) більше 70 %, проте мінусом її є те, що остання вимагає зображень коментованих на рівні пікселів. Основні внески даної моделі: впровадження алгоритмів очікування-максимізації для обмежувальної рамки або навчання на рівні зображення, які можна застосовувати як до слабо контрольованих, так і до напів контрольованих налаштувань; доводить, що поєднання слабких та сильних анотацій покращує продуктивність. Джордж Папандреу, Лян-Чи Чен, Кевін Мерфі та Алан Л. Юйль досягають 73,9 % ефективності IOU на PASCAL VOC 2012 [8] після об'єднання анотацій з наборів даних MS-COCO; доводить, що їх підхід досягає більш високої продуктивності шляхом об'єднання невеликої кількості анотованих зображень на рівні пікселів та великої кількості анотованих зображень з обмежувальним полем або на рівні зображення.

Повністю згорткові мережі для семантичної сегментації *(PAMI, 2016).* Середнє значення показника точності для даної моделі досягає 67,2 %

у PASCAL VOC 2012 [8]. Повністю згорткові мережі роблять зображення будь-якого розміру і генерують вивід відповідних просторових розмірів. У даній моделі класифікатори ILSVRC додаються до повністю згорткових мереж і доповнюються для щільного прогнозування за допомогою піксельних втрат та вибірки в мережі. Надалі тренінг для сегментації проводиться шляхом тонкої настройки. Точне налаштування здійснюється шляхом зворотного розповсюдження по всій мережі (рис. 1.14).

Рис. 1.14. Принцип роботи повністю згорткової мережі

U-Net. згорткові мережі для біомедичної сегментації зображень *(MICCAI, 2015).* При біомедичній обробці зображень дуже важливо отримати позначку класу для кожної клітини зображення. Найбільша проблема в біомедичних завданнях полягає в тому, що тисячі зображень для тренувань є непросто доступними. Джонатан Лонг, Еван Шелхамер і Тревор Даррелл спираються на повністю згортковий шар, що модифікує його для роботи над кількома навчальними зображеннями та дає більш точну сегментацію (рис. 1.15).

Рис. 1.15. Схема роботи мережі U-Net

Оскільки навчальних даних доступно дуже мало, ця модель використовує збільшення даних шляхом застосування пружних деформацій на наявних даних. Як відображено на рисунку 1.15, мережева архітектура складається з шляху укладання зліва та експансивного шляху праворуч. Шлях укладання складається з двох згорток 3x3. Кожна із згорток супроводжується випрямленою лінійною одиницею та операцією об'єднання максимумів 2x2 для зменшення дискретизації. Кожен етап зменшення вибірки подвоює кількість функціональних каналів. Широкі кроки шляху включають підвищення вибірки функціональних каналів. Відтак, відбувається згортання 2x2, яке зменшує вдвічі кількість функціональних каналів. Остаточний шар – це згортка 1x1, яка використовується для зіставлення векторів ознак компонента з необхідною кількістю класів (рис. 1.16).

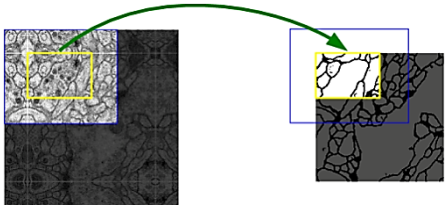


Рис. 1.16. Візуальне згортання мережі U-net

У даній моделі навчання проводиться за допомогою вхідних зображень, їх сегментаційних карт та реалізації Caffe стохастичного градієнтного спуску. Збільшення

даних використовується для навчання мережі необхідній стійкості та незмінності, коли використовується дуже мало навчальних даних. Зазначена модель досягла середнього показника перетину над об'єднанням (IOU) [8] 92 % в одному з експериментів.

»Сто шарів Тірамісу»: повністю згорткові щільні мережі для семантичної сегментації (2017*).* Ідею, що передається мережею DenseNets полягає в тому, що приєднання кожного шару до кожного шару прямою передачею робить мережу простішою в навчанні та більш точною. Архітектура моделі побудована у щільних блоках шляхів зменшення та збільшення вибірки. Шлях зменшення вибірки має два переходи вниз (TD), тоді як шлях вибірки має два переходи вгору (TU). Коло та стрілки представляють схеми зв'язку всередині мережі (рис. 1.17).

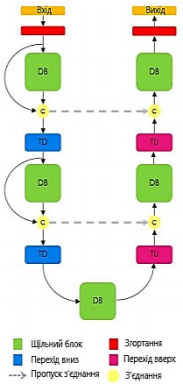


Рис. 1.17. Схема роботи «Сто шарів тірамісу»

Основними внесками даної мережі є: розширює архітектуру DenseNet на повністю згорнуті мережі для використання в семантичній сегментації; пропонує шляхи підвищення вибірки із щільних мереж, які працюють краще, ніж інші шляхи підвищення вибірки; доводить, що мережа може давати найсучасніші результати за стандартними тестами. Зазначена модель досягає загальної точності 88 % для набору даних CamVid.

DeepLab: Семантична сегментація зображень за допомогою глибоких згорткових мереж, атросної згортки та повністю підключених CRF (TPAMI, 2017). Внесок моделі DeepLab у завданні семантичної сегментації з глибинним навчанням, а саме: витки із пробними фільтрами для завдань щільного прогнозування; об'єднання просторових пірамід (ASPP) для сегментування об'єктів у декількох масштабах; покращення локалізації меж об'єктів за допомогою DCNN. Запропонована в роботі система DeepLab досягає 79,7 % mIOU для завдання семантичного зображення PASCAL VOC-2012 [8]. У даному дослідженні розглянуто основні проблеми використання глибоких CNN в семантичній сегментації, які включають: знижену роздільну здатність функцій, спричинену багаторазовим поєднанням максимального пулу та зменшення вибірки; існування об'єктів у різних масштабах; знижену точність локалізації, спричинену незмінністю DCNN, оскільки об'єктно-орієнтований класифікатор вимагає незмінності до просторових перетворень. Звірна згортка застосовується або шляхом передискретизації фільтрів шляхом вставки нулів, або через рідкісну вибірку вхідних карт функцій. Другий метод передбачає субдискретизацію карт вхідних ознак у коефіцієнт, що дорівнює швидкості згортки r, і деінтерлейсингом її, щоб отримати карти зменшеної роздільної здатності r^2,

по одній для кожного з можливих зсувів $r \times r$. Після цього до безпосередніх карт об'єктів застосовується стандартна згортка, що переплітає їх із вихідною роздільною здатністю зображення (рис. 1.18).

Переосмислення атросної згорткової мережі для семантичної сегментації зображень (*2017).* Авторами дослідження Лян-Чи Чен, Джордж Папандреу, Ясонас Коккінос, Кевін Мерфі та Алан Л. Юй

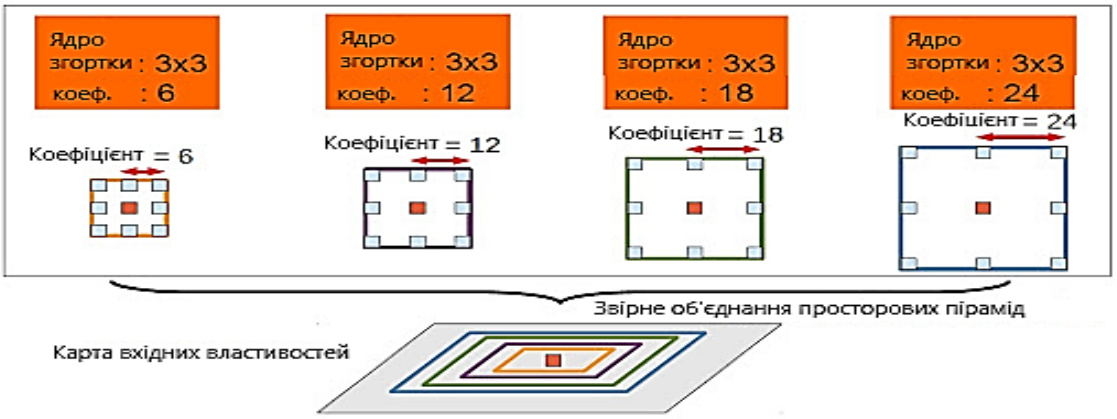


Рис. 1.18. Схема роботи мережі Deep Lab 1

розглянуто дві проблеми (згадані у описі моделі DeepLab) при використанні DCNN для семантичної сегментації: зменшена роздільна здатність об'єктів, що виникає, коли застосовуються послідовні операції об'єднання; існування об'єктів у багатьох масштабах. Вирішення першої проблеми науковці Лян-Чи Чен, Джордж Папандреу, Ясонас Коккінос, Кевін Мерфі та Алан Л. Юй вбачають у використанні звірної згортку, також відомої як розширена звивина. Дослідники (прізвища) також пропонують вирішити другу проблему з використанням звірної згортки для збільшення поля зору і отже, включення багатомасштабного контексту. Мережа «DeepLabv3» забезпечує показник 85,7 % на тестовому наборі PASCAL VOC 2012 [8] без подальшої обробки DenseCRF.

Кодер-декодер з відокремленою звірною згорткою для семантичної сегментації зображень (ECCV, 2018). Підхід роботи «DeepLabv3 +» досягає продуктивності набору тестів 89,0 % і 82,1 % без будь-якої подальшої обробки на наборах даних PASCAL VOC 2012 [8] та Cityscapes. Дана модель є розширенням «DeepLabv3» з додаванням простого модуля декодера для вдосконалення результатів сегментації. Результатом моделі DeepLabv3 + була реалізація двох типів нейронних мереж, які використовують модуль просторового об'єднання пірамід для семантичної сегментації. Один фіксує контекстну інформацію, об'єднуючи об'єкти з різною роздільною здатністю, тоді як інший отримує чіткі межі об'єктів.

Покращення семантичної сегментації за допомогою поширення відео та розслаблення ярликів *(CVPR, 2019).* Ця науково-дослідницька робота розглядає метод, заснований на відео для масштабування навчального набору шляхом синтезу нових навчальних зразків. Це спрямовано на підвищення точності семантичних мереж сегментації. Вона досліджує здатність моделей прогнозування відео прогнозувати майбутні кадри, щоб передбачити майбутні мітки. Наукова робота демонструє, що навчальні мережі сегментації наборів даних із синтезованих даних призводять до підвищення точності прогнозування. Методи, що були запропоновані в цій роботі, досягають міоз 83,5 % на Cityscapes та 82,9 % на CamVid. Пропонується також два способи передбачення майбутніх міток: поширення мітки (LP) шляхом створення нових навчальних зразків, поєднуючи поширену мітку з оригінальним майбутнім кадром; спільне розповсюдження міток зображень (JP), шляхом створення нових навчальних зразків, поєднуючи розповсюджену мітку з відповідним розповсюдженим зображенням.

Основні положення даної наукової роботи є наступними: використання моделей прогнозування відео для розповсюдження міток до безпосередніх сусідніх кадрів; запровадження спільного розповсюдження міток зображень для вирішення проблеми невідповідності; розслаблююче навчання з використанням гарячих міток, максимізуючи ймовірність об'єднання ймовірностей класів уздовж межі. На основі даних проведено порівняння методів семантичної сегментації та відображено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Порівняльна таблиця методів семантичної сегментації

Назва методу	**Продуктивність**	**Гнучкість**	**Точність ***	**Легкість навчання**
Слабке та напівконтрольоване навч. глибокої згорткової мережі	Висока	Необхідні маркування на рівні пікселів	70%	Необхідний контроль
Повністю згорткові мережі	Використ. високу к-ть відео пам'яті	Не працює з різно-масштабн. зображ.	67,2%	Легко навч.
U-Net	Висока	Лише у сфері біології	82,3%	Легко навч.
«Сто шарів Тірамісу»	Велика кількість шарів (56-103)	Не працює з різно-масштабн. зображ.	88%	Легко навч.
DeepLab	Висока	Не працює з різно-масштабн.	79,7%	Легко навч.

		зображ.		
Переосмислення атросної згорткової мережі	Висока	Гнучка	85,7%	Легко навч.
Кодер-декодер з відокремленою звірною згорткою	Висока	Гнучка	82,1%	Легко навч.
Поширення відео та розслабл. ярликів	Висока	Лише для відео	82,9%	Легко навч.

*Точність мереж в тесті PASCAL VOC 2012 [8].

РОЗДІЛ 2
РОЗРОБКА ВЕБЗАСТОСУНКУ ІЗ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБ'ЄКТІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ ЗАСОБАМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

2.1. Ознайомлення інструментарію для розробки вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху

Для розробки вебзастосунку було вибрано метод «Кодер-декодер з відокремленою звірною згорткою», описаний у першому розділі. Даний метод забезпечує найкращу точність серед всіх вище описаних і розпізнає зображення у різних масштабах.

Вибір основних інструментів.

Для розробки застосунку використовуємо наступні цифрові технології:

1. HTML (англ. HyperText Markup Language) – мова гіпертекстової розмітки. Створена для того, щоб відображати видимий вміст користувачеві.

2. CSS (англ. Cascading Style Sheets) – каскадні таблиці стилів. Стилізують вміст, попередньо створений в мові розмітки, щоб інтерфейс користувача був більш простим і доступним.

3. JavaScript – мова програмування, що підтримується всіма браузерами. Саме за допомогою неї буде розроблено основний функціонал WEB застосунку.

4. Фреймворк Tensorflow js – бібліотека для створення та навчання нейронних мереж.

5. Модель Tensorflow DeepLab – дана модель є вже навченою, що скоротить затрати часу на її навчання, а також є одною з найкращих серед всіх моделей, що використовують вибраний вище метод.

Вибір допоміжних інструментів розробки.

Для того, розробити застосунок, було використано низку інструментів, що спростять подальшу розробку, а саме:

1. npm (node packet manager) – менеджер пакетів для завантаження більшість інструментів для розробки.

2. Компілятор коду Babel – полегшує подальшу розробку, зробивши синтаксис зручнішим та зрозумілішим.

3. CSS фреймворк Bulma – один із найкращих фреймворків, що скоротить затрати часу на створення інтерфейсу.

4. Збірник Webpack – один з найзручніших збірників для мініфікування кодів та його оптимізації.

2.2. Загальний алгоритм розробки інтерфейсу вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху

Для розробки функціоналу вебзастосунку, обумовимо інтерфейс, за допомогою якого користувач зможе ним користуватись. Зазначимо

структурні елементи сторінки за допомогою мови гіпертекстової розмітки HTML (додаток А). Сторінка складається з наступних блоків:

– заголовок сторінки;

– панель керування додатком, де виконується завантаження зображення та запуску сегментації;

– головна частина, де зображено вхідне зображення, результат сегментації та легенду.

У додатку Б всі елементи сторінки мають свої класи Bulma, що дозволяє застосувати необхідну стилізацію без необхідності подальшого написання каскадних таблиць стилів. Мінусом даного підходу є те, що вихідні файли міститимуть багато зайвих стилів, що не використовуватимуться у застосунку.

Для того, щоб застосувати стилізацію, необхідно імпортувати дані стилів засобами JavaScript, у наслідок чого всі елементи сторінки будуть стилізовані та розміщені необхідним чином.

Внаслідок виконання операцій, описаних вище, було розроблено інтерфейс, що дає змогу легко завантажувати зображення та запустити процес семантичної сегментації останнього (додаток Б). Сторінку було створено адаптивною, що дало змогу користувачеві зручніше переглядати вміст на мобільному пристрої (додаток В).

2.3. Опис технології розробки вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху

Після попередньо проведених операцій було розроблено інтерфейс користувача, тепер необхідно розробити функціонал для завантаження зображення, показу статусу та запуску процесу розпізнавання. Використаємо мову JavaScript.

```
//Відображення або приховання блоків
const toggleInvisible = (elementId, force = undefined) => {
  const outputContainer = document.getElementById(elementId);
  outputContainer.classList.toggle('is-invisible', force);
};

//Відображення поточного статусу додатку
const status = (message) => {
  const statusMessage = document.getElementById('status-message');
  statusMessage.innerText = message;
  console.log(message);
};

//Відображення зображення на основній панелі
const setImage = (src) => {
  toggleInvisible('output-card', true);
  toggleInvisible('legend-card', true);
  const image = document.getElementById('input-image');
  image.src = src;
  toggleInvisible('input-card', false);
};

//Передача зображення після його вибору
const processImage = (e) => {
  const file = e.target.files[0];

  //Перевірка файлу на те, чи є він рисунком
  if (!file.type.match('image.*')) {
    return;
  }

  const reader = new FileReader();
  reader.onloadend = (event) => {
    setImage(event.target.result);
  };
  reader.readAsDataURL(file);
  status('Зображення завантажено. Очікування запуску...')
};
```

Для початку розробляємо основні функції для завантаження зображення, динамічного відображення блоків та відображення статусу. Їх реалізація має наступний вигляд (рис. 2.5).

Рис. 2.5. Основні функції застосунку 1

Після того, як основні функції реалізовано, потрібно реалізувати процес завантаження зображення та запуску моделі. Втілення цього функціоналу подано на рисунку 2.6.

```
//Керування додатком
const initializeModel = async () => {
  const base = 'cityscapes';
  const quantizationBytes = 4;

  //Завантаження моделі
  state.quantizationBytes = quantizationBytes;
  deeplab['cityscapes'] = load({base, quantizationBytes});

  //Перевірка на запуск процесу сегментації
  const runner = document.getElementById(`run`);
  runner.onclick = async () => {
    toggleInvisible('output-card', true);
    toggleInvisible('legend-card', true);
    await tf.nextFrame();
    await runDeeplab(base);
  };
  status('Модель завантажено. Очікування вхідного зображення...');

  //Перевірка на завантаження зображення
  const uploader = document.getElementById('upload-image');
  uploader.addEventListener('change', processImage);
};

//Запуск додатку та перевірка вхідних даних
const runDeeplab = async (modelName) => {
  //Зображення не завантажено
  const input = document.getElementById('input-image');
  if (input.classList[0] === 'disable' || !input.src || !input.src.length || input.src.length === 0) {
    status('Неможливо запустити додаток. Необхідне завантажене зображення.');
    return;
  }
  toggleInvisible('input-card', false);

  status(`Запуск розпізнавання...`);
  const quantizationBytes = 1;
  if (state.quantizationBytes !== quantizationBytes) {
    state.quantizationBytes = quantizationBytes;
  }

  //Все добре, можна запускати нейромережу
  const predictionStart = performance.now(); // Час початку обчислення
  if (input.complete && input.naturalHeight !== 0) {
    //Код запуску мережі тут
  } else {
    input.onload = () => {
      //Код запуску мережі тут
    };
  }
};

//Завантаження моделі при повній загрузці сторінки
window.onload = initializeModel;
```

Рис. 2.6. Функціонал керування додатком

У вебзастосунок можна завантажувати зображення, а також, є можливість відображати статус роботи вебзастосунку. Для коректності роботи реалізовано низку перевірок на правильність завантаження зображення та моделі.

2.4. Реалізація семантичної сегментації і виведення її результату

На даному етапі необхідно розробити безпосередньо процес розпізнавання об’єктів дорожнього руху та виведення результату роботи вебзастосунку.

Оскільки для дослідження було вибрано навчену модель DeepLab V3+, то для процесу семантичної сегментації необхідно викликати модель, загрузивши в неї дані зображення. На рисунку 2.7 приведено спосіб активації даної моделі:

```
//Запуск семантичної сегментації
const runPrediction = (modelName, input, initialisationStart) => {
  deeplab[modelName].then((model) => {
    model.segment(input).then((output) => {
      //Відображення результату роботи нейромережі тут

      status(`Сегментовано за ${
        ((performance.now() - initialisationStart) / 1000).toFixed(2)} с`);
    });
  });
};
```

Рис. 2.7. Функція запуску семантичної сегментації

Дану функцію було підключено замість коментарів «Код запуску мережі тут», що були створені в ході розробки у підпункті 2.3.

Результат виконання мережі слід відобразити у застосунку, додавши легенду. На рисунку 2.8 представлено реалізацію відображення результату роботи нейронної мережі.

```
//Відображення результату сегментації
const displaySegmentationMap = (deeplabOutput) => {
  const legend = {
    'дорога': [128, 64, 128],
    'тротуар': [244, 35, 232],
    'будівля': [70, 70, 70],
    'стіна': [102, 102, 156],
    'забор': [190, 153, 153],
    'стовп': [153, 153, 153],
    'дорожній ліхтар': [250, 170, 30],
    'дорожній знак': [220, 220, 0],
    'рослинність': [107, 142, 35],
    'грунт': [152, 251, 152],
    'небо': [70, 130, 180],
    'пішохід': [220, 20, 60],
    'велосипедист': [255, 0, 0],
    'легкова машина': [0, 0, 142],
    'вантажівка': [0, 0, 70],
    'автобус': [0, 60, 100],
    'поїзд': [0, 80, 100],
    'мотоцикл': [0, 0, 230],
    'велосипед': [119, 11, 32]
  };

  const {height, width, segmentationMap} = deeplabOutput;
  console.log(legend)
  const imageIn = document.getElementById('input-image');
  const imageOut = document.getElementById('image-bg');
  const canvas = document.getElementById('output-image');
  const ctx = canvas.getContext('2d');

  //Відображення вихідної карти у додатку
  toggleInvisible('output-card', false);
  const segmentationMapData = new ImageData(segmentationMap, width, height);
  canvas.style.width = imageIn.width + 'px';
  canvas.style.height = imageIn.height + 'px';
  canvas.width = width;
  canvas.height = height;
  ctx.putImageData(segmentationMapData, 0, 0);
  imageOut.src = imageIn.src;

  //Видалення легенди, створеної до того
  const legendList = document.getElementById('legend');
  while (legendList.firstChild) {
    legendList.removeChild(legendList.firstChild);
  }

  //Створення блоку легенди
  Object.keys(legend).forEach((label) => {
    const tag = document.createElement('span');
    tag.innerHTML = label;
    const [red, green, blue] = legend[label];
    tag.classList.add('column');
    tag.style.backgroundColor = `rgb(${red}, ${green}, ${blue})`;
    tag.style.padding = '1em';
    tag.style.margin = '1em';
    tag.style.color = '#ffffff';

    legendList.appendChild(tag);
  });
  toggleInvisible('legend-card', false);


  const inputContainer = document.getElementById('input-card');
  inputContainer.scrollIntoView({behavior: 'smooth', block: 'nearest'});
};
```

Рис. 2.8. Функція відображення результату нейронної мережі

Виклик даної функції поміщено замість коментаря «Відображення роботи нейронної мережі тут» у функції, представленій на рисунку 2.7 [9].

Недоліком даного застосунку є те, що в нього досить високі системні вимоги, хоч це притаманно всім нейронним мережам для семантичної сегментації.

2.5. Реалізація процесу донавчання моделі DeepLab V3+ для міста Тернопіль

На заключному етапі необхідно було донавчити модель для більш коректної роботи з даними міста Тернопіль, адже обрана нами модель DeepLabv3+ навчена на наборі даних Cityscapes, що включає в себе зображення вулиць європейських міст, що мають дещо відмінний вигляд від вулиць міста Тернопіль.

Першим кроком було створено власний додатковий набір даних, на якому було здійснено донавчання моделі DeepLabv3. Для цього було використано технологію Google Maps Street View, що дозволяло в онлайн режимі переглядати вулиці міста Тернопіль. Було зібрано 348 фотографій різних вулиць міста Тернопіль(рис. 2.9).

Рис. 2.9. Фотографії міста Тернопіль

Другим кроком було виконання приведення зображень до єдиного розміру та формату. Для даного процесу було використано сервіс supervise.ly, що є одним з найкращих сервісів, що забезпечують роботу з великими масивами зображень. Відтак, було завантажено всі зображення на сайт сервісу, після чого в налаштуваннях було обрано відповідний розмір та формат зображень. Далі було проведено завантаження готових зображень у папку проєкту.

Третім кроком було проведено упакування ваг моделі у файл, адже саме вони будуть змінені, що і послужить пристосованості мережі для роботи з даними міста Тернополя. Реалізація даного кроку подана на рисунку 2.10.

```
//Керування додатком
const initializeModel = async () => {
    const base = 'cityscapes';
    const quantizationBytes = 4;

  //Завантаження моделі
  state.quantizationBytes = quantizationBytes;
  deeplab['cityscapes'] = deeplab_esm_m({base, quantizationBytes});

  //пакування моделі
  deeplab['cityscapes'].then((res) => {
    const model = res.model
    model.save('downloads://model');
  })

  //Перевірка на запуск процесу сегментації
  const runner = document.getElementById(`run`);
  runner.onclick = async () => {
    toggleInvisible('output-card', true);
    toggleInvisible('legend-card', true);
    await dist["nextFrame"]();
    await runDeeplab(base);
  };
  src_status('Модель завантажено. Очікування вхідного зображення...');

  //Перевірка на завантаження зображення
  const uploader = document.getElementById('upload-image');
  uploader.addEventListener('change', processImage);
};
```

Рис. 2.10. Пакування моделі у файл

Як видно із рисунку 2.10, упаковування моделі відбувається відразу після завантаження моделі, так як в інакшому разі пакуванню моделі заважатимуть інші процеси, що мінятимуть або ж блокуватимуть доступ до даної функції.

Третім кроком було переведено зображення у необхідний для навчання формат. Для даного та подальших кроків було вибрано мову програмування Python, так як на даний момент це єдина мова програмування, що дає змогу провести подібні маніпуляції з нейронними мережами. Додатково було завантажено середовище Anaconda3, що дозволило працювати з віртуальним середовищем, що скоротило затрати часу на донавчання моделі. Після цього всі зображення, оброблені у другому кроці було переведено у формат tensorflow.data, який служить для навчання та довчання моделей, створених на базі фреймворку TensorFlow. На рисунку 2.11 приведено фрагмент Python коду для переведення зображення.

```
def convert_to_tflite(quantized_graphdef,
                      backbone_input_tensor,
                      output_tensor):
  """Helper method to convert quantized deeplab model to TFlite."""
  with tf.Graph().as_default() as graph:
    tf.graph_util.import_graph_def(quantized_graphdef, name='')
    sess = tf.compat.v1.Session()

    tflite_input = graph.get_tensor_by_name(backbone_input_tensor)
    tflite_output = graph.get_tensor_by_name(output_tensor)
    converter = tf.compat.v1.lite.TFLiteConverter.from_session(
        sess, [tflite_input], [tflite_output])
    converter.inference_type = tf.compat.v1.lite.constants.QUANTIZED_UINT8
    input_arrays = converter.get_input_arrays()
    converter.quantized_input_stats = {input_arrays[0]: (127.5, 127.5)}
    return converter.convert()


def check_tflite_consistency(graph_def, tflite_model, image_path):
  interpreter = tf.lite.Interpreter(model_content=tflite_model)
  interpreter.allocate_tensors()
  input_details = interpreter.get_input_details()
  output_details = interpreter.get_output_details()
  height, width = input_details[0]['shape'][1:3]

  with tf.io.gfile.GFile(image_path, 'rb') as f:
    image = Image.open(f)
  image = np.asarray(image.convert('RGB').resize((width, height)))
  image = np.expand_dims(image, 0)

  interpreter.set_tensor(input_details[0]['index'], image)
  interpreter.invoke()
  output_tflite = interpreter.get_tensor(output_details[0]['index'])

  with tf.Graph().as_default():
    tf.graph_util.import_graph_def(graph_def, name='')
    with tf.compat.v1.Session() as sess:
      output_graph = sess.run(
          FLAGS.output_tensor_name, feed_dict={'ImageTensor:0': image})

  print('%.2f%% pixels have matched semantic labels.' % (
      100 * np.mean(output_graph == output_tflite)))


def main(unused_argv):
  with tf.io.gfile.GFile(FLAGS.quantized_graph_def_path, 'rb') as f:
    graph_def = tf.compat.v1.GraphDef.FromString(f.read())
  tflite_model = convert_to_tflite(
      graph_def, FLAGS.input_tensor_name, FLAGS.output_tensor_name)

  if FLAGS.output_tflite_path:
    with tf.io.gfile.GFile(FLAGS.output_tflite_path, 'wb') as f:
      f.write(tflite_model)

  if FLAGS.test_image_path:
    check_tflite_consistency(graph_def, tflite_model, FLAGS.test_image_path)


if __name__ == '__main__':
  app.run(main)
```

Рис. 2.11. Переведення зображень у формат tensorflow.data

Четвертим кроком було реалізовано процес донавчання моделі на завантажених даних. Для цього було використано метод, що був створений розробниками фреймворку TensorFlow, так як він є швидшим та ефективнішим методом для довчання моделей на основі будь-якої реалізації TensorFlow та використовує значно менше комп'ютерних потужностей. Попри свою оптимізованість, процес навчання все одно займає багато часу, адже це є варіантом навчання «без вчителя», що не потребує нагляду зі сторони та сам коректується залежно від результатів.

П'ятим кроком було завантажено дані довченої моделі у проєкт та змінено процедуру ініціалізації моделі, так як тепер вона рахується як окрема нейронна мережа, що потребує ініціалізації безпосередньо з файлу. Реалізацію завантаження моделі з файлу розміщено на рисунку 2.12.

```
// Завантаження мережі з файлу
async function load_model() {
  const model = await tf.loadLayersModel("http://127.0.0.1:8080/model.json");
  return model;
}

// Ініціалізація мережі
const modelPromise = load_model();
```

Рис. 2.12. Процес завантаження нейронної мережі з файлу

Такий підхід є швидшим порівняно з завантаженням нейромережі із зовнішнього сервера, так як запит іде напряму до файлу, що знімає обмеження швидкості комунікаційних пристроїв. Таким чином, результатом пророблених кроків було реалізовано процес донавчання нейронної мережі DeepLab V3+, відповідно до зображень міста Тернопіль, що дозволило нейромережі швидше та якісніше обробляти зображення даного міста.

Продемонструємо вигляд вебзастосунку із розпізнавання об'єктів дорожнього руху засобами машинного навчання:

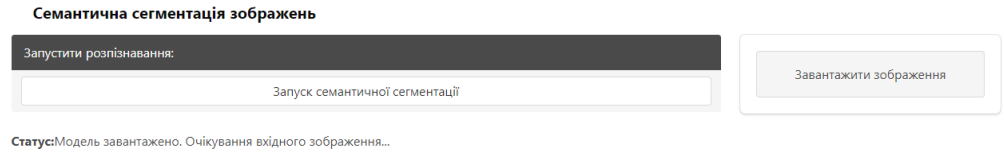


Рис. 2.13. Вигляд вебзастосунку до завантаження зображеня

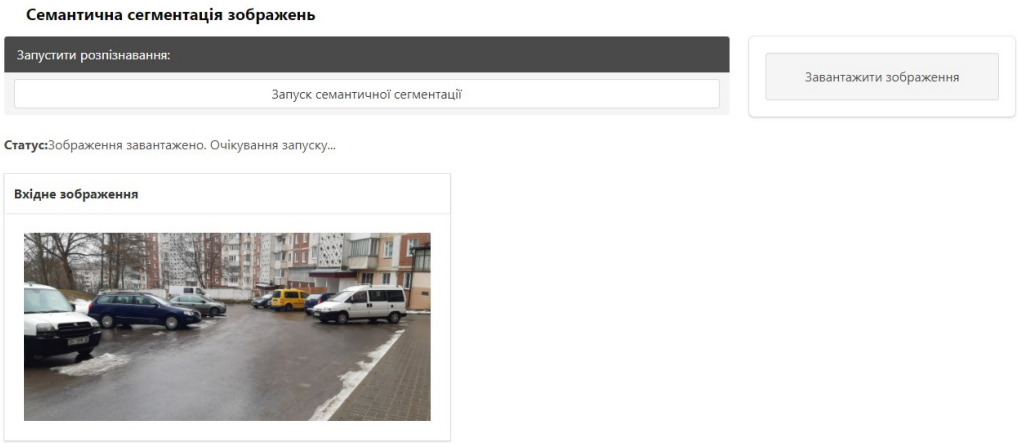


Рис. 2.14. завантажуємо зображення

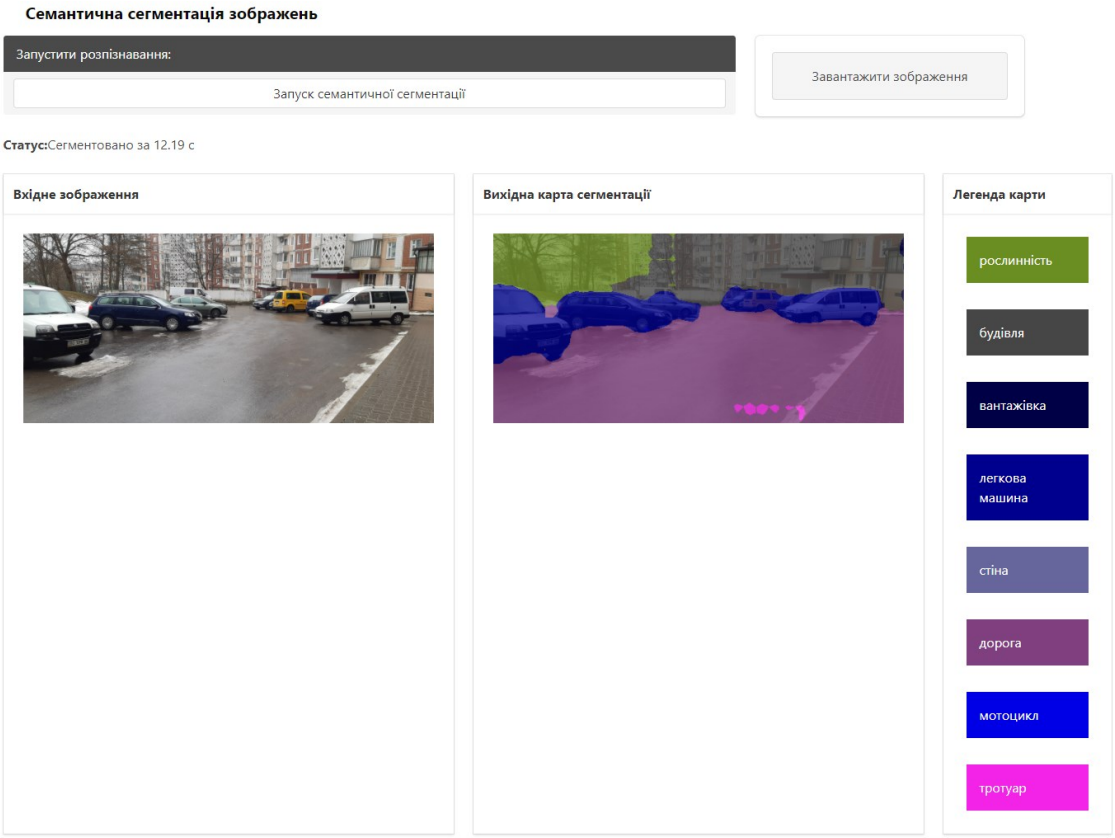


Рис. 2.15. Запускаємо роботу нейронної мережі та виводимо результати її роботи на екран

Таким чином у науковій роботі було розроблено вебзастосунок із розпізнавання об'єктів засобами машинного навчання та донавчено модель DeepLab V3+ для кращої та швидшої роботи з даними міста Тернопіль.

ВИСНОВКИ

На даний момент у світі є більше 1 282 000 000 автомобілів. Це зумовлює велику кількість дорожньо-транспортних пригод. Система розпізнавання об'єктів дорожнього руху допоможе уникнути значній кількості дорожньо-транспортних пригод.

1. З'ясовано та визначено принципи роботи алгоритмів нейронних мереж. Розглянуто базові принципи роботи нейронів головного мозку. Визначено будову штучних нейронів. Штучні нейрони приймають на вхід певне число сигналів, що множаться на вагові коефіцієнти зв'язків, по яких проходять ці сигнали, та сумуються. Сумарний вхідний сигнал передається функції активації, що формує вихідний сигнал нейрона. Визначено основні активаційні функції. З'ясовано загальну будову нейронних мереж. Нейронна мережа є зваженим графом, у якому нейрони є його вершинами, а ваги його ребер є ваговими коефіцієнтами нейронів

2. Розглянуто основні методи обрахунку виходу нейронних мереж та два алгоритми розрахунку – циклічний прохід та векторне обчислення. Різниця між останніми полягає в тому, що обчислення векторними операціями є швидшим та використовує менше пам'яті.

3. Розглянуто основні методи, що використовуються у семантичній сегментації. Охарактеризовано основні алгоритми для семантичної сегментації. Основою кожного з них є згорткова модель мережі, що розпізнає об'єкти на основі різниці забарвлення пікселів навколо. Для вищої точності нейронної мережі та здатності розпізнавати об'єкти різних масштабів застосовується звірна згортка, що сканує пікселі, розташовані у певному радіусі навколо, що задається коефіцієнтом розширення. Усі дані звірних згорток обробляються за допомогою остаточної згортки, що підвищує рівень точності сегментації та дозволяє розрізняти об'єкти в різних масштабах.

4. Розроблено вебзастосунок для розпізнавання об'єктів дорожнього руху. Проілюстровано реалізацію інтерфейсу користувача за допомогою мови гіпертекстової розмітки HTML 5 та фреймворку Bulma, що зробленого за допомогою каскадних таблиць стилів CSS 3. Описано процес реалізації базових функцій застосунку, таких як завантаження зображення та ініціалізація моделі за допомогою мови програмування JavaScript. Розроблено функцію запуску роботи нейронної мережі на основі завантаженого зображення за допомогою мови програмування JavaScript та готової нейронної мережі Tensorflow DeepLab, що є реалізацією моделі DeepLabv3+. Реалізовано процес відображення результату роботи нейронної мережі у вигляді схематичної карти за допомогою JavaScript. Здійснено та описано процес реалізації донавчання моделі DeepLab V3+ для міста Тернопіль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бодянский Е. В. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения 2004.

2. Згорткова нейронна мережа. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0% 97% D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0% B0_% D0%BD%D0%B5%D0%B9%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0 %B0_%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B0.(дата звернення 15.09.2020).

3. Новотарський М. А., Нестеренко Б. Б. Штучні нейронні мережі: обчислення. 2004.

4. Филипенко О. И. Биологические, искусственные и нейроавтоматные сети – сравнительный анализ. Искусственные нейронные сети. Ч. 2, 2005. №3/2(15). с. 87–93.

5. A 2019 guide to semantic segmentation. URL: https://heartbeat.fritz.ai/a-2019-guide-to-semantic-segmentation-ca8242f5a7fc. (дата звернення 10.09.2020).

6. McCulloch W. S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin of Mathematical Biophysics. 1943. № 5. с. 115–133.

7. Neural Networks Tutorial – A Pathway to Deep Learning. URL: http://adventuresinmachinelearning.com/neural-networks-tutorial. (дата звернення 20.09.2020).

8. PASCAL VOC 2012 test benchmark (Semantic Segmentation). URL: https://paperswithcode.com/sota/semantic-segmentation-on-pascal-voc-2012. (дата звернення 21.09.2020).

9. Semantic Segmentation in the Browser: DeepLab v3 Model. URL: https://github.com/tensorflow/tfjs-models/blob/master/deeplab/README.md. (дата звернення 22.09.2020).

10. The Stanford deep learning tutorial. URL: http://deeplearning.stanford.edu/tutorial/ (дата звернення 12.09.2020).

11. Training Deeplab on Your Own Dataset URL: https://github.com/heaversm/deeplab-training/ (дата звернення 25.09.2020).

ДОДАТКИ

Додаток А

```
<!-- ============================-- Заголовок початок --============================ -->
<header class="navbar-brand">
  <h1 class="navbar-item">
    <h1 class="tag is-white is-large">
      <b>Семантична сегментація зображень</b>
    </h1>
  </h1>
</header>
<!-- ============================-- Заголовок кінець --============================ -->
```

```
<!-- ============================-- Панель керування додатком початок --============================ -->
<nav class="tile is-ancestor flex-should-wrap space-evenly" style="align-items: start;">

  <div class="tile is-parent is-8 min-content">
    <div class="tile is-child">
      <!-- ============================ Запуск сегментації початок ============================ -->
      <article class="message">
        <div class="message-header">
          <h1>Запустити розпізнавання:</h1>
        </div>
        <div class="message-body">
          <div class="columns is-flex-centered">
            <a class="button card-footer-item is-unselectable" id="run">Запуск семантичної сегментації</a
          </div>
        </div>
      </article>
      <!-- ============================ Запуск сегментації кінець ============================ -->

      <!-- ============================ Панель статусу початок ============================ -->
      <div class="is-inline-flex is-vcentered flex-should-wrap">
        <span class="is-inline-flex no-breaks">
          <b class="m-r-sm">Статус:</b>
          <span id="status-message">Завантаження моделі</span>
        </span>
      </div>
      <!-- ============================ Панель статусу кінець ============================ -->

    </div>
  </div>

  <div class="tile is-parent is-3">
    <div class="box is-child is-on-top is-inline-flex is-flex-column file is-boxed is-centered">
      <label class="file-label">
        <input class="file-input" type="file" name="image" id="upload-image" />

        <span class="file-label file-cta">
          Завантажити зображення
        </span>
      </label>
    </div>
  </div>

</nav>
<!-- ============================-- Панель керування додатком кінець --============================ -->
```

```
<!-- ============================-- Основна панель початок --============================ -->
<main class="tile is-ancestor is-horizontal">

  <!-- ============================ Вхідне зображення початок ============================ -->
  <div class="tile is-parent is-5">
    <div class="tile is-child card large is-invisible" id="input-card">
      <header class="card-header">
        <p class="card-header-title">
          Вхідне зображення
        </p>
      </header>
      <div class="card-content">
        <figure class="image">
          <img alt="Input image" id="input-image" src="./placeholder.png" />
        </figure>
      </div>
    </div>
  </div>
  <!-- ============================ Вхідне зображення кінець ============================ -->

  <!-- ============================ Вихідна карта початок ============================ -->
  <div class="tile is-parent is-5">
    <div class="tile is-child card large is-invisible" id="output-card">
      <header class="card-header">
        <p class="card-header-title">
          Вихідна карта сегментації
        </p>
      </header>
      <div class="card-content">
        <figure class="image">
          <canvas id="output-image"></canvas>
        </figure>
      </div>
    </div>
  </div>
  <!-- ============================ Вихідна карта кінець ============================ -->

  <!-- ============================ Легенда початок ============================ -->
  <div class="tile is-parent">
    <div class="tile is-child card large is-invisible" id="legend-card">
      <header class="card-header">
        <p class="card-header-title">
          Легенда карти
        </p>
      </header>
    </div>
  </div>
  <!-- ============================ Легенда кінець ============================ -->

</main>
<!-- ============================-- Основна панель кінець --============================ -->
```

Додаток Б

Семантична сегментація зображень

Запустити розпізнавання:

Запуск семантичної сегментації

Завантажити зображення

Статус:Модель завантажено. Очікування вхідного зображення...

Семантична сегментація зображень

Запустити розпізнавання:

Запуск семантичної сегментації

Завантажити зображення

Статус:Зображення завантажено. Очікування запуску...

Вхідне зображення

Семантична сегментація зображень

Запустити розпізнавання:

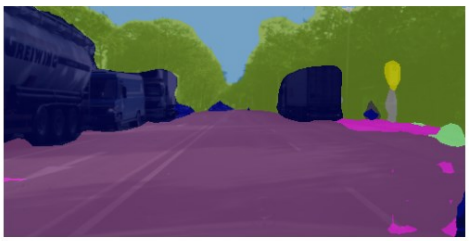
Запуск семантичної сегментації

Завантажити зображення

Статус:Сегментовано за 416.39 с

Вхідне зображення

Вихідна карта сегментації



Легенда карти

дорога

тротуар

будівля

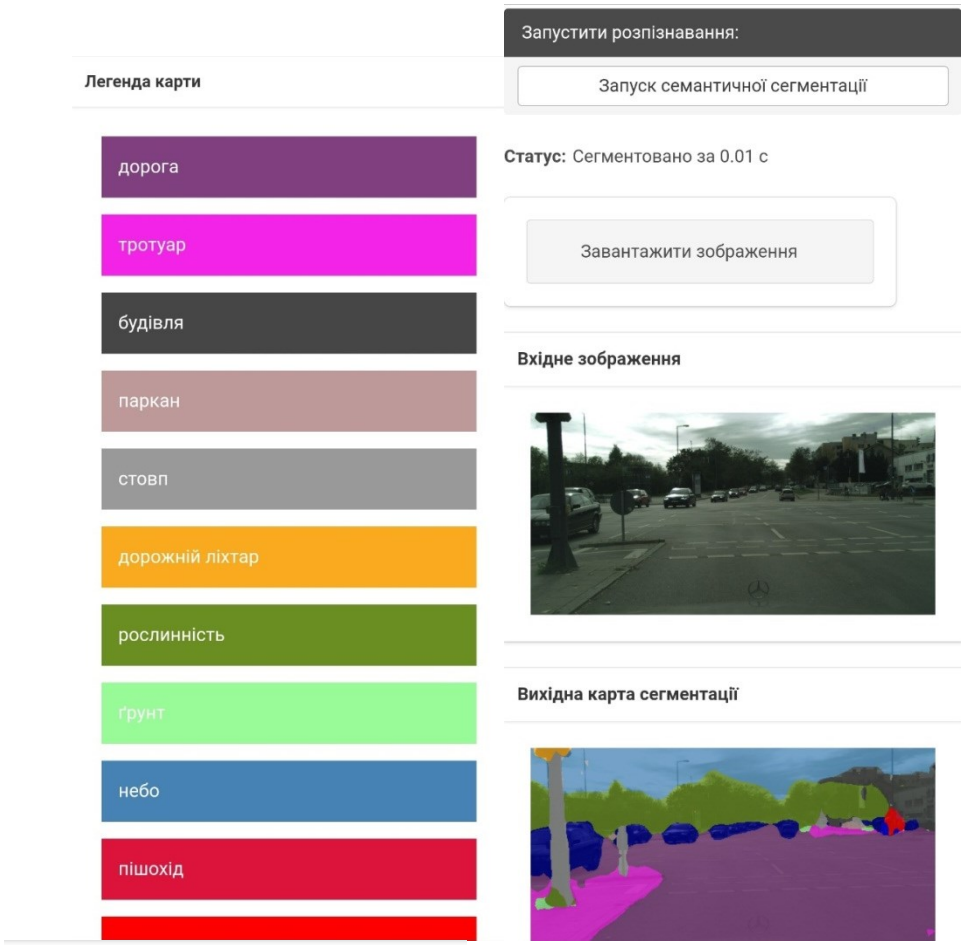
стіна

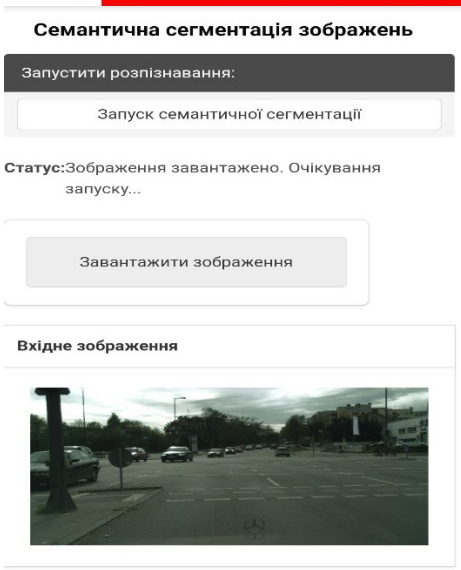
забор

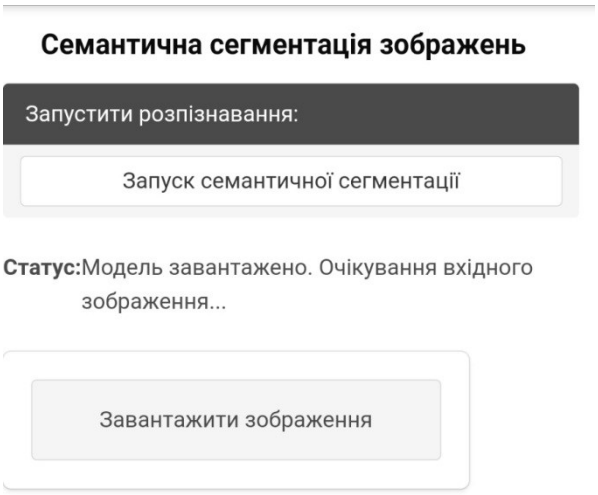
стовп

дорожній ліхтар

Додаток В


Легенда карти
дорога
тротуар
будівля
паркан
стовп
дорожній ліхтар
рослинність
ґрунт
небо
пішохід
Запустити розпізнавання:
Запуск семантичної сегментації
Статус: Сегментовано за 0.01 с
Завантажити зображення
Вхідне зображення
Вихідна карта сегментації


Семантична сегментація зображень
Запустити розпізнавання:
Запуск семантичної сегментації
Статус:Зображення завантажено. Очікування запуску...
Завантажити зображення
Вхідне зображення


Семантична сегментація зображень
Запустити розпізнавання:
Запуск семантичної сегментації
Статус:Модель завантажено. Очікування вхідного зображення...
Завантажити зображення

ВІДДІЛЕННЯ ФІЗИКИ ТА АСТРОНОМІЇ

СЕКЦІЯ «ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ФІЗИКА»

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РІДКОКРИСТАЛІЧНИХ РЕЧОВИН, ЩО ЗАСТОСОВУЮТЬ У ФАРМАЦЕВТИЦІ ТА КОСМЕТОЛОГІЇ

Роботу виконала:
Станько Лідія Ігорівна,
Учениця 11-А класу
Тернопільської Української
гімназії ім. І. Франка

Науковий керівник:
Крамар Олександр Іванович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики ТНТУ ім. І. Пулюя

Механічні властивості рідкокристалічних речовин, що застосовують у фармацевтиці та косметології

Станько Лідія Ігорівна; *Тернопільська Українська гімназія ім. І. Франка; 11 клас*

Науковий керівник: *Крамар Олександр Іванович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя*

Дослідницьку роботу присвячено узагальненню відомостей про рідкокристалічні матеріали, особливості їх структури та впливу на фізико-механічні властивості в'язких гелів, що застосовуються у косметології та фармацевтиці; дослідженню коефіцієнта внутрішнього тертя типових косметичних засобів на основі холестеричних рідких кристалів.

Проведено аналіз типів рідких кристалів, здійснено огляд різноманітних напрямків їх застосування.

Виконано спостереження специфічного процесу абсорбції косметологічних РК засобів біологічними тканинами, визначено коефіцієнт в'язкості з використанням методики Стокса, застосовано цифрове обладнання з метою якісної фотофіксації поведінки РК гелю при стіканні.

Досліджено, що особливості будови та властивостей холестеричних рідких кристалів дозволяють застосовувати їх у біомедичному напрямку термографії.

Здійснено аналіз структури ліотропних рідких кристалів. Він вказує на перспективу застосування таких матеріалів у фармакології в якості каталізаторів проникнення через клітинні мембрани, а також для покращення розчинності лікарських препаратів.

Показано, що адаптація методики фотофіксації результатів експериментів через поєднання цифрового обладнання для мікрозйомки та інструментарію для обробки фотокадрів дає покращені можливості для визначення коефіцієнта в'язкості біомедичних речовин з домішками рідких кристалів.

Ключові слова: *рідкі кристали, ліотропна мезофаза, біофізичні технології, коефіцієнт в'язкості, мікрозйомка експерименту.*

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Рідкі кристали: види та властивості
1.1. Історія виявлення рідких кристалів
1.2 Фази рідких кристалів
РОЗДІЛ 2. Застосування рідких кристалів
2.1 Принцип дії електрооптичної комірки на рідких кристалах
2.2 Застосування рідких кристалів у техніці
2.3 Перспективи застосування рідких кристалів у медицині
РОЗДІЛ 3. Механічні властивості рідких кристалів
3.1 Принципи роботи віскозиметрів
3.2 В'язкість рідких кристалів
3.3Особливості руху тіла у в'язкій рідині. Метод Стокса для визначення коефіцієнта в'язкості рідини
3.4 Дослідження властивостей типових косметичних засобів з додаванням рідких кристалів
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність дослідження. На сучасному етапі розвитку технологій особливої ваги набувають мезоморфні матеріали, які поєднують плинність, властиву рідинам, та анізотропію властивостей, притаманну твердим кристалам. Рідкі кристали (РК) належать до незвичних та парадоксальних матеріалів, які тепер виконують дуже важливу функцію (зокрема в електроніці та фотоніці) – забезпечують можливість трансформації цифрових даних з метою сприйняття органами зору людини. Вже нікого не здивуєш РК дисплеями різного розміру та роздільної здатності, причому обсяги світового виробництва оцінюються в мільярди доларів. Рідкі кристали відіграють ключову роль також у проекторах, просторових модуляторах світлового потоку, температурних датчиках, мікролазерах тощо. Вже зараз без перебільшення можна стверджувати, що подальший поступ цілого ряду прикладних галузей науки і техніки неможливий без розвитку досліджень в області рідких кристалів. Дуже важливим моментом є також те, що РК матеріали потребують незначну кількість енергії для зміни свого стану під впливом зовнішніх чинників (температури, механічного напруження, електричного поля чи випромінювання певного діапазону).

Відзначимо, що в огляді [10] вказується також на значний інтерес до рідких кристалів з точки зору біології та процесів життєдіяльності, зокрема стосовно функціонування клітинних мембран та ДНК, передачі нервових імпульсів, роботи м'язів, формування атеросклеротичних бляшок тощо. Крім того, активізувалися косметологічні дослідження впливу РК матеріалів на ефективність засобів догляду за волоссям та шкірою. Рідкокристалічній фазі властива схильність до самоорганізації при збереженні високої молекулярної рухливості. Перспективи застосування таких матеріалів в медицині (див. для прикладу [8]) також неабиякі: від візуалізації з допомогою рідких кристалів температури окремих частин тіла людини до створення новітніх лікарських препаратів. Окрема варто відзначити можливість використання РК матеріалів в якості індикаторів, наприклад парів шкідливих хімічних сполук, різних типів шкідливого для людини випромінювання (виявлення ультрафіолету, гама-променів). Існує також принципова можливість застосування рідких кристалів в якості аналітичних моделей для інтерпретації молекулярної структури та функцій різних клітинних органел, тканин та навіть органів.

Об’єкт дослідження - рідкокристалічні засоби біомедичного та косметологічного призначення.

Предмет дослідження - процеси внутрішнього тертя в рідкокристалічних матеріалах-холестериках, зокрема вплив температури на в'язкість засобів догляду за волоссям з додаванням рідких кристалів.

Мета дослідження - узагальнення відомостей про рідкокристалічні матеріали, особливості їх структури та впливу на фізико-механічні властивості в'язких гелів, що застосовуються у косметології та фармацевтиці; дослідження коефіцієнта внутрішнього тертя типових косметичних засобів на основі холестеричних рідких кристалів.

Для реалізації мети в цій роботі було виконано такі **завдання**:

• Збір та аналіз інформації про особливості різних фаз РК сполук у літературних та інтернет-джерелах;

• Ознайомлення з основними зовнішніми факторами, які впливають на властивості рідких кристалів, та можливостями їх технологічного і фармацевтичного застосування;

• Вибір типових рідкокристалічних матеріалів біомедичного призначення;

• Забезпечення належної точності результатів вимірів завдяки використанню сучасного цифрового обладнання для мікрозйомки експерименту по визначенню в'язкості.

Новизна роботи полягає в систематизації та критичному аналізі вже відомих теоретичних і експериментальних результатів з вивчення ефектів внутрішнього тертя в рідкокристалічних гелях біомедичного призначення та дослідного визначення коефіцієнта в'язкості доступних пересічному споживачу косметологічних засобів.

Методи досліджень: спостереження специфічного процесу абсорбції косметологічних РК засобів біологічними тканинами, визначення коефіцієнта в'язкості з використанням методики Стокса, застосуванням цифрового обладнання з метою якісної фотофіксації поведінки РК гелю при стіканні, в методиці Стокса, якісна оцінка та порівняння результатів експерименту з іншими методиками.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості прогнозування температурної поведінки в'язкості РК-гелів біомедичного призначення з метою контролю якості продукту.

РОЗДІЛ 1
РІДКІ КРИСТАЛИ: ВИДИ ТА ВЛАСТИВОСТІ

1.1 Історія виявлення рідких кристалів

З часу відкриття рідких кристалів вже пройшло понад сто років. Вперше їх виявив австрійський ботанік Фрідріх Рейнітцер, спостерігаючи дві точки плавлення складного ефіру холестерину - холестерилбензоату (див. рис. 1.1).

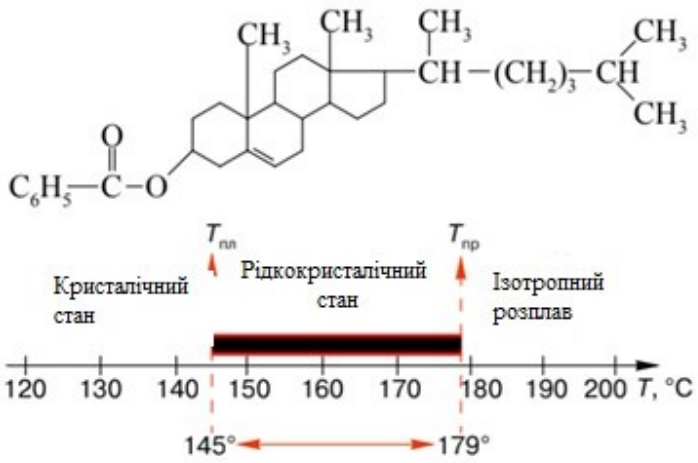


Рисунок 1.1 - Перша рідкокристалічна сполука – холестерилбензоат (діаграма [10, с. 38] ілюструє температурну область існування РК фази).

При температурі плавлення 145 °С, кристалічна речовина перетворюється в каламутну рідину, що сильно розсіює світло, а при 179 °С стає прозорою. На відміну від точки плавлення, температуру, при якій відбувалося просвітлення зразка, Рейнітцер назвав *точкою просвітління*. Вражений цим незвичайним явищем, дослідник відправив свої препарати німецькому кристалографу Отто Леману з проханням допомогти розібратися в дивній поведінці холестерилбензоату. Досліджуючи вказану речовину за допомогою поляризаційного мікроскопа Леман встановив, що каламутна фаза, яка спостерігалася Рейнітцером, є анізотропною. Оскільки властивість анізотропії притаманна твердому кристалу, а речовина в каламутній фазі було рідка, Леман назвав її рідким кристалом. З того часу речовини, здатні в певному температурному інтервалі вище точки плавлення поєднувати одночасно властивості рідин (текучість, здатність до утворення крапель) і властивості кристалічних тіл (анізотропію), почали називати рідкими кристалами.

У 20-30-х роках XX століття відбувалося активне дослідження таких речовин, однак до 60-х років вивчення рідких кристалів не створювало суттєвого практичного інтересу, тому всі наукові дослідження мали достатньо обмежений, чисто академічний інтерес. Ситуація різко змінилася в середині 60-х років у зв'язку з бурхливим розвитком мікроелектроніки. Рідкі кристали, двоїстий характер властивостей яких (анізотропія та висока молекулярна рухливість), дозволили створити керовані зовнішнім електричним полем

швидкодіючі та економічні РК індикатори, які є, по суті, основним елементом сучасних плоских екранів моніторів та смартфонів, годинників, калькуляторів, електронних приладів технічного та побутового призначення [10].

1.2 Фази рідких кристалів

Означення стану речовини, що є рідиною і кристалом водночас, виглядає дещо дивно, однак кристалічна рідина у мезофазі має деякі типові властивості рідини, зокрема плинність і нездатність підтримувати деформацію зсуву, можливе формування та зрощення крапель. Разом з тим речовини у мезофазі також мають певні кристалічні ознаки, такі як анізотропія оптичних, електричних та магнітних властивостей, а також періодичне розташування молекул в одному або декількох просторових напрямках [1].

Залежно від розташування молекул у мезофазі або особливостей симетрії рідкі кристали поділяються на термотропні (нематичні, холестеричні, смектичні, блакитні (сині) та дискотичні), ліотропні та металотропні мезофази.

Термотропні рідкі кристали.

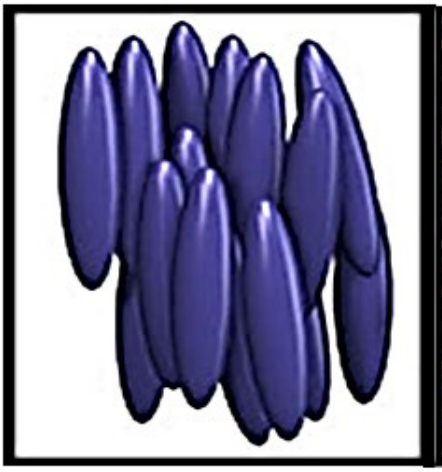


Рисунок1.2 - Вирівнювання в нематичній фазі[3, с. 25]

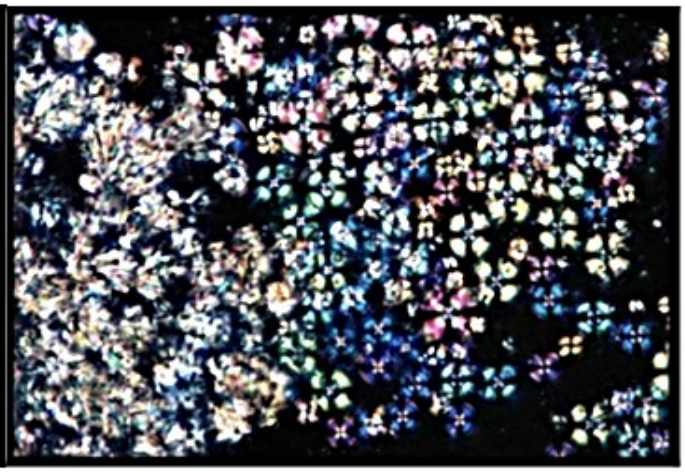


Рисунок1.3 - Фазовий перехід між нематичною (ліва) та смектичною (права) фазами, що спостерігається між схрещеним поляризатором і чорним кольором (відповідає ізотропному середовищу)[3, с. 25]

Термотропні фази особливі тим, що реалізуються в певному діапазоні температур. При достатньо значному підвищенні температури тепловий рух руйнує нестійкий дальній порядок РК фази та перетворює матеріал у звичайну ізотропну рідку фазу. При досить низькій температурі більшість РК матеріалів утворюють звичайний

кристал. Багато термотропних РК виявляють різні фази при зміні температури.

а) Нематична фаза.

Однією з найпоширеніших фаз РК є нематична. Слово «*нематик*» походить з грецької та перекладається як «нитка». Цей термін походить від ниткоподібних топологічних дефектів, що спостерігаються у нематиків (також мають так звані топологічні дефекти «їжака»). У нематичній фазі *каламітні* або паличкоподібні органічні молекули не мають позиційного порядку, але вони самовирівнюються, щоб мати спільний напрям із довгими приблизно паралельними осями (рис. 1.2.)

б) Смектичні фази.

Смектичні фази, які виявляються при більш низьких температурах, ніж нематичні, утворюють чітко визначені шари, які можуть ковзати один над одним подібним чином до мила. Слово «*смектик*» походить

Рисунок1.4 - Схема вирівнювання у смектичних фазах[3, с. 26]

Рисунок 1.5 - Схема впорядкування у хіральних рідкокристалічних фазах

від латинського слова «*smecticus*», що означає очищення або властивості, схожі на мило. Таким чином, смектики впорядковані позиційно в одному напрямку. У фазі «смектик А» молекули орієнтовані вздовж шару нормально, тоді як у фазі «смектик С» вони відхилені від шару нормалі.

Ці фази є рідинними у шарах. Є багато різних смектичних фаз, що характеризуються різними типами та ступенями позиційного та орієнтаційного порядку. Смектична фаза А(рис. 1.4,ліворуч) має молекули, організовані в шари. У смектичній фазі С (рис. 1.4, праворуч) молекули нахиляються всередині шарів.

в) Хіральні фази

Хіральнанематична фаза виявляє *хіральність*, тобто ліво- чи правосторонню симетричність у розташуванні молекул. Цю фазу часто називають холестеричною фазою, оскільки її вперше спостерігали для похідних холестерину. Ця фаза демонструє скручування молекул, перпендикулярних до директора, з молекулярною віссю, паралельною директору. У смектичній фазі С* (зірочка позначає хіральну фазу), молекули мають розташування в шаруватій структурі (як і в інших смектичних фазах), при цьому молекули нахилені на деякий кут відносно шару в нормі. Хіральність індукує кінцевий азимутальний поворот від одного шару до наступного, виробляючи спіральне скручування молекулярної осі вздовж шару нормального (рис. 1.5).

г) Блакитні фази

Блакитні (або сині) фази - це рідкокристалічні фази, які з’являються в діапазоні температур між хіральною нематичною фазою та ізотропною рідкою фазою. Сині фази мають регулярну тривимірну кубічну структуру дефектів з періодами ґратки в кілька сотень нанометрів. Хоча сині фази представляють інтерес для модуляторів швидкого світла або фотонних кристалів з перебудовою, вони існують у дуже вузькому діапазоні температур, зазвичай менше кількох кельвінів. Нещодавно було продемонстровано стабілізацію блакитних фаз у діапазоні температур більше 60 *K*, включаючи кімнатну (260–326 *K*). Сині фази, стабілізовані при кімнатній температурі, дозволяють зреалізувати електрооптичне перемикання.

д) Дискотичні фази

Дископодібні молекули РК можуть орієнтуватися шарувато, ця фаза відомо як дискотична нематична. Якщо диски упаковуються в стоси, фаза називається дискотечною стовпчастою (рис.1.6). Самі колони можуть бути організовані у прямокутні або шестикутні масиви. Відомі також хіральні дискотичні фази, подібні до хіральної нематичної фази.

2) Ліотропні рідкі кристали.

Ліотропний рідкий кристал складається з двох або більше компонентів, які виявляють рідкокристалічні властивості в певних діапазонах концентрацій. У ліотропних фазах молекули розчинника заповнюють простір навколо сполук, щоб забезпечити текучість системи. На відміну від термотропних рідких кристалів ліотропи

мають ще один ступінь вільності, зав'язаний на концентрацію, що дозволяє їм реалізувати багато різних фаз.

Молекули сполук, які мають дві особливі частини в одній молекулі - гідрофільну та гідрофобну, називаються амфіфільними. Багато амфіфільних молекул демонструють ліотропні послідовності рідкокристалічної фази залежно від об'ємних балансів між гідрофільною частиною та гідрофобною частиною. Ці структури утворюються шляхом мікрофазової сегрегації двох несумісних компонентів у нанометровому масштабі (зокрема, мило - повсякденний приклад ліотропного рідкого кристалу).

Червоні головки молекул поверхнево-активної речовини контактують з водою, тоді як хвости занурені в олію (синю) (див. рис.1.7.) Загальне прогресування фаз, що переходить від низької до високої концентрації амфіфілу, це:

• розривна кубічна фаза (міцелярна кубічна фаза);

• гексагональна фаза (гексагональна стовпчаста фаза, середня фаза);

• пластинчаста фаза;

• двоперервна кубічна фаза;

• зворотна шестикутна стовпчаста фаза;

• зворотна кубічна фаза (зворотна міцелярна фаза).

3) Металотропні рідкі кристали

Рідкокристалічні фази також можуть базуватися на легкоплавких неорганічних фазах, таких як $ZnCl_2$, які мають структуру, утворену зв'язаними тетраедрами. Додавання довгих милоподібних молекул призводить до низки нових фаз, які демонструють різноманітну поведінку рідких кристалів як функцію співвідношення неорганічного та органічного складу, так і температури. Цей клас матеріалів був названий металотропним [3].

РОЗДІЛ 2
ЗАСТОСУВАННЯ РІДКИХ КРИСТАЛІВ

2.1 Принцип дії електрооптичної комірки на рідких кристалах

Основна ознака рідких кристалів - анізотропія фізичних властивостей (див. для детального пояснення [9, с. 65-67]). Вона визначається ступенем орієнтаційного впорядкування молекул, який обумовлює подвійне променезаломлення (Δn)і анізотропію діелектричної проникності (Δε) РК сполук. Величина і знак Δε залежать від співвідношення між анізотропією поляризованої молекули, величиною постійного дипольного моменту, а також від кута між його напрямком і довгою молекулярною віссю (див. рис.2.1).

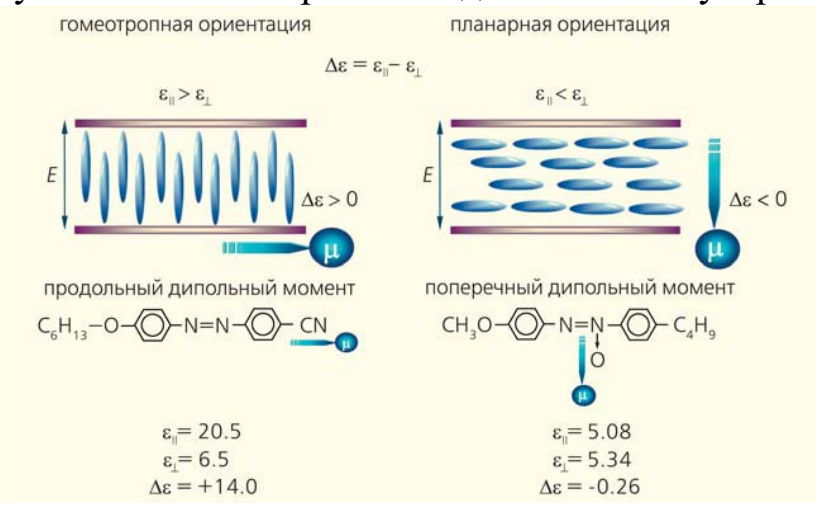


Рисунок 2.1 - Анізотропія діелектричних властивостей рідких кристалів в гомеотропній і планарній орієнтаціях на прикладі різних сполук [9, с. 67].

Прикладання навіть невеликої електричної напруги (близько 1-3 *В*) до неорієнтованого шару рідкого кристалу, поміщеного між двома струмопровідними і скляними пластинами в електрооптичній комірці, викликає певну орієнтацію зразка, яка визначається знаком його діелектричної проникності. Оскільки діелектрична анізотропія Δε визначається орієнтаційним порядком молекул, то при *гомеотропній* орієнтації (дипольний момент молекул поздовжній) вона виявляється додатною (Δε> 0), а при *планарній* орієнтації (дипольний момент поперечний) – від'ємною (Δε<0); тут μ - величина постійного дипольного моменту, $\varepsilon_{\parallel}$ і $\varepsilon_{\perp}$ - діелектричні сталі при поздовжньому і поперечному дипольному моменті (див. рис.2.1).

Можлива також закручена орієнтація молекул: їх довгі осі повертаються в напрямку від нижнього до верхнього скла електрооптичної комірки. Орієнтація рідких кристалів досягається спеціальною обробкою скляних пластинок, наприклад, використанням так званих орієнтантів (як правило, поверхнево активних речовин, що задають напрямок орієнтації молекул в пристінному шарі).

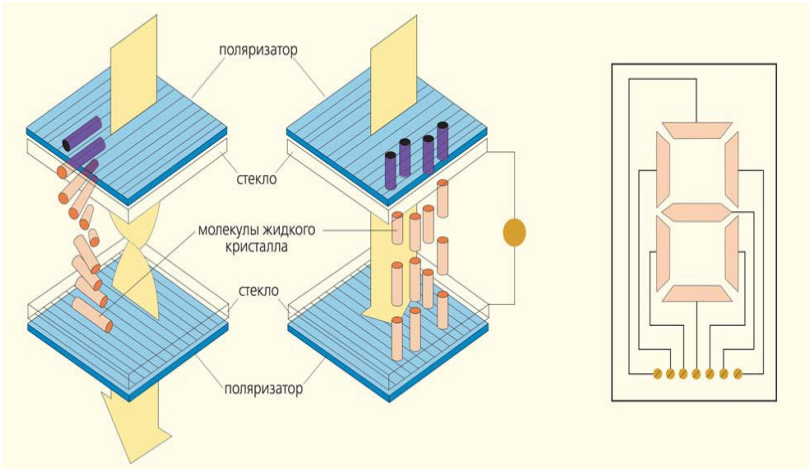


Рисунок 2.2 - Схема роботи РК індикатора на твіст-ефекті до включення (зліва) і після включення (в середині) електричного поля [9, с. 67].

При прикладанні слабкого електричного поля відбуваються також перетворення одного типу орієнтації молекул в інший (див. рис.2.2). Ці перебудови лежать в основі роботи будь-якого РК індикатора, основа якого - згадана електрооптична комірка. Цей багатошаровий пристрій складається з двох поляризаторів (їх площини поляризації взаємно перпендикулярні),між якими розташовані дві скляні пластинки з провідним напиленими контактами, а між ними - тонкий шар (~ 10-20 *мкм*) рідкого кристалу. Напилення на нижньому електроді - загальне,а на верхньому - у вигляді певної кількості смуг-електродів. Кожен з них електрично керується і вмикається за заданою програмою від мініатюрного генератора. Під впливом електричного поля тип орієнтації молекули рідкокристалічного шару змінюється – вони вишиковуються вздовж напряму поля. Наприклад, закручена (твіст)структура (за умови, що $\Delta\varepsilon>0$) перетворюється в гомеотропну. Світло, що падає на верхній поляризатор, стає плоскополяризованим, проходить через шар рідкого кристалу і відбивається від дзеркала, яке знаходиться під нижнім поляризатором - в підсумку вся система освітлена. Коли подається електрична напруга, орієнтація молекул змінюється і рідкокристалічний шар вже не здатний повертати площину поляризації падаючого світла, він поглинається нижнім поляризатором. Результат цього - непрозорість оптичної системи, темний фон на екрані індикатора. Включаючи різні електроди, можна отримати будь-які темні символи (букви, цифри) на світлому полі.

РК індикатори мають чимало переваг[9, с. 68], основні з них такі:низька управляюча напруга (1,5-5 *В*), мала споживана потужність (1-10 *мкВт*), швидкий відгук на сигнал (мілі- або мікросекунди), висока контрастність зображення, мала товщина РК екрану.

2.2 Застосування рідких кристалів у техніці

Особливий інтерес (див. для огляду [9]) представляють холестеричні рідкі кристали - вони застосовуються при створенні колірних РК індикаторів, оскільки здатні змінювати колірні характеристики під

впливом температури. Специфічно організована спіральна структура холестериків (див. рис.2.3) надзвичайно чутлива до різних зовнішніх впливів, в тому числі теплових. У більшості холестериків з ростом температури крок спіральної структури і довжина хвилі селективного відбивання світла зменшуються, що призводить до зміни кольору рідкого кристалу (рис.2.4), оскільки кожній температурі відповідає свій колір, то топографію її розподілу можна отримувати за колірною гамою.

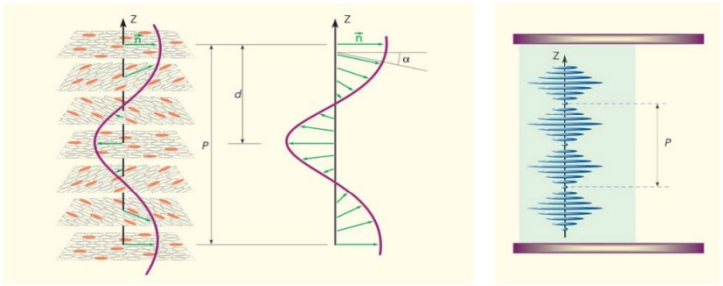


Рисунок 2.3Упаковка стрижнеподібних молекул в холестериках (зліва), схема спірального розташування n-директора (посередині) і планарна структура холестеричного кристалу(справа, Z - вісь спіралі; P - крок спіральної структури; d - період зміни оптичних властивостей; α - кут закручування спіралі; напрямок директора описує спіраль щодо осі структури) [9, с. 65].

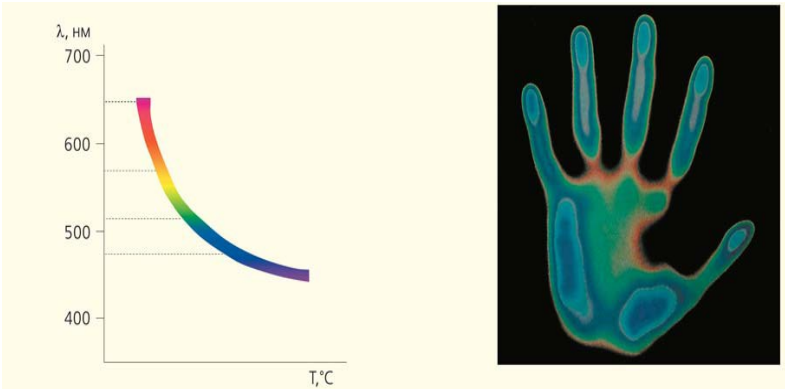


Рисунок 2.4 - Вплив температури на колір холестеричного рідкого кристалу і інвертована «кольорограма» руки людини (червоний колір відповідає більш низькій температурі, а синій - більш високій)[9, с. 68].

Чутливість холестериків, що дозволяє «пробігати» всі кольори видимого спектру в інтервалі 0,01-0,001°С, величезна, тому ці сполуки можуть служити високоефективними термоіндикаторами в техніці та медицині. Також активно розробляються суміші холестеричних рідких кристалів, які різко змінюють крок спіралі, а отже, і колір, під дією малих концентрацій шкідливих парів хімічних сполук. Такі РК індикатори за дуже короткий час (1-2 хв) змінюють забарвлення при перевищенні допустимої концентрації шкідливих парів, тобто грають роль хімічних датчиків.

Цікаві можливості відкриває застосування холестериків в дефектоскопії та неруйнівному контролі. Внаслідок різної теплопровідності рідкий кристал своїм кольором негайно вкаже ті ділянки, де є дефекти. Такий спосіб годиться, наприклад, для оцінки

однорідності багатошарових друкованих плат, якості спайки та з'єднань металевих і металокерамічних виробів.

Своєрідна молекулярна архітектоніка холестеричної спіралі призводить і до специфічних оптичних властивостей холестериків - кругового *дихроїзму* з надзвичайно високою оптичною активністю. Коли на зразок планарно орієнтованого рідкого кристалу падає неполяризоване світло, то в межах області селективного відбивання промінь розщеплюється на дві компоненти. Їх електричні вектори повертаються в протилежні боки: один - за годинниковою стрілкою (вправо), а інший – проти (вліво). Виникає круговий(або циркулярний) дихроїзм - ефект оптичної анізотропії. Якщо холестерична спіраль закручена вліво, то половина світла з лівою циркулярною поляризацією відбивається і стільки ж правополяризованого проходить через зразок. Ця специфічна особливість холестериків дозволяє створювати унікальні оптичні світлофільтри для видимого, УФ та ІЧ діапазонів спектра (λ = 250-104 *нм*). Якщо «праві» і «ліві» холестерики розділені шаром нематичного рідкого кристала, який змінює напрямок (знак) циркулярної поляризації світла, то весь світловий потік стає циркулярно поляризованим (лівої або правої закрутки, залежно від того, як була орієнтована спіраль холестерика). Ще одна дуже важлива особливість холестериків, обумовлена їх супрамолекулярної структурою, - величезна оптична активність. Вони здатні обертати площину поляризації світла на кут порядку 20 000 ° на міліметр товщини зразка.

Таким чином (див. для огляду [9]) РК сполуки стали основним елементом великої кількості різноманітних електронних приладів технічного та побутового призначення, знайомих практично кожній людині.

2.3 Перспективи застосування рідких кристалів у медицині

Рідкі кристали використовують і у медицині, а саме у термографії. Вони чутливі до зовнішніх умов, зокрема, в холестеричному рідкому кристалі при зміні зовнішніх чинників змінюється крок спіралі та частота, на якій відбувається відбивання світла. При фіксованому куті відбивання умови інтерференції виконуються тільки для пучків одного кольору, а тому плівка холестерика здається зафарбованою в один колір. Цей колір визначається кроком спіралі *P*, який залежить від довжини хвилі відбитого світла і показника заломлення холестерика. Холестерики настільки чутливі до зміни температури, що можна на око відрізнити області з різницею температур всього лише в одну соту частку градуса.

Для зручності застосування холестерики вводять у полімерні плівки і отримують капсульовані рідкі кристали. Ці плівкові матеріали використовуються в якості термометрів, а також для візуалізації і «фотографування» теплових полів. Щоб збільшити колірний контраст до складу плівок зазвичай вводять чорну фарбу. На такій плівці, накладеній на яку-небудь ділянку людського тіла, з'являється кольорове зображення, яке відображає розподіл температури. Так вдається виявляти вогнища запальних процесів, злоякісних утворень, а також діагностувати судинні захворювання. Подібні плівки вже використовуються в медицині в якості своєрідних «тепловізорів» для екстреної діагностики та виявлення локалізації запальних процесів в черевній порожнині: при апендициті, перитоніті, холециститі. На основі рідких кристалів розроблені стрічкові термометри. Для вимірювання температури досить покласти на чоло термометр, що складається з двох плівок, між якими поміщено рідкий кристал. Колір термометра визначає температуру практично одразу, менше ніж за 1 секунду, на відмінну від ртутного і спиртового (див. рис. 2.5).

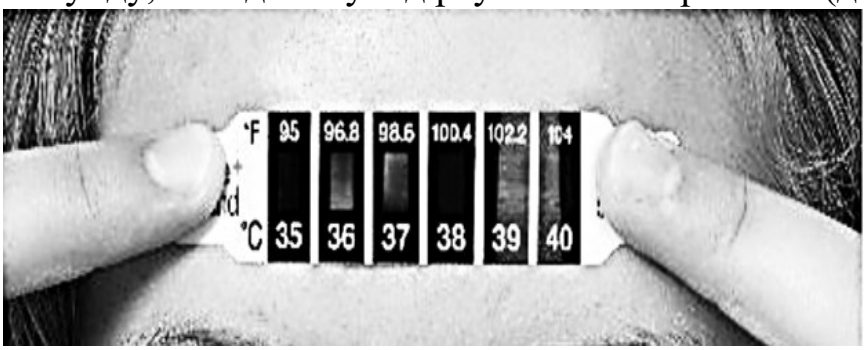


Рисунок 2.5 - Вимірювання температури за допомогою термометра, в основі якого рідкий кристал [8, с. 194].

Метод термографії використовують у медицині для експрес-діагностики захворювань, що супроводжуються локальним підвищенням температури тіла.

На досліджувану ділянку шкіри хворого накладають рідкокристалічну плівку, що фіксує область захворювання (зокрема, можна створити детальну і чітку картину кровообігу, локалізувати пухлину, визначити ступінь опіку тощо). Порівнюючи термограми тіла за різні періоди часу, можна прослідкувати за розвитком хвороби та виявити найефективніші методи лікування.

Орієнтацію смектичних кристалів можна змінити звуковою чи ультразвуковою хвилями. Шар рідкого кристалу приймає ослаблені тілом пацієнта хвилі. Їх розподіл інтенсивності фіксується у вигляді картинки з порушеною молекулярною орієнтацією смектика. Зважаючи на цей принцип, альтернативою для діагностики захворювань є ультразвуковий сонар-»рентген».

P. B. Morganand N. Efron[2] на основі рідких кристалів сконструювали електронні лінзи. Деякі люди потребують кілька різних

видів окулярів: для читання, водіння і для роботи за комп'ютером (з оптичною силою від +1,00 до +2,00 діоптрій). Перемикальні рідкокристалічні лінз комерціалізовані (PixelOpticsInc., Roanoke, VA, USA). Ключовою властивістю таких лінз є те, що вони перемикаються при надлишку напруги, що активізує лінзу. Причому потреба в енергії, необхідної для зміни оптичних властивостей системи, надзвичайно мала, а значення напруги, при якому явище спостерігається, дорівнює кілька вольт. (зміна оптичної сили відбувається за рахунок зміни рефрактивного індексу).

Виділимо окремо (на основі огляду [8]) низку медичних препаратів на основі рідкокристалічних матеріалів. Наприклад, Tolecine - доклінічний протипухлинний препарат, який також має антивірусну і антибактеріальну дії. Цей препарат демонструє високу протипухлинну активність, а саме протидіє аномальній проліферації клітин в тканині або органі. Також відзначимо Apatone- препарат клінічної фази проти раку простати на пізній стадії. Дія цього лікарського препарату розрахована на клітини, що мають запалені або пошкоджені білки. Природа Apatone наслідує цукор, тому легко проникає крізь клітинну мембрану. Опинившись всередині ракових клітин препарат викликає оксидантний стрес, який є порушенням прооксидантної та антиоксидантної рівноваги. Процес послаблює пухлинні клітини, призводячи до їх загибелі.

Рідкі кристали застосовуються у фармації, адже вони збільшують розчинність важкорозчинних лікарських засобів. Багато речовин краще розчиняються в ліотропних рідких кристалах (наприклад, гідрокортизон). Окрім цього вони контролюють вивільнення лікарської речовини. Ліотропні рідкі кристали використовують для стабілізації вуглеводневої піни. Варто згадати [8] також лікарські препарати, що можуть бути включені в технологію рідких кристалів: Цефазолін, Цефуроксим, Кліндаміцин, Естріол, Інсулін, Індометацин, Клотримазол, Граміцидин, Нітрогліцерин, Лідокаїн тощо. На сьогоднішній день вчені також активно досліджують виникнення захворювань через проникнення бактерій у слиз, беручи до уваги, що слиз є рідкокристалічною рідиною.

РОЗДІЛ 3
МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РІДКИХ КРИСТАЛІВ

3.1 Принципи роботи віскозиметрів

Віскозиметр – прилад для визначення в’язкості речовини. У найпоширеніших капілярних віскозиметрах в’язкість вимірюють за часом витікання речовини через капіляр з об’єму, обмеженого мітками, або за об’ємом речовини, що витікає через капіляр за певний час [11].

У віскозиметрах використовуються два різних підходи:

- на основі швидкості витікання рідини з малого отвору або з капіляра;
- на основі швидкості падіння кульки у в’язкому середовищі.

Перша методика заснована на формулі Пуазейля, що задає залежність між об'ємом рідини, що витікає із трубки радіусом R і довжиною l:

$$V = \frac{1}{\eta}\frac{\pi R^4}{8l}(p_1 - p_2)t$$

де p_1 і p_2 - тиск на торцях трубки, t - час витікання, η – коефіцієнт в’язкості.

Другий підхід базується на визначенні швидкості падіння кулі у досить в’язкому середовищу (формула Стокса):

$$\upsilon = \frac{2gR^2}{9\eta}(\rho_1 - \rho_2)$$

де υ - швидкість падіння кулі в рідині; ρ_1 - густина матеріалу кулі; ρ_2 - густина рідини, R - радіус кулі.

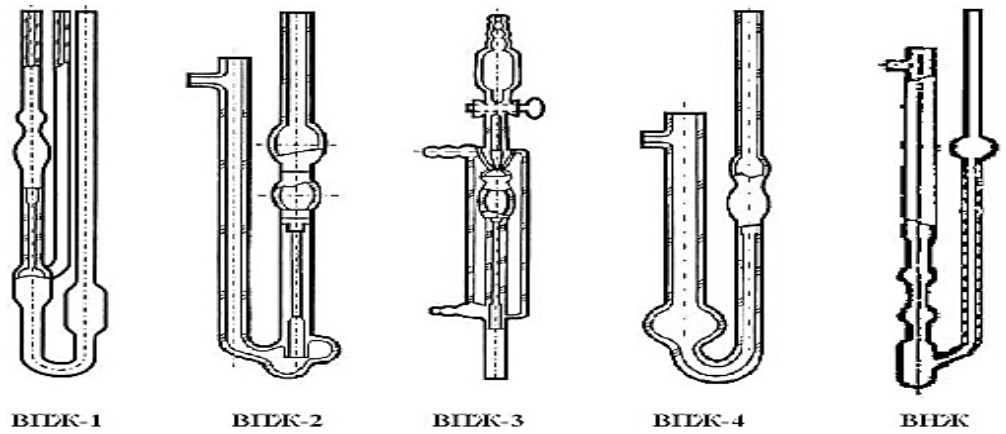


Рисунок 3.1- Види віскозиметрів [4]

Віскозиметри Брукфільда поділяються на три основних підтипи: аналогові (із круговою шкалою), цифрові й програмувальні. Основне розходження між ними полягає в способі відображення результатів. В аналогових віскозиметрах результат зчитується по покажчику на круговій шкалі, а в цифрових виводиться на дисплей. Крім того,

цифрові віскозиметри обладнані аналоговим виходом 0-10 *мВ*, до якого можна підключити різні зовнішні пристрої, такі як дисплей, контролер або самопис. Внутрішній пристрій аналогових і цифрових віскозиметрів практично однаковий і також однакова методика використання (рис.3.1) [6].

3.2 В’язкість рідких кристалів

В'язкість рідких кристалів (внутрішнє тертя) - властивість чинити опір поступальному переміщенню молекул рідини та орієнтаційному руху директора **L**. Величина в'язкості рідких кристалів одного порядку з в'язкістю звичайних рідин. Однак її прояви відрізняються від перебігу в ізотропних рідинах внаслідок наявності в мезофазіорієнтаційної впорядкованості молекул і пов'язаної з нею залежності коефіцієнтів в'язкості від орієнтації директора **L**, яка може змінюватися в залежності від швидкості потоку. Протікання може спотворювати орієнтаційну впорядкованість молекул, і, навпаки, зміна орієнтації, наприклад, зовнішнім полем, може викликати в нематику потоки. Анізотропія в'язкості, тобто залежність коефіцієнтів в'язкості від орієнтації директора, значно ускладнює експериментальні дослідження в'язкості при вимірюванні її стандартними віскозиметрами, оскільки в таких дослідах виразно проявляється неньютонівської характер потоків мезофази, який складається в залежності коефіцієнта в'язкості від градієнта швидкості.

Специфічною особливістю рідких кристалів є також наявність в них, поряд із зсувною, поворотної в'язкості, коли при відсутності поступального руху молекул можливий лише поворот директора, або навпаки - поворот директора може супроводжуватися також поступальним рухом молекул. Однак в обох випадках повороти директора пов'язані з дисипативними процесами в рідкому кристалі. Це означає, що в рідких кристалах мають місце два типи дисипативних втрат: втрати в звичайних явищах зсувної в'язкості і втрати, пов'язані з поворотом директора.

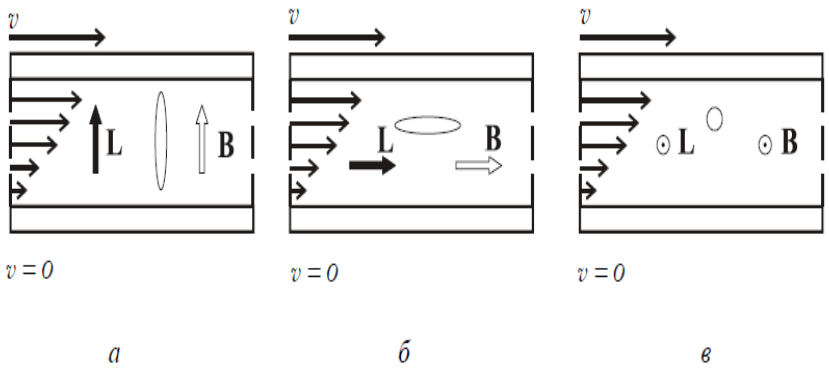


Рисунок3.2 - Коефіцієнти зсувної в'язкості (а - коефіцієнт η1: директор Lпаралельний градієнту швидкості; б - коефіцієнт η2: директор L паралельний напрямку потоку; в -

коефіцієнт η3:директор L перпендикулярний до напрямку потоку і градієнта швидкості) [5, с. 78]

Експериментально зсувна в'язкість рідких кристалів детально досліджена лише для нематиків. Найбільш надійні результати таких досліджень отримані в умовах строгої фіксації умов експерименту, коли зовнішнім магнітним полем досягалася певна орієнтація директора стосовно напрямів потоку і градієнта швидкості (див. на рис. 3.2).

Отримані в експериментах коефіцієнти в'язкості η_1, η_2 і η_3 названі коефіцієнтами Мієсовича. Досліди свідчать, що для всіх нематиків при зміні напрямку магнітного поля можна змінити і коефіцієнт в'язкості. На рис. 3.3 показана типова залежність коефіцієнтів в'язкості від температури для нематиків. В ізотропній фазі в'язкість нематика характеризується одним коефіцієнтом. Найменшу в'язкість мають нематики, найбільшу - смектики, а в'язкість холестериків має проміжне значення.

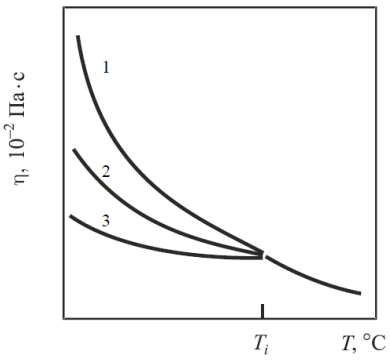


Рисунок 3.3 - Температурна залежність коефіцієнтів Міесовіча (1-η_1; 2-η_2 ; 3-η_3)[5, с.79]

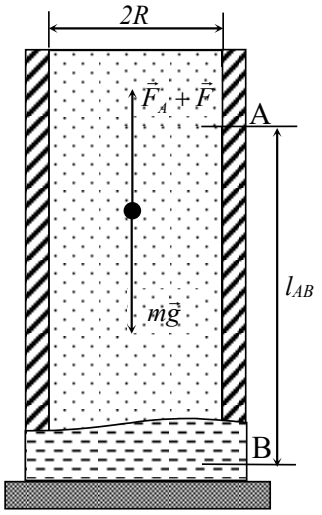


Рисунок 3.4

Для порівняння наведемо коефіцієнти в'язкості води і гліцерину при кімнатній температурі. Для води η = 0,001 Па·с, для гліцерину η=0,83 Па·с. Наявність орієнтаційної впорядкованості молекул в рідких кристалах призводить як до анізотропії зсувної в'язкості, так і до появи в них поворотної в'язкості, що не має аналогів в ізотропних рідинах. Тому вивчення в'язкості рідких кристалів розширює уявлення про в'язкість взагалі. Рідкий кристал одночасно може бути охарактеризованим і коефіцієнтами в'язкості («рідинна компонента»), і коефіцієнтом пружності («кристалічна компонента»). У цьому також полягає подвійність властивостей рідких кристалів [5, с. 77-80].

3.3 Особливості руху тіла у в'язкій рідині. Метод Стокса длявизначення коефіцієнта в'язкості рідини

Одним із методів (див., наприклад [7, с. 96-97]) визначення коефіцієнта динамічної в'язкості η є метод Стокса, що ґрунтується на вимірюванні швидкості рівномірного руху тіла сферичної форми (кульки) в досліджуваній рідині.

Розглянемо падіння кульки в нерухомій рідині. На кульку діють три сили (рис. 3.4): сила тяжіння $m\vec{g}$, відштовхувальна (архімедова) сила $\vec{F}_A$ та сила в'язкості (внутрішнього тертя) $\vec{F}$, спрямована проти руху кульки. Спочатку тіло рухається рівноприскорено, однак зі збільшенням швидкості сила в'язкості $F = 6\pi\eta r\upsilon$ збільшується, тому настає рівновага сил:

$$mg = F + F_A . \tag{3.1}$$

Відштовхувальна сила визначається виразом:

$$F_A = m_p g = V\rho_p g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_p g \tag{3.2}$$

де m_p - маса рідини в об'ємі кульки; ρ_p - густина рідини; V - об'єм кульки; g - прискорення вільного падіння.

Сила тяжіння, яка діє на кульку, визначається виразом:

$$m_к g = V\rho_к g = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_к g , \tag{3.3}$$

де $\rho_к$ - густина кульки. Підставляючи вирази для сил (3.1), (3.3) та (3.6) у формулу (3.2), отримуємо:

$$,\frac{4}{3}\pi r^3 \rho_k g = 6\pi r\eta\upsilon + \frac{4}{3}\pi r^3 \rho_p g \tag{3.5}$$

звідки коефіцієнт в'язкості:

$$\eta = \frac{2}{9}\cdot\frac{r^2(\rho_k - \rho_p)g}{\nu}. \tag{3.6}$$

У даній роботі падіння кульки відбувається в циліндричній посудині з внутрішнім радіусом *R*. З поправкою на вплив стінок циліндра формула (3.6) набуває вигляду:

$$.\eta = \frac{2}{9}\cdot\frac{r^2(\rho_k - \rho_p)g}{\upsilon(1+2{,}4\frac{r}{R})}. \tag{3.7}$$

Прилад для визначення коефіцієнта в'язкості складається з циліндричної трубки, заповненої рідиною; на трубці є дві мітки – А та В (рис. 3.4). Верхня мітка розміщена на такій відстані від рівня рідини, щоб кулька, пройшовши цю відстань, вже рухалась рівномірно. На відстані l_{AB} кулька матиме швидкість рівномірного руху $\upsilon = l_{AB}/t$, де t – час руху кульки між мітками.

Підставляючи (3.6) в (3.5) та враховуючи, що в досліді будуть вимірюватися діаметр кульки *d* та внутрішній діаметр *D* циліндричної трубки, отримуємо розрахункову формулу:

$$.\eta = \frac{1}{18} \cdot \frac{d^2(\rho_k - \rho_p)gt}{\iota_{AB(1+2,4\frac{d}{D}}}. \quad (3.9)$$

3.4 Дослідження властивостей типових косметичних засобів з додаванням рідких кристалів

Проведений експеримент складався із декількох етапів і полягав у визначенні коефіцієнта в'язкості. Для досліду були використані: пластикова циліндрична посудина, металева кулька, лінійка (з ціною поділки 1 *мм*), чорний маркер, термометр (з ціною поділки 1°*C*), камера смартфону iPhone 8 Plus з можливістю відеозйомки з частотою 25 кадрів за секунду, додаткові скляні посудини та косметичний засіб «Biotraitementbeauty» з додаванням рідких кристалів. Для знаходження коефіцієнта в'язкості за формулою Стокса (3.9) необхідно знати ряд параметрів: густину кульки, густину рідини, діаметр кульки, внутрішній діаметр трубки (колби, в якій падає кулька), температуру рідини, відстань, пройдену в рідині, та час, за який кулька пройшла цю відстань.

Оскільки наперед було відомо лише, що кульки виготовлені зі свинцю з невеликими домішками сурми, то не можна було скористатися табличними даними густини свинцю. Для визначення густини кульок за методом Архімеда (див. рис. 3.5) спочатку було знайдено масу всіх кульок. Після цього у колбу налито воду певного об'єму, насипано кульки, а тоді визначено новий об'єм рідини разом з кульками. Тіло, занурене у воду, витісняє об'єм води, рівний об'єму цього тіла. За різницею рівнів води у трубці знаходимо об'єм кульок.

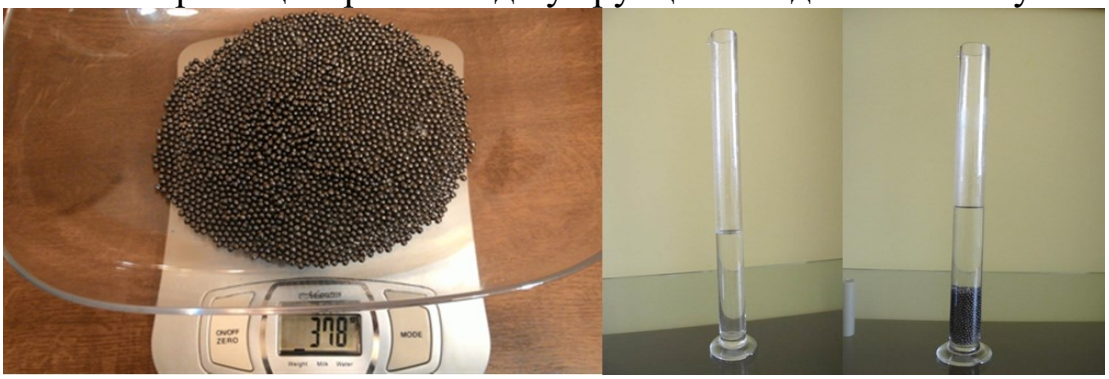


Рис. 3.5 – Застосування методу Архімеда для експериментального визначення густини кульок за їхньою масою та об'ємом.

Далі обчислюємо густину за формулою:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{378\text{г}}{35\ \text{см}^3} = 10{,}8\,\frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 10800\,\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Діаметр кульок для експерименту виміряно за допомогою мікрометра (вимірювання проведено тричі). За допомогою лінійки виміряно зовнішній діаметр трубки та мікрометром товщину її стінки. Внутрішній діаметр можна знайти за формулою $D = D_{\text{зовн}} - 2h = 3{,}6 - 2\cdot 0{,}2 = 3{,}2$ *см* $= 32\cdot 10^{-3}$ *м*. Густину косметичного засобу

«Biotraitementbeauty» також обчислюємо, попередньо вимірявши його об’єм та масу (див. табл. 3.1-3.3).

Для досліду за методом Стокса потрібна була спеціальна підготовка трубки: лінійка закріплюється до пластику так, щоб було видно відстань між мітками, які нанесені чорним маркером (для контрастності) на склі на відстані 2 *см*.

Рис. 3.6 - Підготовлена до тестового експерименту колба; кадри, де кулька проходить мітки на трубці.

Експеримент з падінням кульок у кожній рідині фіксувався на відео. Отримані відеофайли з допомогою спеціалізованої програми MovaviClips розкладено на кадри та відібрано ті з них, де кулька проходить певні мітки на трубці (див. рис. 3.6). За часовою інформацією з відповідних відеокадрів було визначено проміжки часу між двома положеннями кульки та відстань між мітками. Дані розрахунків за формулою (3.9) та оцінки похибок (див. методику, описану в Додатку А) представлені в таблицях 3.1-3.3.

Таблиці 3.1-3.3 Дані експерименту з визначення в'язкості при різних температурах

№ п/п	d, 10^{-3} м	Δd, 10^{-3}м	D, 10^{-3} м	ΔD, 10^{-3} м	T, ºС	t, с	Δt, 10с	η, Па·с	$\Delta\eta$, Па·с	ε, %
1	3,04	0,03				0,33	0,01			
2	3,12	0,05				0,36	0,02			
3	3,06	0,01				0,33	0,01			
с.з.	3,07	0,03	32	0,5	20	0,34	0,01	0,70	0,08	11,86

№ п/п	d, 10^{-3} м	Δd 10^{-3} м	D, 10^{-3} м	ΔD, 10^{-3} м	T, ºС	t, с	Δt, 10 с	η, Па·с	$\Delta\eta$, Па·с	ε, %
1	3,04	0,03				0,27	0,01			
2	3,12	0,05				0,26	0			
3	3,06	0,01				0,24	0,02			
с.з.	3,07	0,03	32	0,5	35	0,26	0,01	0,54	0,07	12,76

№ п/п	$\rho_к$, $\frac{кг}{м^3}$	$\Delta\rho_к$, $\frac{кг}{м^3}$	$\rho_р$, $\frac{кг}{м^3}$	$\Delta\rho_р$, $\frac{кг}{м^3}$	l_{AB}, 10^{-3} м	Δl_{AB}, 10^{-3} м	g, м/с^2	a

с.з.	10800	309	875	123	20	0,5	9,8	1,813

Таким чином, розраховані на основі результатів експерименту при різних температурах значення коефіцієнта в'язкості потрапляють в інтервали: η_1=(0,70±0,08)Па·с; η_2=(0,54±0,07)Па·с з відносними похибками ε_1=11,86% та ε_2=12,7% відповідно (досить значна похибка обумовлена швидким процесом падіння кульки, оскільки невеликою є відстань, на якій вдалося чітко зафіксувати проходження тілом міток на трубці). Відзначимо також хорошу щільність результатів розрахунків для різних за розміром кульок, що доводить суттєві переваги автоматичного методу вимірювання часу падіння кульки на основі відеофіксації досліду та подальшої покадрової розгортки експерименту.

ВИСНОВКИ

На основі проведеного у даній роботі дослідження можна у підсумку відзначити наступне:

1. Особливості будови та властивостей холестеричних рідких кристалів (зміна під дією зовнішніх впливів кроку спіралі та відбивальної частоти) дозволяють застосовувати їх у біомедичному напрямку термографії.

2. Аналіз структури ліотропних рідких кристалів вказує на перспективу застосування таких матеріалів у фармакології в якості каталізаторів проникнення через клітинні мембрани, а також для покращення розчинності лікарських препаратів.

3. Потребує подальшого обґрунтування проблема покращення ефективності косметологічних засобів для шкіри та волосся при додаванні рідкокристалічних домішок.

4. Показано, що адаптація методики фотофіксації результатів експериментів через поєднання цифрового обладнання для мікрозйомки та інструментарію спеціалізованого програмного забезпечення для обробки фотокадрів дає покращені можливості для визначення коефіцієнта в’язкості біомедичних речовин з домішками рідких кристалів.

5. Вимірювання коефіцієнта в’язкості типових косметологічних рідкокристалічних засобів може виступати критерієм якості таких сумішей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Andrienko D. Introductiontoliquidcrystals// JournalofMolecularLiquids.- 2018.- vol. 267.- pp. 520-541.
2. Morgan P.B.Contactlenscorrectionofpresbyopia // Cont. LensAnteriorEye.- 2009.- № 32(4).- С. 191–192.
3. ShaikhZeba, NaikNikita, DusanePrachee, RaneBhushan, GujarathiNayan, AhirraoRajeshLiquidcrystallinesystem: a novelapproachfordrugdelivery" // JournalofBiomedicalandPharmaceuticalResearch.- 2015.- vol. 4(1).- pp. 22-32.
4. Віскозиметри капілярні. URL: http://standart-m.com.ua/izmeritelnye-pribory/viskozimetry/viskozimetry-kapillyarnye-vpzh (дата звернення: 10.01.2021)
5. Гриценко Н.И. Физика жидкихкристаллов: учебноепособие. Чернигов: ЧНПУ им. Т.Г.Шевченко,2015.- 344 с.
6. Методи визначення в'язкості. URL: https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8_%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B2%27%D1%8F%D0%B7%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96#.D0.92.D1.96.D1.81.D0.BA.D0.BE.D0.B7.D0.B8.D0.BC.D0.B5.D1.82.D1.80.D0.B8 (дата звернення: 13.01.2021)
7. Механіка та молекулярна фізика. Лабораторний практикум / Укладачі: Дідух Л.Д., Скоренький Ю.Л., Крамар О.І., Довгоп'ятий Ю.М., Ганкевич В.В.- Тернопіль: ТНТУ, 2011.- 136 с.
8. Ортинська А.В. Перспективи застосування рідких кристалів у медицині // Молодий вчений.- 2017.- № 10.- С. 192-196.
9. Шибаев В.П. Жидкиекристаллы - «кентавры» природы // Природа.- 2012.- № 1. С. 61-69.
10. Шибаев В.П. Необычныекристаллы и загадочныежидкости // Соросовскийобразовательный журнал.- 1996.- №11.- С. 37-46.
11. Шмиг Р.А., Боярчук В.М., Добрянський І.М., Барабаш В.М. Термінологічний словник-довідник з будівн. та архітектури.- Львів, 2010. С. 50.

Додаток А

Метод максимальної (граничної) похибки (на основі [7, с. 21-22])

1) Середнє значення виміряної величини *x*:

$$x_c = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_1,$$

де *n* – кількість дослідів.

2) Розрахунок абсолютних похибок окремих вимірів:

$$\boldsymbol{\Delta x_i = |x_c - x_i|}$$

3) Середня абсолютна похибка:

$$\boldsymbol{\Delta x_c = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \Delta x_i}$$

4) Відносна похибка розрахунку:

а) у випадку багатократного проведення дослідів по вимірюванню часу падіння

$$;\varepsilon = \frac{\Delta\eta_c}{\eta_c}\cdot 100\%;$$

б) у випадку одного досліду по вимірюванню часу падіння на основі формули (3.9) отримуємо:

$$\varepsilon = \left(a\frac{\Delta d_c}{d_c} + \frac{\Delta t_c}{t_c} + \frac{(\Delta l_{AB})_c}{(l_{AB})_c} + \frac{(\Delta\rho_к)_c + (\Delta\rho_p)_c}{(\rho_к)_c - (\rho_p)_c} + \frac{2{,}4\frac{d_c}{D_c}}{1+2{,}4\frac{d_c}{D_c}}\cdot\frac{\Delta D_c}{D_c} \right)\cdot 100\%,$$

$$a = 2 - 2{,}4\frac{\frac{d_c}{D_c}}{1+2{,}4\frac{d_c}{D_c}},$$

$$\Delta\eta = \frac{\varepsilon\cdot\eta}{100\%}.$$

ВІДДІЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК

СЕКЦІЯ «АВІА- ТА РАКЕТОБУДУВАННЯ, МАШИНОБУДУВАННЯ І РОБОТОТЕХНІКА»

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗМІВ З КРОКОВОЮ ХОДОЮ НА ОСНОВІ КІНЕТИЧНИХ СКУЛЬПТУР

Роботу виконав:
Вирста Богдан Володимирович,
учень 10 класу Тернопільської
загальноосвітньої школи №16

Науковий керівник:
Крамар Олександр Іванович,
к.ф.-м.н., доцент кафедри
фізики ТНТУ ім. І. Пулюя

Обґрунтування технічних параметрів механізмів з кроковою ходою на основі кінетичних скульптур

Вирста Богдан Володимирович; *Тернопільська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №16 імені Володимира Левицького Тернопільської міської ради; 10 клас*

Науковий керівник: *Крамар Олександр Іванович, доцент кафедри фізики Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя, кандидат фізико-математичних наук*

Розвиток підходів у конструюванні роботизованих механізмів на основі зооморфних та антропоморфних прототипів зумовлює інтерес до застосування машин з кроковою ходою як альтернативи традиційним колісним агрегатам. Серед значної кількості конструкторських ідей привертають увагу проекти на основі механізмів Тео Янсена з кроковою ходою (так звані Strandbeest, «пляжні звірі»). Принципи їх функціонування зумовлюють широкі перспективи їх застосування у гірничодобувній промисловості, військовій справі, при пересуванні по місцевості зі складним рельєфом, освоєнні позаземних об’єктів, вирішенні господарських справ пересічних користувачів тощо.

У роботі здійснено систематизацію знань про властивості, будову, шляхи використання та можливості модифікації механізмів Тео Янсена з кроковою ходою. Показано, що для успішного прототипування стопохідних механізмів необхідне чітке обґрунтування їх конструктивних особливостей на основі математичного та фізичного моделювання поведінки окремих вузлів системи. З використанням оптимізованих 3D-моделей елементів конструкції здійснено 3D-друк та подальше їх поєднання в єдиний механізм. На базі типової проектної документації розроблено власний прототип павукоподібної машини з кроковою ходою.

Ключові слова: *Кінетичні скульптури, strandbeest, «пляжні звірі», Тео Янсен, механізм з кроковою ходою.*

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Кінетичні скульптури, їх види та роль у імітації біологічних систем.
1.1. Поняття про кінетичні скульптури.
1.2. Види кінетичних скульптур.
1.3. Роль кінетичних скульптур у імітації біологічних систем.
РОЗДІЛ 2. Машини тео янсена з кроковою ходою, їх властивості та перспективи розвитку.
2.1. Властивості машин Тео Янсена з кроковою ходою
2.2. Модифікації машин Тео Янсена з кроковою ходою
2.3. Перспективи застосування механізмів з кроковою ходою
Розділ 3. Конструювання власного модифікованого прототипу машини тео янсена з кроковою ходою.
3.1. Елементна база модифікованого прототипу машини з кроковою ходою
3.2. Застосування технології 3D-друку для виготовлення елементів конструкції механізму
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність дослідження. Суттєвий технологічний прогрес у конструюванні роботизованих механізмів на основі зооморфних та антропоморфних прототипів (для прикладу, розроблені компанією Boston Dynamics концепти роботів Spot та Atlas [1; 9]) відновив інтерес до застосування машин з кроковою ходою як альтернативи традиційним колісним агрегатам. Серед значної кількості конструкторських підходів варто окремо виділити дуже незвичні, але технічно добре спроектовані, збалансовані та реалізовані Тео Янсеном стопохідні машини, що класифікуються як Strandbeest (так звані «пляжні звірі»). Через свої властивості та будову вони можуть рухатися по нерівних та непостійних поверхнях ефективніше, ніж це робить колісний транспорт. Це відкриває широкі перспективи їх застосування: у гірничодобувній промисловості, військовій справі, при пересуванні по місцевості зі складним рельєфом, освоєнні позаземних об’єктів, вирішенні господарських справ пересічних користувачів тощо.

Мета дослідження полягає в тому, щоб систематизувати знання про властивості, будову та шляхи використання механізмів Тео Янсена з кроковою ходою, акумулювати інженерну інформацію про способи модифікації «пляжних звірів» з метою отримання їх нових властивостей та розробки підходів стосовно конструювання власних прототипів машин такого класу.

Для реалізації мети в цій роботі потрібно виконати наступні завдання:

- зібрати та проаналізувати інформацію про властивості, будову та шляхи використання механізмів Тео Янсена з кроковою ходою;
- знайти спосіб побудови власного стопохідного механізму Тео Янсена та сконструювати свій прототип.

Новизна роботи полягає у дослідженні властивостей стопохідних механізмів Тео Янсена та шляхів побудови власного прототипу цього механізму.

Об’єктом дослідження є особливості конструкції механізмів Тео Янсена, їхня поведінка на нерівних та непостійних поверхнях.

Предметом дослідження є показник фактора опору, який є характеристикою траєкторії руху стопи, і його відмінності у різних модифікаціях механізмів Тео Янсена з кроковою ходою.

Матеріалом для дослідження слугував власний прототип механізму Тео Янсена з кроковою ходою.

Відповідно до специфіки об’єкта дослідження, мети та завдань роботи використано різні методи: описовий (для опису властивостей,

будови та шляхів використання стопохідних машин Тео Янсена; для опису способів модифікації «пляжних звірів»), порівняльний (для порівняння показників фактора опору різних модифікацій «пляжних звірів»).

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості використання власного прототипу механізму з кроковою ходою для потреб у різних сферах життя людини, зокрема для руху по нерівних та непостійних поверхнях, у потребі модифікації та стандартизації технічної документації для виготовлення стопохідного механізму з метою його демонстрації на заходах з популяризації науки.

РОЗДІЛ 1
КІНЕТИЧНІ СКУЛЬПТУРИ, ЇХ ВИДИ ТА РОЛЬ У ІМІТАЦІЇ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

1.1. Поняття про кінетичні скульптури

З давніх часів митці створюють різного роду скульптури, які переважно є нерухомими. Прагнення людини оживити мистецькі твори призвело до започаткування специфічного арт-напрямку *кінетизму* або кінетичного мистецтва, якому притаманні також цікаві інженерні рішення. Кінетичні скульптури – це рухомі та динамічні витвори мистецтва, які приводяться у рух вітром, водою, електричними чи магнітними силами.

Перші відомі рухомі витвори мистецтва у вигляді звичайних ляльок з підвісними руками та ногами, які могли рухатись, були знайдені у Єгипті, переважно у гробницях фараонів [3]. У період Ренесансу вперше був створений механічний годинник, який базувався на принципі штовхання штанг та був конфігурований з курантами (це також приклад рухомої скульптури).

Нарешті, сучасний кінетизм уже нараховує дуже багато стилів для динамічних витворів мистецтва, серед яких, зокрема, можна виділити мобілі Александра Колдера, кінетичні машини, або так звані «пляжні звірі», Тео Янсена та вітрові скульптури Лаймана Уітакера.

Немає кращої системи, аніж та, що придумана природою. Часто кінетичні скульптури можуть імітувати біологічні системи. Це допомагає створювати механізми, які є пристосовані до перебування та функціонування у навколишньому середовищі. Наприклад, «пляжним звірам» Тео Янсена притаманне ходіння на власних ногах, що є характерним для тварин, вітрові скульптури Лаймана Уітакера рухаються за допомогою своїх лопатей, що конструювалися подібно до крил птахів.

1.2. Види кінетичних скульптур

Мобілі Александра Колдера

Александр Колдер був знаковим митцем, який використовував природні сили як конструктивну презентацію. Він завжди захоплювався демонстрацією рухів.

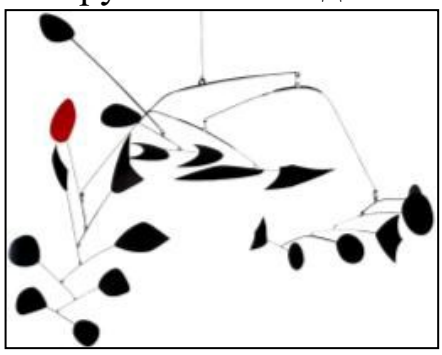


Рис. 1.1 – Мобіль Александра Колдера [3].

Розроблений Колдером “мобіль” (рис. 1.1) – випадкова динамічна форма, яка приводиться у рух вітром [3]. Свої роботи митець конструював на

основі важелів, а основними деталями його скульптур є дроти, підвішені на стелі або на штативі, та прикріплені до них рухомі сталеві листи. Коли дує вітер, ці сталеві листочки тихо погойдуються.

Для механізмів на основі важелів важливим є таке поняття як баланс. За його присутності всі частини кострукції нерухомо перебувають на своїх позиціях. Для опису балансу об'єктів у фізиці та техніці застосовують правило моментів сил. Момент сили – це фізична величина, що дорівнює добутку сили, що діє на тіло, на плече цієї сили [10]:

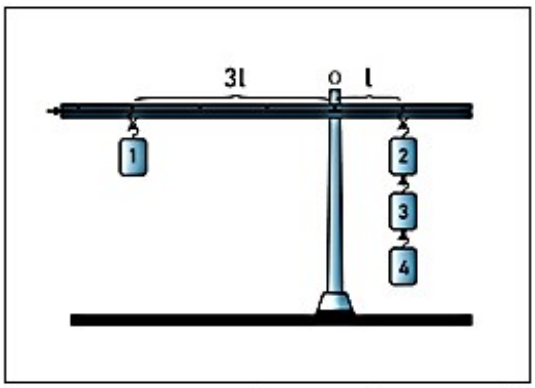


Рис. 1.2 – Важіль у рівновазі, яка досягається тоді, коли $\frac{F_1}{F_{2,3,4}} = \frac{l}{3l}$ [10].

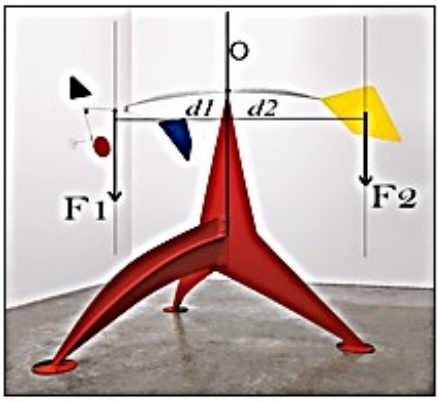


Рис. 1.3 – Мобіль Александра Колдера

$M = Fd$, де F – сила, що діє на тіло, d – плече цієї сили.

За умовою рівноваги важеля, баланс у системі досягається тоді, коли сума моментів сил відносно певної осі дорівнює нулю (див. рис. 1.2 та рис. 1.3): $M_1 + M_2 + \cdots + M_n = 0$

На рисунку 1.3 показано один з мобілів Колдера, який перебуває у рівновазі. Досягти цього стану можна, правильно знайшовши положення центра мас скульптури та підібравши маси відповідних елементів так, щоб:

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$, де F_1 та F_2 –сили тяжіння, що діють на елементи скульптури скульптури, d_1 та d_2 – плечі цих сил.

Вітрові скульптури Лаймана Уітакера

Часто кінетичні скульптури приводяться в рух повітряними потоками. Такий принцип руху є природнім (отже,

Рис. 1.4 – Вітрова скульптура Лаймана Уітакера

екологічним), а також дає можливість розміщувати витвори мистецтва назовні. Кінетичні скульптури, які приводяться у рух силою вітру, називаються вітровими.

Створенням вітрових кінетичних скульптур займається, зокрема, американський скульптор Лайман Уітакер (рис. 1.4), що вніс значний вклад у розвиток цього напрямку мистецтва. Попри те, що у теперішній час існують багато можливостей високоточного проектування вітрових кінетичних скульптур за допомогою комп'ютерів, сам митець надає перевагу експериментальному шляху.

Обтікання тіла повітрям базується на законі збереження енергії: потенціальна енергія перетворюється в кінетичну та навпаки, але їхня сума залишається однаковою [12]. В газодинаміці потенціальна енергія визначається тиском потоку повітря, а кінетична – його швидкістю (закон Бернуллі).

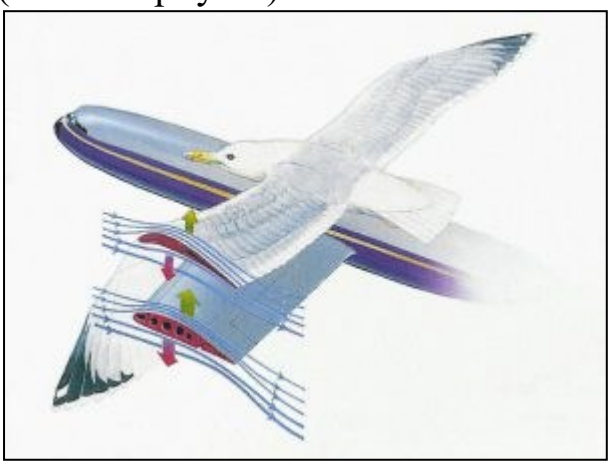


Рис. 1.5 – Обтікання повітрям крила. Тиск потоку повітря під крилом більший, а над ним – менший (різниця тисків створює силу, завдяки якій літаки можуть літати, а вітрові кінетичні скульптури – рухатись) [12].

До речі, принцип, за яким були сконструйовані крила літаків чи лопаті вітряків, а також лопаті вітрових скульптур Лаймана Уітакера, базується на особливостях польоту птахів. Відзначимо, що крила літаків та крила птахів подібні між собою за будовою (рис. 1.5). Тому вітрові кінетичні скульптури Лаймана Уітакера також можна вважати прикладом імітації біологічних систем.

Стопохідні машини. «Пляжні звірі» Тео Янсена

Іноді кінетичні скульптури можуть відтворювати рухи, притаманні людям чи іншим біологічним системам. До прикладу, машини з кроковою ходою (*plantigrade*, стопохідні) відтворюють процес ходіння людини. Перший такий механізм був винайдений російським математиком Пафнутієм Львовичем Чебишовим та презентований ним же на Всесвітній виставці в Парижі 1878 року (див. додаток А). Стопохідні кінетичні скульптури різняться між собою системою їхніх «ніг», тобто тим, яким чином здійснюється рух по площині.

Великий вклад у розвиток сучасних стопохідних машин зробив нідерландський скульптор Тео Янсен. Його химерні інженерні витвори

називають «пляжними звірями», адже здебільшого їх запускають на узбережжі моря (рис. 1.6).

Рис. 1.6 – «Пляжний звір» Тео Янсена [11].

«Пляжні звірі» Тео Янсена приводяться в рух силою вітру та нагадують дивовижних створінь, які прудко перебирають десятками ніг. Генетичні алгоритми скульптора здатні симулювати біологічну еволюцію видів [12].

У роботах Тео Янсена знаходять застосування принципи стопохідної машини, основний вузол якої перетворює обертальний рух у поступальний, завдяки якому ноги «звірів» рухаються (рис. 1.7). Будова їхньої ноги є однією з найпоширеніших та найефективніших серед інших стопохідних машин.

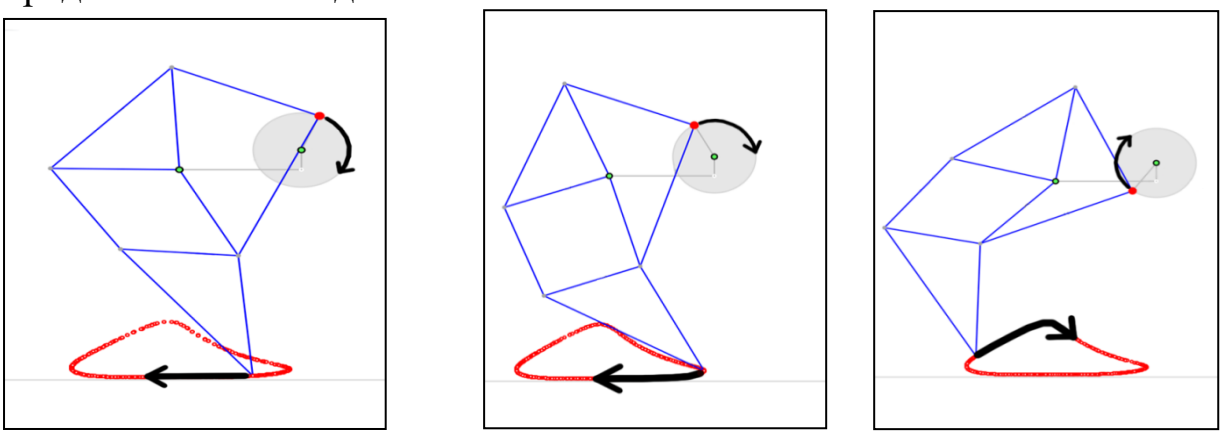


Рис. 1.7 – Вигляд ноги «пляжного звіра» Тео Янсена та послідовність її рухів [19].

1.3 Роль кінетичних скульптур у імітації біологічних систем

На основі викладеного вище можна стверджувати, що іноді кінетичні скульптури можуть імітувати базові ознаки біологічних систем - наприклад, лопаті вітрових скульптур Лаймана Уітакера мають будову, схожу до будови крил птахів, стопохідні машини пересуваються подібно до четвероногих тварин тощо. Така властивість кінетичних скульптур дозволяє використовувати їх у різних технічних сферах значно ефективніше, ніж інші механізми, що й стало мотивацією для дослідження у даній роботі шляхів застосування та оптимізації «пляжних звірів» Тео Янсена.

Основна сфера, в якій можуть застосовуватися машини Тео Янсена з кроковим ходом – це транспортування. Через свою будову на нерівній поверхні землі вони мають значну перевагу над колісними видами транспорту. На відміну від колеса, стопохідні машини мають змогу переступати різні перешкоди завдяки періодичності своїх кроків (рис. 1.8). Також при переході з нижчого рівня поверхні на вищий більшу ефективність і економічність показують саме стопохідні машини, якщо мова йде про нерівну поверхню (рис. 1.9).

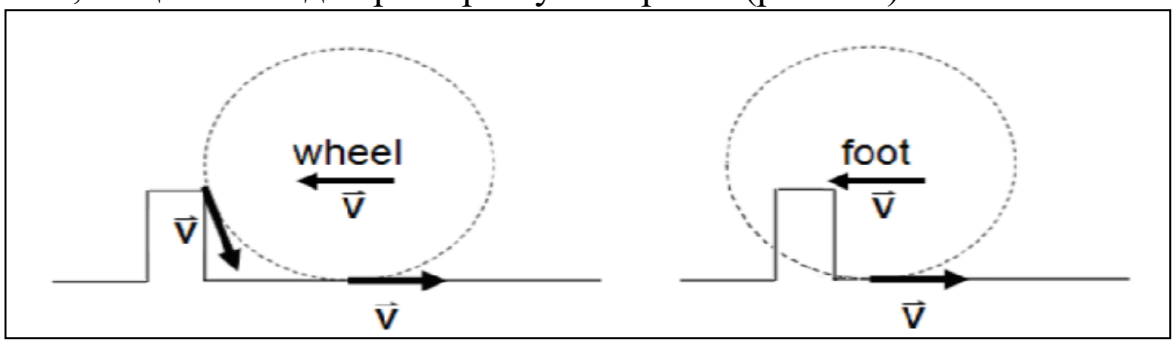


Рис. 1.8 – Демонстрація переваги ноги над колесом: стопохідні механізми можуть переступати перешкоди, в той час як транспорт з колесами наїжджає на них (що супроводжується зайвими витратами енергії) або взагалі не може подолати цієї перешкоди [8].

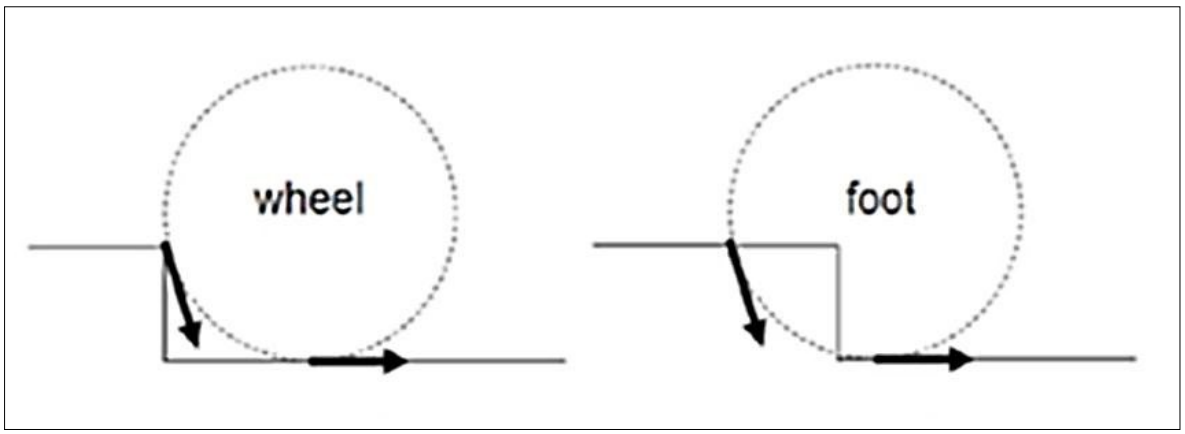


Рис. 1.9 – Демонстрація переваги ноги над колесом при переході з нижчого рівня на вищий. В обох випадках витрачається додаткова енергія для подолання висоти. Попри це, колесо через свою будову не спрацьовує так ефективно, як це робить стопохідна машина [8].

Такі переваги стопохідних машин над колесом дають змогу використовувати їх у різних сферах, наприклад при транспортуванні вантажів, у робототехніці тощо (рис. 1.10).

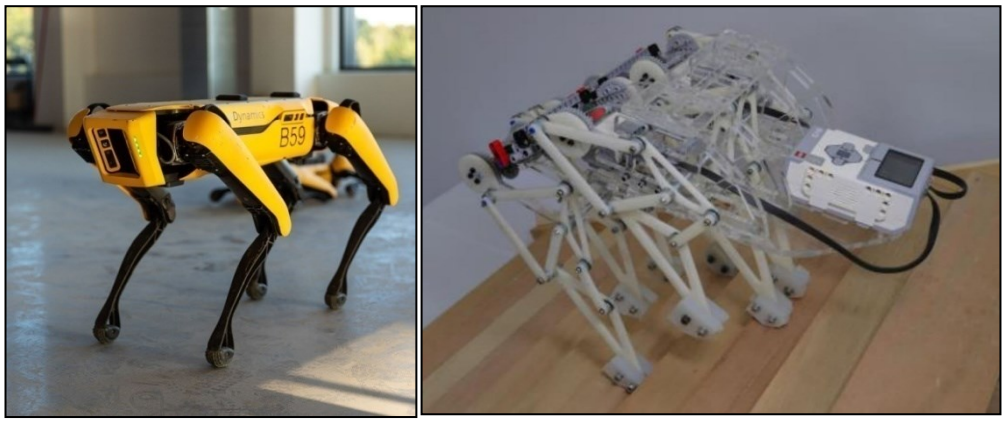


Рис. 1.10 – Робот компанії Boston Dynamics, кінцівки якого побудовані за моделлю ніг стопохідної машини (зліва) та «пляжний звір» Тео Янсена, модифікований для пересування по сходах (справа) [13; 7].

Існують інклюзивні проекти, в яких інвалідний візок обладнують стопохідним механізмом Тео Янсена, що може дати переваги у пересуванні по нерівних поверхнях та через перешкоди, а також робить можливим процес проходження сходів (див. рис. 2.10).

Також є ідеї застосування автоматизованих стопохідних механізмів Тео Янсена для транспортування руди у шахтах, де часто спостерігається нерівність та змінний характер поверхні [6].

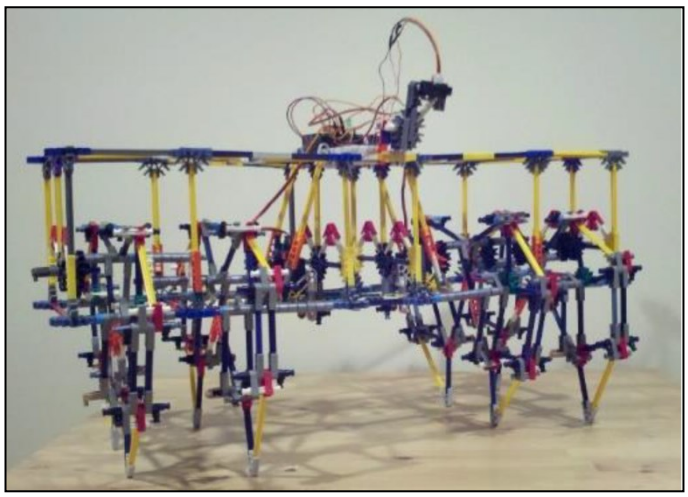


Рис. 1.11 – Автоматизований «Пляжний звір» - робот [6].

У підсумку відзначимо, що стопохідні машини мають значну перевагу над колесами при пересуванні по нерівних поверхнях зі складним рельєфом. Такі механізми, на відміну від колеса, можна модифікувати, створюючи нові варіації стопохідних машин. Про різні версії машин Тео Янсена з кроковою ходою далі йдеться у нашій роботі.

РОЗДІЛ 2
МАШИНИ ТЕО ЯНСЕНА З КРОКОВОЮ ХОДОЮ, ЇХ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

2.1. Властивості машин Тео Янсена з кроковою ходою

Стопохідні (з кроковою ходою) машини Тео Янсена (або «пляжні звірі», *нід*. strandbeest) – це кінетичні скульптури, які можуть пересуватися за допомогою своїх ніг (рис. 2.1). В якості джерела руху ці скульптури використовують силу вітру або механічний рух по колу.

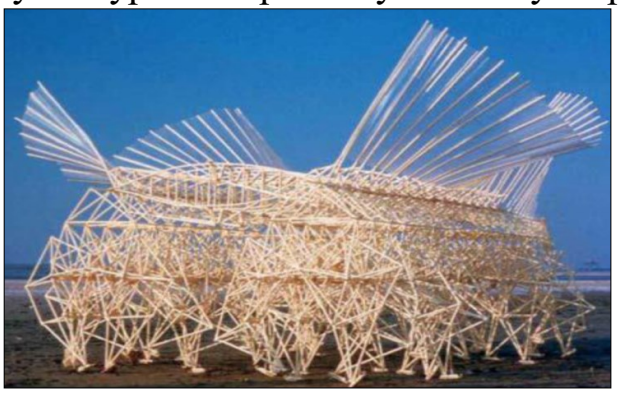


Рис. 2.1 – «Пляжний звір»« Тео Янсена [18].

В основі механізму «пляжних звірів» лежить тип конструкції ноги, запропонований Тео Янсеном (рис. 2.2).

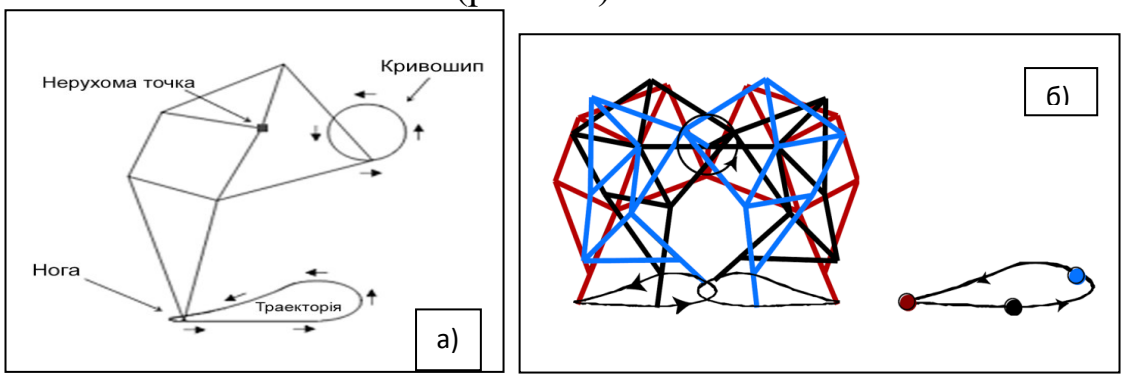


Рис. 2.2 – Будова ноги «пляжного звіра» а) та загальний вигляд машини з кроковою ходою і траєкторії руху її ніг б) [8; 4].

Нога складається з 10 ланок різних довжин та 7 вузлів, в яких ці ланки з'єднуються. Лише один з цих вузлів є нерухомим, всі інші можуть рухатися. Джерелом руху слугує кривошип, який рухає вузол, приєднаний до нього, по коловій траєкторії певного радіусу. Завдяки цьому нога рухається по певній траєкторії (рис. 2.2, а).

Зазвичай «пляжні звірі» складаються з багатьох ніг, які синхронізовані в один механізм та симетричні між собою відносно центра механізму (рис. 2.2, б). Різниця у фазі оберту вузла, який рухається по коловій траєкторії, між двома сусідніми ногами складає мінімум 120° (тобто вузол однієї ноги крутиться пізніше від вузла іншої ноги на 120° обороту по колу). Саме це робить ходу «пляжного звіра» плавною.

Траєкторія руху ноги «пляжного звіра» має форму еліпса, один кінець якого загострений та занижений відносно іншого кінця (див. рис. 2.3). Траєкторія складається з *шляху відштовхування* (на рисунку це F1-F2), тобто частини шляху, де нога торкається поверхні та відштовхується від неї, та *шляху повернення*, тобто частини шляху, де нога не торкається поверхні. Також траєкторія має максимальну висоту H, на яку може піднятися нога, йдучи цим шляхом. Саме через таку властивість стопохідні машини Тео Янсена можуть переступати через перешкоди, в той час як колеса мають обмежені можливості стосовно подолання висотних нерівностей шляху.

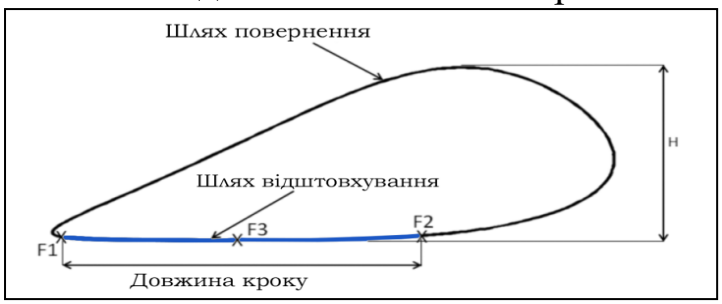
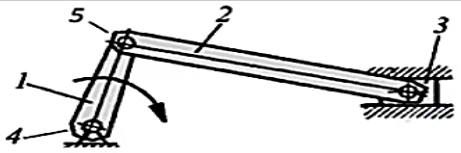


Рис. 2.3 – Траєкторія руху ноги «пляжного звіра» [2].

Створення такого типу ноги було доволі непростою задачею. Основним завданням Тео Янсена під час проектування ноги «пляжного звіра» було знаходження таких довжин кожної ланки, щоб механізм міг вільно та плавно пересуватися по поверхні (розрахунок базується на системі нелінійних рівнянь, отриманих із застосуванням звичайної теореми Піфагора [12]).



$$L_1{}^2 = (x_4 - x_5)^2 + (y_4 - y_5)^2$$
$$L_2{}^2 = (x_3 - x_5)^2 + (y_3 - y_5)^2$$

Рис. 2.4 – Приклад проектування ноги «пляжного звіра» [12].

Припустимо, ми маємо дві ланки 1 та 2, з'єднані між собою вузлом 5 (рис. 2.4). Нам відомі координати точок 3 та 4 в декартовій системі координат, і ми хочемо знайти координати вузла. Оскільки кут між ланкою 1 та 2 є прямим (90°), то можна розглянути прямокутний трикутник, а отже, використати теорему Піфагора. Знаючи, що довжина ланки 1 становить $L_1 = \sqrt{(x_4 - x_5)^2 + (y_4 - y_5)^2}$, а ланки 2 $L_2 = \sqrt{(x_3 - x_5)^2 + (y_3 - y_5)^2}$, можемо записати таке рівнянння:

$$(x_4 - x_5)^2 + (y_4 - y_5)^2 + (x_3 - x_5)^2 + (y_3 - y_5)^2 = (x_3 - x_4)^2 + (y_3 - y_4)^2$$

Розв'язавши це рівняння відносно x_5 і y_5, знайдемо координати вузла 5.

Зрозуміло, що кожна нога містить більше одного вузла, що значно ускладнює розв'язання задачі. Для її вирішення Тео Янсен використовував написану ним комп'ютерну програму, яка й підібрала

належні координати вузлів, завдяки чому митець зміг знайти пропорції кожної з ланок ноги.

2.2. Модифікації машин Тео Янсена з кроковою ходою

Машини Тео Янсена добре підходять для переміщення по нерівних та непостійних поверхнях. Циклічність рухів ніг, різниця у їхній фазі та форма траєкторії руху стопи – ось чинники, завдяки яким «пляжні звірі» можуть впевнено пересуватись по нерівностях. Та все ж не усі перешкоди може здолати класичний «пляжний звір», тому набули популярності різні модифікації стопохідних машин Тео Янсена, які є більш функціональними порівняно з оригіналом. Наприклад, модифіковані «пляжні звірі» можуть стрибати, ступати на більшу висоту, повільним темпом відходити назад чи просто тупцювати на місці. Все це можливе через зміну траєкторії руху стопи.

Створенням нових модифікацій стопохідних машин Тео Янсена експериментальним шляхом займалися японські науковці Казума Комода та Хіроакі Вагацума [5]. Свої експерименти вони проводили шляхом маніпуляцій (руху) центрального вузла, який у класичних «пляжних звірах» є нерухомий та закріплений в одному положенні. Наприклад, можна почати обертати його разом з крайнім вузлом та підібрати правильну різницю у фазі їхніх обертань, або просто змінити положення центрального нерухомого вузла відносно усього механізму, і тоді нога крокуючої машини почне рухатись по іншій, новій траєкторії. Експеримент показав, що якщо почати піднімати центральний вузол, то й гострий кінець траєкторії стопи теж почне підніматись, змінюючи своє положення відносно усієї ноги [5] (рис. 2.5).

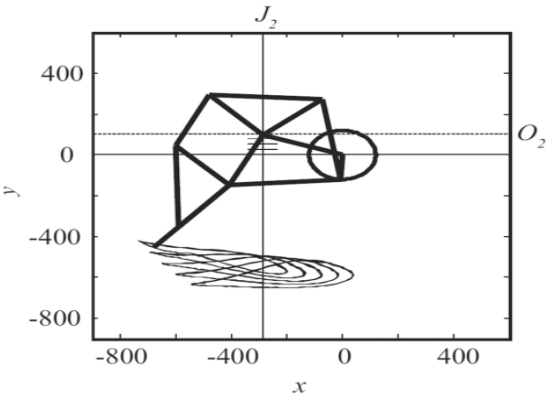


Рис. 2.5 – Зміна положення траєкторії руху стопи при піднятті центрального вузла (J2; O2) [5].

А що, як рухатись буде не лише крайній вузол, приєднаний до кривошипу, а й центральний, при тому вони будуть рухатися з певною різницею у фазах? Такий експеримент було проведено: центральний вузол почали піднімати на певну висоту й опускати назад, а також була встановлена певна різниця у фазах рухів обох вузлів (центрального і крайнього) [5]. Результат експерименту проілюстровано на рисунку 2.6.

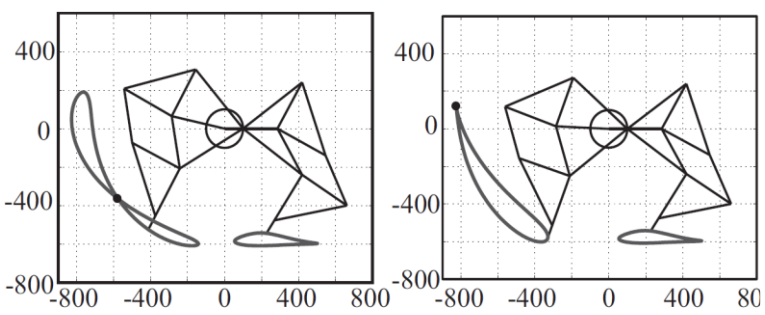


Рис. 2.6 – Результати руху центрального вузла (J2; O2) від положення (x; 0) до (x; 375) з різницею у фазі 139° (ліва частина) і 68° (права частина) [5].

На рисунку 2.6 центральний вузол піднімали до положення (x, 375) та опускали назад до положення (x, 0). На лівій картинці різниця у фазі становить 139°, і найвища точка траєкторії сягає висоти y = 189,63. На правій картинці різниця у фазі становить 68°, і найвища точка траєкторії сягає висоти y = 119,74.

Шляхом такого експерименту було відкрито дві різні модифікації траєкторії руху стопи «пляжних звірів» Тео Янсена. Вони мають значні переваги над оригінальною траєкторією: тепер нога може сягати у 10 разів вище, аніж могла сягнути до того, а також модифікована траєкторія руху стопи позбулась гострих кутів, що дозволяє нозі рухатись плавно протягом усього часу (рис. 2.6, ліва частина). Остання з переваг корисна тим, що дозволяє механізму прослужити довше, адже без різких ривків ноги менше зношуються.

Таке дослідження показало, що періодичні рухи центрального вузла вгору-вниз піднімають гострий кінець траєкторії руху стопи, тож стопохідні машини Тео Янсена матимуть змогу сягати більшої висоти під час свого руху [5]. Але такі модифікації не є найефективнішими, оскільки стопа все ще дотикається до землі лише на дуже короткій ділянці своєї траєкторії, тому відштовхування від поверхні відбувається небагато, що означає менше руху по горизонталі.

Це породжує потребу у знаходженні інших форм траєкторії руху стопи для тривалого використання при переході та «перестрибуванні» через перешкоди, тобто важливим є те, щоб стопа могла достатньо дотикатися до поверхні, щоб здійснювати нормальний рух у горизонтальному напрямку.

К. Комода та Х. Вагацума підмітили, що можна обертати не лише крайній вузол, приєднаний до кривошипу, а й центральний, який в оригіналі є нерухомим. Але як траєкторію обертання було обрано не коло, а еліпс певної форми. Отож, тепер рух ноги можна було охарактеризувати кількома новими характеристиками: *dV* – вертикальна ширина еліпса, *dH* – горизонтальна ширина еліпса, *fs* – фактор нахилу (англ. *squashed factor*), який визначає, наскільки градусів повернений еліпс від початкового положення, а також ϕ-φ –

різниця у фазі рухів центрального та крайнього вузла, де ϕ – це фаза обертання кривошипа, а φ – фаза обертання центрального вузла [4]. Не менш важливою характеристикою є так званий «фактор опору» (англ. *duty factor*), який визначає, яку частину траєкторії нога використала для відштовхування від поверхні, і дорівнює відношенню довжини ділянки траєкторії, де нога торкається землі, до довжини усієї траєкторії (рис. 2.7).

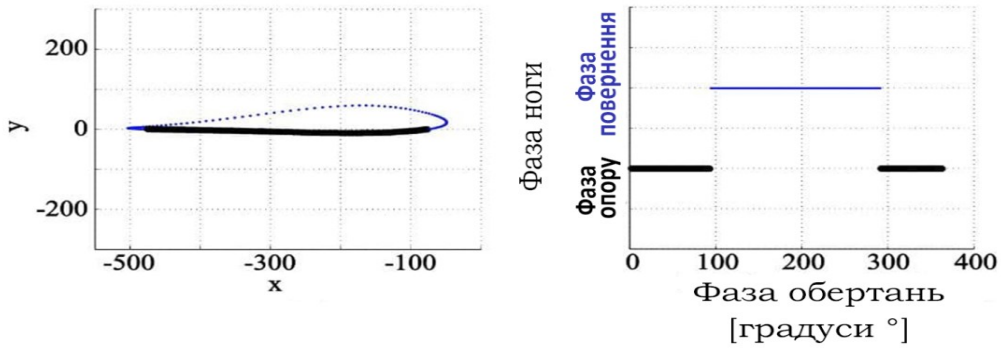


Рис. 2.7 – Визначення фактору опору, який визначає довжину частини траєкторії, прилеглої до поверхні. Чорні лінії позначають фазу опору (тут α), а сині лінії – фазу повернення, тобто фазу, коли нога повертається до фази опору (тут β) [4].

На правій частині рисунку показаний графік залежності фази траєкторії від фази обертань кривошипа. Фактор опору визначається відношенням довжини фази опору до довжини усієї траєкторії, тобто $\gamma = \alpha/(\alpha + \beta)$, який в цьому випадку дорівнює 0,46 [4]. При проведенні експерименту було отримано три типи траєкторій руху стопи: з гострим кутом на кінці, без гострого кута на кінці та у формі цифри 8 – назвемо це «вісімкоподібна» траєкторія (рис. 2.8).

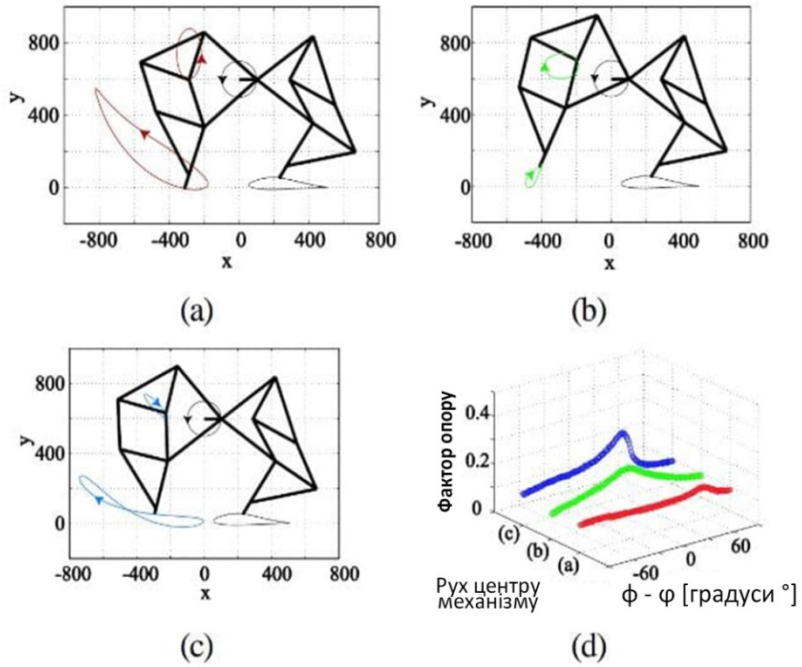


Рис. 2.8 – Можливі типи модифікованих траєкторій, що реалізуються завдяки різним рухам центрального вузла [4].

Траєкторія (a) при русі по вертикальному еліпсу вверх-вниз створює функцію перелізання на перешкоди (dV=280, ϕ–φ=0°). Траєкторія (b) при русі по горизонтальному еліпсі ініціює функцію крокування на місці (dH=100, ϕ–φ=120°). Траєкторія (c) при русі по еліпсу, нахиленому вбік, створює функцію перелізання на високі перешкоди при тривалому використанні (fs=315, ϕ–φ=300°). Фрагмент (d) демонструє поведінку факторів опору різних траєкторій в залежності від різниці у фазі руху (найвищий показник фактору опору сягає 0,27 у випадку (c), далі 0,21 у випадку (b), і найнижчий показник 0,13 у випадку (a) [4]). Відзначимо, що траєкторія (a) може слугувати для переходу через високі перешкоди, а траєкторія (b) дозволяє крокування на місці. З верхньої частини траєкторії (c) механізм може виконувати функції лазіння по високих перешкодах, а нижня частина дотикається до горизонтальної поверхні, хоча й небагато, та все ж це дозволяє здійснювати відштовхування від землі, і саме цей тип траєкторії має найбільший показник фактору опору (рис. 2.8 (d)). Через такі властивості «вісімкоподібна» траєкторія руху стопи є найбільш оптимальною та найкращою при тривалому використанні для переходу через високі перешкоди або для перелізання на них.

Такі модифікації розширюють діапазон використання механізмів Тео Янсена з кроковою ходою, що є важливим для їх розвитку при використанні у різних сферах життя людини і для розвитку стопохідних машин в цілому.

2.3. Перспективи застосування механізмів із кроковою ходою

З того часу, як людство винайшло колесо, кардинально змінилися технічні можливості нашої цивілізації. Такий винахід полегшив процес транспортування різноманітних вантажів та пересування загалом. Колесо зберігає свою визначальну важливість і донині, адже в багатьох сферах застосування, наприклад, у пересуванні на рівних поверхнях, йому немає рівних: рух колеса забезпечує швидкість, плавність і комфорт у пересуванні. Але якщо мова заходить про пересування по нерівних та непостійних поверхнях, то тут давній винахід має деякі, часом доволі суттєві, обмеження на можливості застосування.

«Пляжні звірі» Тео Янсена, як і стопохідні машини загалом, мають значні переваги над колісним транспортом, якщо йдеться про рух на непостійних та нерівних поверхнях (див. рисунок 1.8, 1.9). Вони здатні оминати перешкоди шляхом їхнього переступання або залізати на них успішніше, ніж це робить транспорт на колесах.

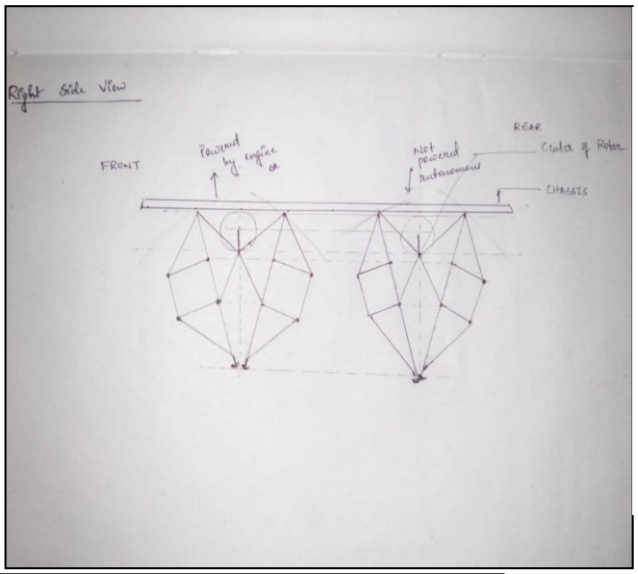


Рисунок 2.9 – Креслення механізму, намальовані конструктором, який має ідею щодо використання «пляжних звірів» Тео Янсена в гірничодобувній промисловості [10].

Рисунок 2.10 – Пересувне крісло на основі механізму «пляжних звірів» Тео Янсена, яке також може виконувати функції інвалідного візка [15].

Ідеї застосування стопохідних машин Тео Янсена та їх модифікацій використовуються у таких сферах: гірничодобувна промисловість, пересування по нерівній поверхні, яка постійно підвищується, сільське господарство, пересування у гірській місцевості, військова справа (як засоби розвідки та транспортування) і вдосконалення вже готових механізмів.

У підсумку відзначимо, що «пляжні звірі» Тео Янсена мають широкі перспективи застосування: там, де не зможе впоратися колесо, на допомогу прийде механізм Тео Янсена з кроковою ходою. Циклічність рухів ніг, різниця у їхній фазі та форма траєкторії руху стопи – ось чинники, завдяки яким стопохідні машини Тео Янсена можуть впевнено пересуватись по нерівних та непостійних поверхнях. Такі властивості цих механізмів роблять можливим їхнє використання у багатьох сферах життя людини, а різні модифікації «пляжних звірів» лише збільшують діапазон застосування стопохідних машин Тео Янсена.

РОЗДІЛ 3
КОНСТРУЮВАННЯ ВЛАСНОГО МОДИФІКОВАНОГО ПРОТОТИПУ МАШИНИ ТЕО ЯНСЕНА З КРОКОВОЮ ХОДОЮ

3.1. Елементна база модифікованого прототипу машини з кроковою ходою

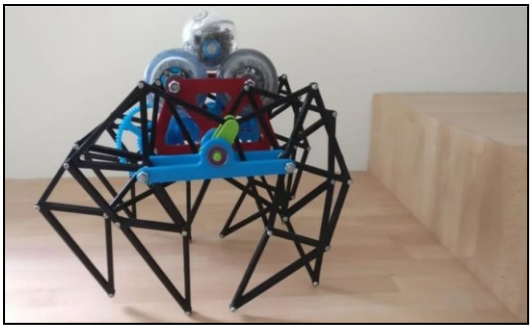


Рис. 3.2 – Один з прототипів «пляжного звіра» [14].

У веб-просторі є багато інформації про побудову механізмів Тео Янсена з кроковою ходою. Таку машину можна сконструювати навіть із підручних матеріалів, наприклад, із паличок для морозива (рис. 3.1 а).

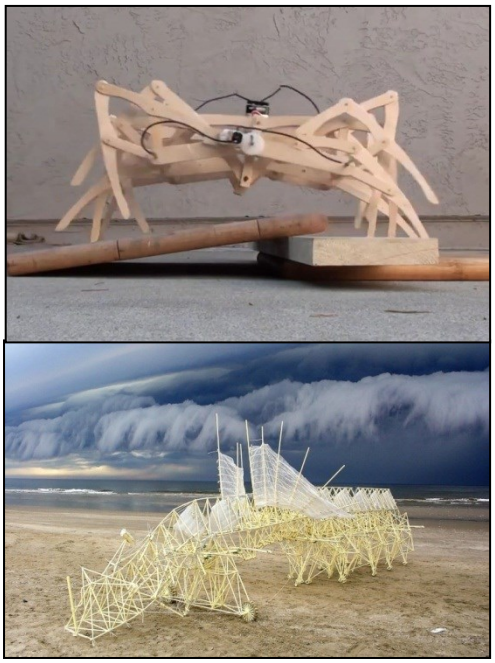


Рис. 3.1 – Механізм Тео Янсена з кроковою ходою, зроблений з паличок для морозива (а) і більш масштабний зразок, зроблений із трубок побутового призначення (б) [16; 18].

Сам винахідник пляжних звірів, Тео Янсен, будує свої машини з трубок побутового призначення, адже вони добре для цього підходять і є дешевими (рис. 3.1 б).

Елементи нашої конструкції було виготовлено з допомогою 3D-принтера. При розробці макету в якості нульового наближення базових моделей використовувався проект Thingiverse.com, де публікують різні 3D-моделі для вільного використання [14] (див. додаток Б та додаток В).

3.2. Застосування технології 3D-друку для виготовлення елементів конструкції механізму

У нашому проекті використано модифіковані 3D-моделі елементів конструкції для друку на 3D-принтері (процес друкування елементів з відповідним наповненням для забезпечення належної міцності є доволі довгим і триває десятки годин). Перелік необхідних елементів містить: деталі ніг (для восьми кінцівок), деталь головної та крайньої рами, деталі шестерень та кривошипів (див. додаток В). Загалом всі типи деталей, які були використані для побудови, показані на рисунку 3.3.

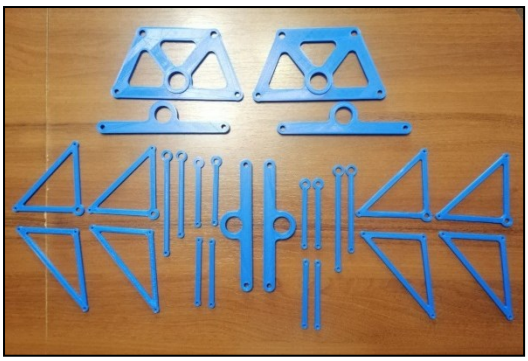


Рис. 3.3 – Деталі, які використовувались при побудові «пляжного звіра».

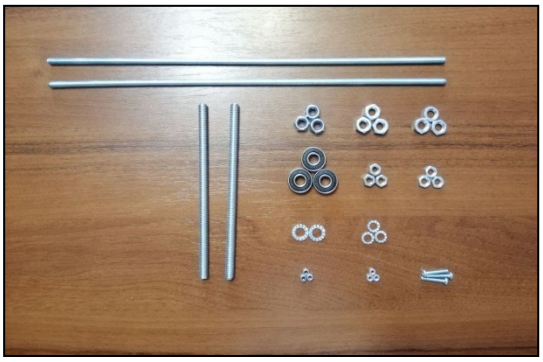


Рис. 3.4 – Елементи кріплення, які були використані при побудові павукоподібного «пляжного звіра».

3.3. Особливості монтажу кінетичних рушіїв

При конструюванні механізму з кроковою ходою ми використовували спеціальні елементи кріплення для рушіїв: гайки, болти, контргайки, зубчаті гайки, різьбові стрижні, підшипники. Для побудови зразка такого механізму було використано деталі діаметром 8 мм, 6 мм, 3 мм (рис. 3.4).

Для передавання обертового моменту ми використали 2 шестерні, з'єднані між собою. Одна з них (менша) кріпилась до невеликого електродвигуна, більша з шестерень кріпилась на центральній шпильці. Електродвигун за допомогою невеликої пластини з оргскла був приєднаний до шпильок, які з'єднують дві рамки так, щоб дві шестерні дотикались одна до одної та добре прокручувалися (рис. 3.5).

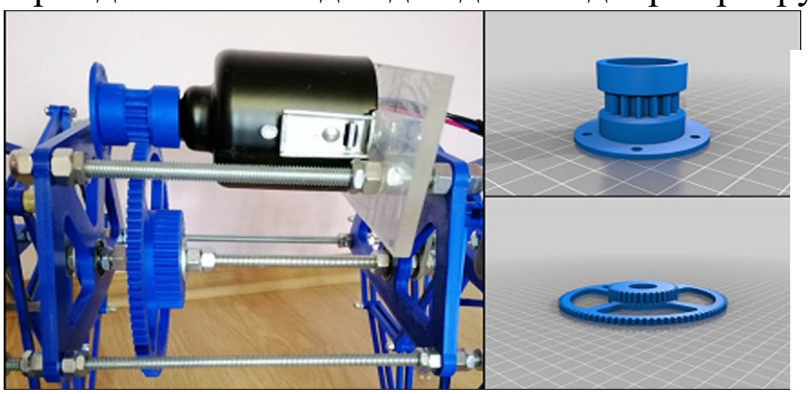


Рис. 3.5 – 3D-моделі шестерень та вже готові деталі, вмонтовані на «пляжного звіра» [14].

Важливо відзначити, що у ресурсі, який слугував нульовим наближенням конструкції, шестерень використовувалося більше – аж цілих 5 штук. У нашому прототипі використано лише 2 шестерні, що вказує на доречну, на нашу думку, оптимізацію початкової версії прототипу механізму Тео Янсена з кроковою ходою. Кривошипи (рис. 3.6) монтувалися до центральної шпильки.

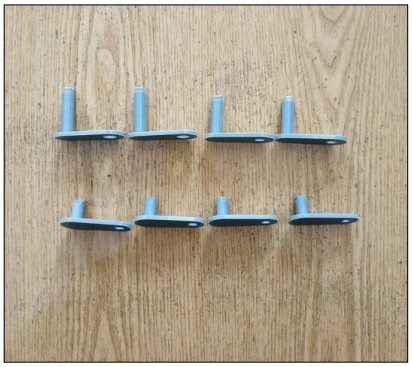


Рисунок 3.6 – Кривошипи, які використовувалися при побудові прототипу «пляжних звірів».

Після того, як основні деталі та елементи конструкції були змонтовані, а кінцівки приєднані до кривошипів, було здійснено тест-драйв нашого прототипу машини Тео Янсена з кроковою ходою (рис. 3.7).

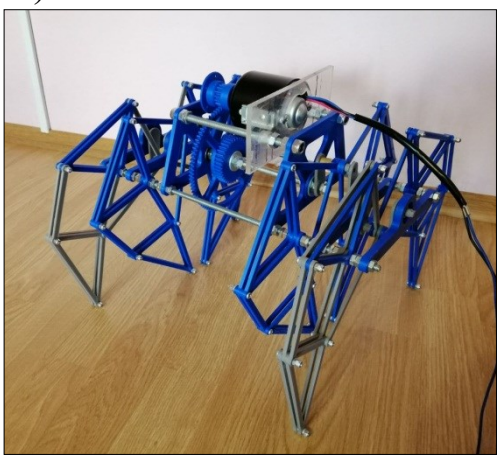


Рис. 3.7 – Власний прототип павукоподібної машини Тео Янсена з кроковою ходою.

Для живлення механізму-робота можна використовувати різні джерела: спеціальні генератори, які генерують зі стандартної мережі (220 вольт), живлення з параметрами, які відповідають застосованому електродвигуну, а також батареї та акумулятори. У нашому проекті ми використали компактний 12-вольтовий акумулятор (рис. 3.8).

Рис. 3.8 – Акумулятор, який живить роботизованого «пляжного звіра».

Наразі триває процес оптимізації нашого прототипу машини Тео Янсена з кроковою ходою для досягнення його автономності. Це передбачає наявність джерела живлення на корпусі самого робота, а також вивчаються можливості встановлення мікроконтролера на базі Arduino (у наступній ітерації нашого проекту).

ВИСНОВКИ

1. Різноманіття кінетичних скульптур, що характеризуються збалансованістю та простотою конструкції, може слугувати для цілей прототипування новітніх механізмів, які наслідують важільні природні системи.

2. Машини Тео Янсена з кроковою ходою, що мають риси, притаманні біологічним рухомим системам, забезпечують високу прохідність, ергономічність та екологічність.

3. Зміна траєкторії руху стопи, оптимізація фазування циклічного руху окремих частин кінцівок дає змогу модифікувати машини Тео Янсена з кроковою ходою для переміщення по поверхнях зі складним рельєфом.

4. Для успішного прототипування стопохідних механізмів необхідне чітке обґрунтування їх конструктивних особливостей на основі математичного та фізичного моделювання поведінки окремих вузлів системи.

5. Використання обладнання STEAM-лабораторії початкового рівня (для 3D-моделювання та 3D-друку елементної бази) дозволяє здійснити успішну технічну реалізацію машини з кроковою ходою. Зокрема, на базі типової проектної документації розроблено власний прототип павукоподібної машини з кроковою ходою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Faraji S., Pouya S., Atkeson C. G. and Ijspeert A. J. Versatile and robust 3D walking with a simulated humanoid robot (Atlas): A model predictive control approach. 2014 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Hong Kong. 2014. P. 1943-1950.- doi: 10.1109/ICRA.2014.6907116.
2. Giesbrecht D., Q. Wu Ch., Sepehri N. Design and Optimization of an Eight-Bar Leggedwalking Mechanism Imitating a Kinetic Sculpture «Wind Beast». Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering. 2012. Vol. 36, No. 4. P. 343-355.
3. Guang-Dah Chen, Chih-Wei Lin, Hsi-Wen Fan. The History and Evolution of Kinetic Art. International Journal of Social Science and Humanity. 2015. Vol. 5, No. 11. P. 922-930.
4. Komoda K., Wagatsuma H. A proposal of the extended mechanism for Theo Jansen linkage to modify the walking elliptic orbit and a study of cyclic base function. Proceedings of the 7th Annual Dynamic Walking Conference (DWC'12), 2012.
5. Komoda K., Wagatsuma H. A study of availability and extensibility of Theo Jansen mechanism toward climbing over bumps. The 21st Annual Conference of the Japanese Neural Network Society. 2011. P. 3-28.
6. Patnaik S. Analysis of Theo Jansen Mechanism (Strandbeest) and its Comparative Advantages over Wheel Based Mine Excavation System. IOSR Journal of Engineering. 2015. Vol. 5, Issue 7. P. 43-52.
7. Sengupta S., Bhatia P. Study of Applications of Jansen's Mechanism in Robot. International Journal of Advance Research and Innovation. 2017. Vol. 5, Issue 3. P. 354-357.
8. Shubham R. Kurkure, Vaibhav R. Patil et al. Study of Theo Jansen Walking Machine International Journal of Innovations in Engineering and Science. 2019. Vol. 4, No. 10. P. 107-113.
9. SPOT. User guide. Release 2.0, version a. URL: https://www.bostondynamics.com/sites/default/files/inline-files/spot-user-guide-r2.0-va.pdf (дата звернення: 06.02.2021).
10. Бар'яхтар В. Г., Довгий С. О. Фізика: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. Харків: Вид-во «Ранок», 2015.
11. Рейзбих Е. И., Поморов С. Б. Кинетическое искусство в архитектуре и дизайне. Вестн. АлтГТУ им. И.И. Ползунова. 2009. № 1–2. С. 193-197.
12. Що таке кінетичне мистецтво і як воно працює. URL: https://mors.in.ua/technology/2711-scho-take-kinetychne-mystectvo-i-yak-vono-pracyuye.html (дата звернення: 06.02.2021).

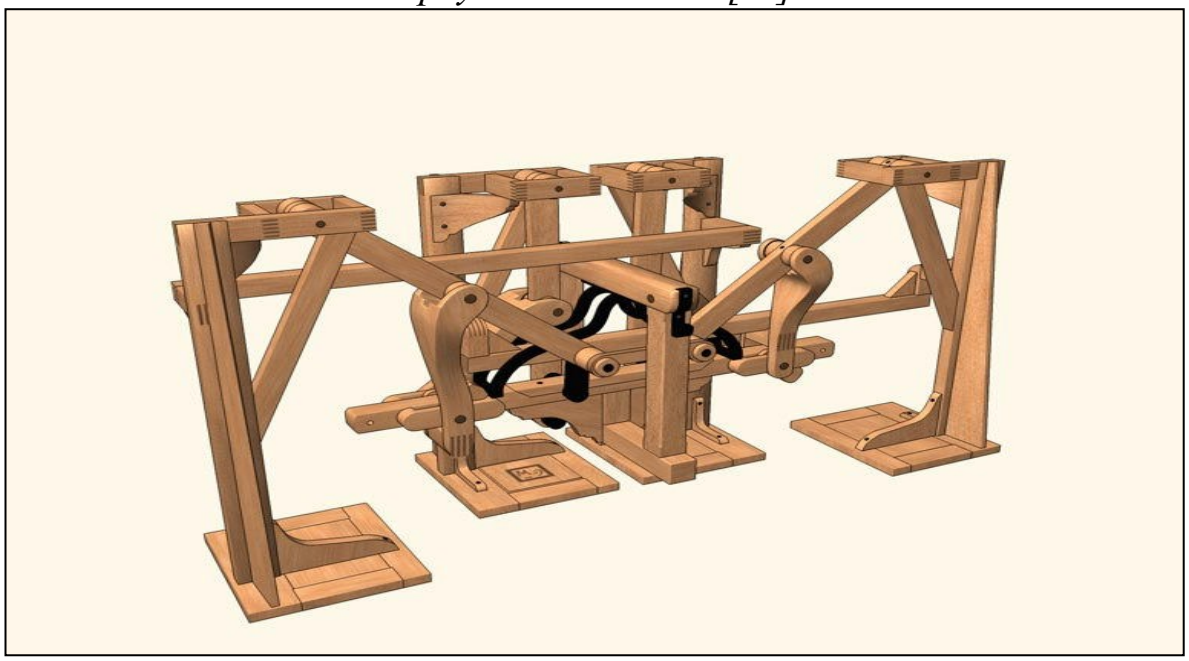
СПИСОК ПОСИЛАНЬ НА ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ

13. https://www.theverge.com/2020/1/23/21078295/boston-dynamic-spot-robot-ceo-marc-raibert-replaced-sdk-conference (дата звернення: 06.02.2021)
14. https://www.thingiverse.com/thing:4441701 (дата звернення: 06.02.2021).
15. https://www.youtube.com/watch?v=TzehmObSjAE (дата звернення: 06.02.2021).
16. https://www.youtube.com/watch?v=WKOfy_YfRr4 (дата звернення: 20.01.2021).
17. Lyman Whitaker wind sculptures. URL: https://www.pinterest.de/pin/192528952798790056/ (дата звернення: 06.02.2021).
18. Strandbeest. URL: http://www.strandbeest.com/ (дата звернення: 06.02.2021)
19. Walking Strandbeest. URL: https://library.fridoverweij.com/codelab/strandbeest/index.html (дата звернення: 06.02.2021).
20. Who is Alexander Colder? URL: https://www.thinglink.com/scene/647158344519254017 (дата звернення: 06.02.2021).

ДОДАТКИ

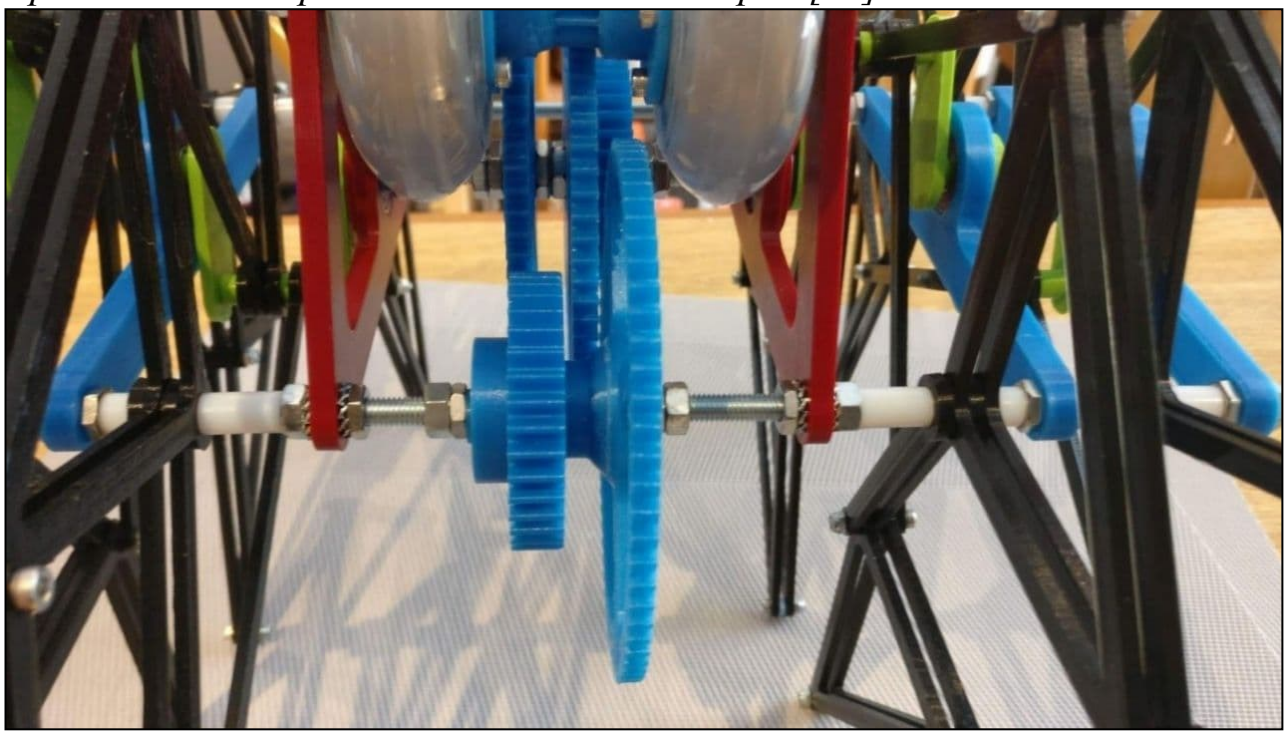
Додаток А

Стопохідна машина Пафнутія Чебишова [11]



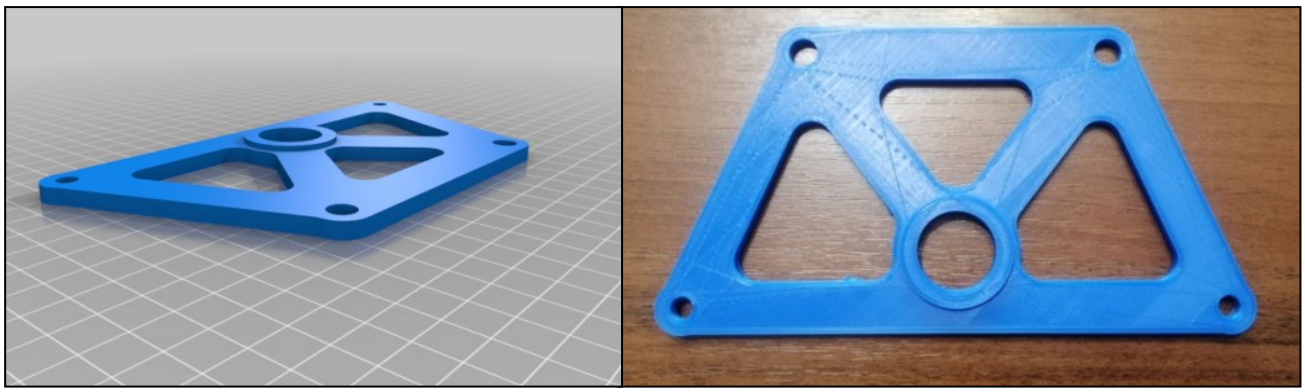
Додаток Б

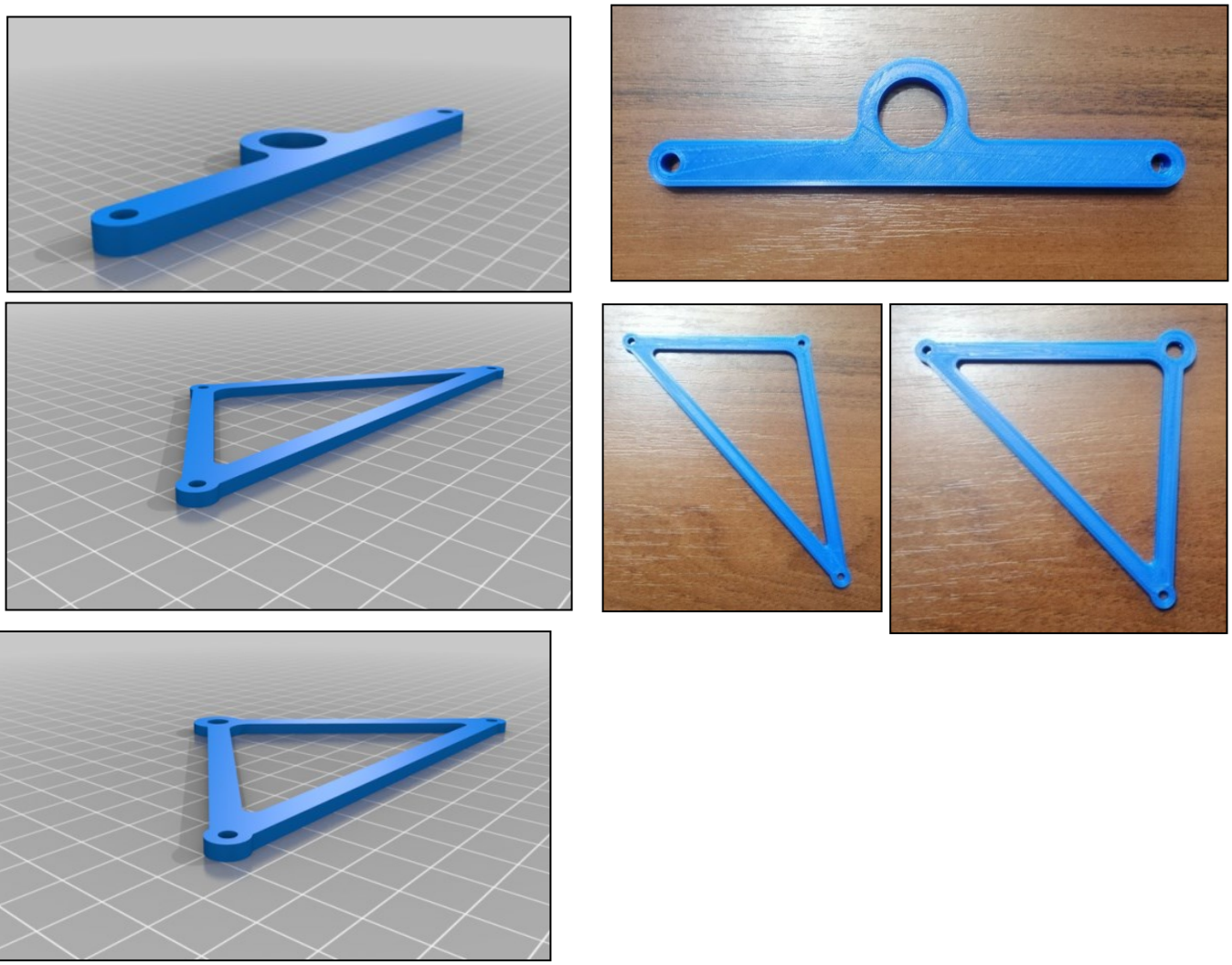
Привід одного з прототипів «пляжного звіра» [14]



Додаток В

3D-моделі елементів і реальні прототипи, надруковані на 3D-принтері [14]





НАУКОВЕ ВІДДІЛЕННЯ ЕКОНОМІКИ

СЕКЦІЯ «МІКРОЕКОНОМІКА ТА МАКРОЕКОНОМІКА»

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИННИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СУМУ ЗІБРАНИХ ПІД ЧАС КРАУДФАНДИНГУ КОШТІВ

Роботу виконав:
Любовицький Олександр Віталійович, студент групи Е-21М Бережанського фаховогоколеджу

Науковий керівник:
Лучка Юрій Володимирович,
студент Українського католицького університету, викладач МАН України

Статистичне дослідження чинників, що впливають на суму зібраних під час краудфандингу коштів

Любовицький Олександр Віталійович; *Відокремлений структурний підрозділ Бережанський фаховий коледж Національного університету біоресурсів і природокористування України; 11 клас*

Науковий керівник: *Лучка Юрій Володимирович, викладач обласного відділення МАН України*

Науково-дослідницьку роботу присвячено дослідженню чинників, що впливають на зібрані стартапом кошти під час його краудфандингової кампанії.

Перш за все, проаналізовано наукову літературу та електронні ресурси для пошуку необхідних інструментів для проведення досліджень. Опрацьовано інформаційні джерела, які є дотичними до теми, та зроблено проміжний висновок, який довів цінність дослідження – відсутність моделі, яка могла би передбачати зміну в зібраних коштах відповідно до деяких факторів.

У даній роботі проаналізовано фактори впливу на успішність збору коштів, опираючись на історичні дані, взяті з краудфандингової платформи Kickstarter, використовуючи деякі статистичні метрики та інструменти, а також мову програмування R.

На основі отриманого аналізу розроблено лінійну регресійну модель типу ‘log-level’, яка дозволяє передбачити відсоткову зміну в сумі коштів та отримати кількісні рекомендації щодо її збільшення.

Ключові слова: *стартап, краудфандинг, сума краудфандингу, R, Kickstarter*.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів
ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Теоретичні дослідження
1.1 Аналіз побудови ринку стартапів
1.1.1 Стартап. Особливості. Відмінності від традиційного підприємництва
1.1.2 Залучення інвестицій. Венчурний капітал
1.1.3 Запоруки успішного краудфандингу
1.2 Застосування статистичних метрик та інструментів для аналізу даних
1.2.1 Визначення розподілу даних
1.2.2 Тестування гіпотез
1.2.3 Лінійна регресія
1.2.4 Деякі статистичні метрики
РОЗДІЛ 2. Дослідження даних
2.1 Попереднє опрацювання бази даних
2.2Дослідження впливу місяця
2.3 Пошук оптимальної суми фандрейзингового запиту
РОЗДІЛ 3. Аналіз отриманих результатів
3.1 Фактори, дослідження яких не мало цінності
3.2 Передбачення суми зібраних коштів за допомогою лінійної регресії
3.3 Перевірка релевантності досліджень
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів

Дата – у більшості випадків у даній роботі цей термін містить іноземне походження від слова data, яке в перекладі з англійської означає «дані»;
P – успішність місяця;
SA – кількість успішних стартапів у конкретному місяці;
GA – загальна кількість стартапів у конкретному місяці;
$\overline{\boldsymbol{x}}$ – середнє значення даних;
успішний стартап – у даній роботі розуміється, як той, що зібрав необхідну суму інвестицій на краудфандинговій платформі.

ВСТУП

Історія такого терміну як «стартап» бере свій початок ще в першій половині двадцятого століття, однак суттєвого розголосу та значних обговорень набула лише наприкінці. У 2021 році розвиток людства дає всі можливості для реалізації власної ідеї, а різноманітні форми бізнесу набули, здається, максимальної вершини. Водночас однією з найголовніших проблем є нестача коштів для комерціалізації своєї ідеї. І тут може допомогти фандрейзинг у будь-якій його формі, метою якого є пошук ресурсів для реалізації соціально важливих програм чи проектів [19].

Фандрейзинг іменують ще як мистецтво залучати ресурси, які в свою чергу мають різноманітні джерела: від членських внесків до громадського бюджету. Однією з відносно нових форм залучення інвестицій є краудфандинг, в основі якого лежить онлайн-площадка. Сам збір коштів відбувається доволі комфортно для автора ідеї, оскільки це, як мінімум, Інтернет-процес. Також варто зазначити відносно невеликий відсоток, який здебільшого не перевищує позначку в десять, а на таких популярних світових гігантах, як Kickstarter та Indiegogo, коливається близько п’яти.

Попри, як було згадано вище, доволі молодий вік такого виду збору коштів, як краудфандинг, його обговорення та аналіз має надзвичайно велику популярність. На просторах Інтернету чи сторінках текстових ресурсів можна знайти надзвичайно велику кількість інформації про успішний краудфандинг, яка, звісно, сприймається як поради. Дослідивши немалу кількість джерел, можна легко помітити, що більшість із наявних порад, а якщо бути точнішим, то майже всі, є доволі поверхневими та абстрактними. Очевидно, що кожен із нас знає про вагомість, наприклад, професійного колективу чи унікальність роботи, водночас далеко не кожен підозрює, що від часу початку фандрейзингової кампанії може залежати доля його стартапу (звісно, за рівних інших конкурентних показників).

Окрім абстрактних факторів впливу, на просторах Інтернету є чимало статей, у яких проводиться псевдоаналіз розміру запитів щодо інвестицій для реалізації та комерціалізації ідеї. Такий аналіз може спонукати до неправильних висновків, які впливатимуть на процес ціноутворення стартапу.

Саме ці, викладені вище факти мотивували виконання даної роботи, мета якої – дослідити наявні інформаційні джерела для визначення особливостей ринку стартапів та факторів, що впливають на успішність краудфандингу; провести аналіз краудфандингових платформ та обрати одну, дані з якої слугуватимуть об’єктом

дослідження; використовуючи поширені статистичні методи та інструменти дослідити знайдену базу даних; на основі проведених досліджень зробити висновки щодо впливу даних факторів на суму зібраних коштів; розробити модель, яка дозволить передбачати залежність зміни суми отриманих у перспективі коштів від знайдених параметрів, зробити перевірку достовірності висновків та, опираючись на них, дати реальні практичні поради.

Наукова новизна даної роботи полягає в розробленні регресійної моделі типу 'log-level', яка дає можливість виявляти відсоткову зміну в отриманих у перспективі коштів у залежності від визначених факторів, опираючись на історичні дані, взяті з краудфандингової платформи Kickstarter.

Запропоновані деякі поради щодо покращення успішності процесу краудфандингу зможуть стати вирішальними, за ceteris paribus, тобто рівних інших конкурентних умов, та зумовлюють практичне значення даної роботи.

Теоретична частина даної роботи базувалася на аналізі наявних інформаційних джерел у двох головних напрямках: побудова ринку стартапів та пошук і ознайомлення з базовими статистичними поняттями, інтрументами й методами, які допоможуть в наступній частині роботи, а саме експериментальній. У її основі лежав аналіз бази даних, яка містила в собі інформацію про стартапи з 2009 по 2017 роки, взятої з краудфандингової платформи Kickstarter. За допомогою описаних в попередній частині статистичних елементів та мови програмування R було проведено даний аналіз, на основі якого запропоновано деякі практичні поради щодо однієї з початкових стадій виходу на ринок стартапу.

Об`єм та структура роботи. Робота складається зі вступу, розділів теоретичних та практичних досліджень, а також розділу з аналізом отриманих результатів, висновків. Додатки містять 5 сторінок. Список використаної літератури та електронних ресурсів становить 20 найменувань.

РОЗДІЛ 1
ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Аналіз побудови ринку стартапів

1.1.1 Стартап. Особливості. Відмінності від традиційного підприємництва

Занурившись в історію слова «стартап», можемо дійти до такої компанії, як HP (або Х'юлет-Паккард), адже саме її засновники Девід Паккард і Вільям Х'юлет у 1939 році змогли спроектувати ідею, провести її практичні випробування, а після чого назвали її стартапом. Вже у 90-тих роках визначення startup набуло більшого розголосу та зібрало навколо себе доволі багато суперечок щодо його трактування, і справді, досі нема чіткого та єдиного визначення, що таке стартап [5]. В усіх цих визначеннях можна виділити деякі головні характеристики, що присутні в кожному з них:

- ✓ новостворена компанія;
- ✓ інновація;
- ✓ короткий термін;
- ✓ глибока мета.

Американський підприємець із Кремнієвої долини Стів Бланк назвав стартапом тимчасову структуру, що спрямована на пошук і реалізацію масштабованої бізнес-ідеї [6]. Із розуміння сутності такої реалізації ідеї випливають і ключові відмінності від звичайного підприємництва, які доволі необхідно розуміти [7]:

- ✓ нема початкового капіталу;
- ✓ постійні зміни в процесі творення;
- ✓ більші ризики (через інноваційність, тобто відмінність від традиційності);
- ✓ зазвичай молоді люди та інноваційні сфери (НЕ обов'язково);
- ✓ інвестиція в стартап – це більш спекулятивна операція, яка змушує інвестора бути компетентним та брати активну участь у доведенні проекту до продажу наступному інвестору, адже саме так створюється прибуток на капітал.

1.1.2 Залучення інвестицій. Венчурний капітал

Повернувшись до відмінностей стартапу від традиційного підприємництва, описаного вище, можемо помітити деяку специфіку в інвестуванні, яка пояснюється, перш за все, і новітністю, і високими ризиками.

Під час інвестування стартап-проєктів залучається капітал, який сприяє росту конкретного бізнесу шляхом надання визначеної суми грошових коштів в обмін на долю у статутному капіталі або певний пакет акцій [8]. Загалом, до особливостей фінансування такого типу

можна віднести наступні [9]:

- ✓ диверсифікація ризиків;
- ✓ інвестиція на ранніх стадіях розвитку;
- ✓ відносно невелика частка в капіталі компанії;
- ✓ продаж частки компанії після виходу на ринок;
- ✓ участь в управлінні стартапом.

Зазвичай ринок венчурного капіталу поділяється на два сектори: неформальний (як правильно, бізнес-янголи) та формальний (представлений венчурними фондами) [7]. Доволі цікавими є варіанти бізнес-інкубаторів та бізнес-акселераторів, адже дані моделі спершу надають підтримку в розвитку бізнесу. Обидві програми пропонують авторам ідей хороші можливості для швидкого розвитку свого бізнесу, а також їх часто вважають рівними, однак, варто зазначити, що є деякі відмінності. Акселератори більше зосереджені на масштабуванні бізнесу та, фактично, пришвидшенню зростання вже існуючої компанії, у той же час інкубатори – більше зосереджені на інноваціях та, умовно, «інкубують» новітні ідеї з надією на побудову бізнес-моделі та компанії [10].

Відносно новим та доволі популярним способом залучення інвестицій є краудфандинг, який передбачає в собі пряме фінансування стартапу фізичними особами. Ідейність такого методу полягає в створенні інтернет-платформи, де люди, що мають бажання фінансово долучитися до реалізації інновацій, водночас не мають настільки великого капіталу, щоб стати бізнес-ангелом чи венчурним капіталістом, мають можливість зробити це, просто зареєструвавшись. Сам процес збору коштів полягає спочатку у визначенні необхідної суми, а пізніше, власне, зборі коштів за певний обмежений час. Самі стартапери за такий вклад пропонують якісь винагороди, а також можуть отримати реальну відповідь на питання, чи дійсно їхній майбутній продукт буде затребуваним і чи є в нього майбутнє [9]. Прикладами таких онлайн-платформ є Kickstarter, Indiegogo та інші.

1.1.3 Запоруки успішного краудфандингу

Незважаючи на те, що краудфандинг є відносно новою технологією збору коштів, існує чимало порад, як стати успішним у даній сфері. Деякі з них базуються на психології клієнта, деякі – на різноманітних маркетингових підходах, інші – на організації мікросередовища стартапу, водночас доволі мало базується на справді аналізі та статистичних даних.

Наприклад, Jono Bacon, який є провідним консультантом із питань стратегічної співпраці, визначає 6 успішних ознак краудфандингової кампанії[11]:

- ✓ кампанія – це цикл, який потрібно спланувати;

- ✓ подача ідеї повинна бути короткою, чіткою та вичерпною;
- ✓ відгуки та перевірка формують впевненість;
- ✓ вміст – це король, маркетинг – це королева;
- ✓ повинен бути стимул авдиторії для допомоги;
- ✓ оцініть свої переваги та зосередьтеся на пільгах, які Ви пропонуєте людям.

Можна також звернутися до порад провідного лідера з питань благодійності та збору коштів компанії «Філантропія». Вони, у свою чергу, визначають десять успішних факторів, серед яких [12]:

- ✓ сильне організаційне бачення;
- ✓ достовірні, переконливі та обізнані лідери;
- ✓ унікальність роботи;
- ✓ простота у викладі матеріалу;
- ✓ професійна та віддана команда;
- ✓ чітка стратегія збору коштів;
- ✓ та ін.

Таким чином, легко помітити, що всі ці фактори, ознаки, які служать порадами для наступних поколінь стартаперів, є лише базовими та абстрактними речами. Про деякі статистичні поради, що зроблені на аналізі ринку стартапів попередніх років, згадуватиметься в наступних розділах.

1.2 Застосування статистичних та економетричних методів та інструментів для аналізу даних

1.2.1 Визначення розподілу даних

Загалом, розподіл якогось набору даних зображується як форма графіка, коли всі його можливі значення нанесені на частотний графік для того, щоб показати, як часто вони трапляються, тому статистичний розподіл – це функція, що показує можливі значення змінної та частоту їх виникнення. Також дуже важливо розуміти, що сам розподіл визначається основними ймовірностями, а не графіком, оскільки другий – це лише візуальне зображення [13].

Існують різні способи дослідження та визначення розподілу, такі як графічний – доволі часто гістограма дає нам хороший огляд даних, та водночас, якщо розподіл не є нормальним, то визначити його доволі важко. Іншим методом визначення є застосування статистичного програмного забезпечення, яке використовує тестування гіпотез [14].

1.2.2 Тестування гіпотез

Перевірка гіпотези вважається, фактично, основною метою статистики та має надзвичайно важливе значення в нашому суспільстві. Очевидно, що гіпотези бувають різні, та водночас усі вони є здогадками (освіченими – це важливо) про щось, що є навколо нас:

чи щось теоретичне, чи щось практичне.

Перевірка гіпотез у статистиці є способом перевірки результатів опитування чи якогось експерименту для того, щоб побачити, чи є вони дійсними, якщо точніше – це перевірка будь-якого припущення щодо виду або параметрів невідомого закону розподілу. Поверхневе пояснення зводиться до з'ясування шансів того, що отримані результати сталися випадково, адже якщо це дійсно так, то експеримент не буде повторюваним, а, отже, не матиме користі [16].

Статистичні гіпотези поділяються на нульові та альтернативні (ще називають першими). Нульова – це гіпотеза про відсутність відмінностей у значеннях ознак, а альтернативна, логічно, що є запереченням нульової [15].

Зазвичай результати перевіряються за допомогою p-значення – числа, яке ми отримуємо в ході перевірки гіпотез на наших даних. Якщо p-значення вище 0.05, то ми повинні відхилити альтернативну гіпотезу, в іншому випадку – нульову [13].

1.2.3 Лінійна регресія

Лінійна регресія використовується для прогнозування значення вихідної змінної Y на основі однієї або декількох змінних вхідних предикторів X, тобто певних прогнозтичних параметрів. Мета лінійної регресії полягає в моделюванні безперервної змінної Y як математичної функції однієї або декількох змінних X, щоб ми могли використовувати цю регресійну модель для передбачення Y, коли тільки X відомий. Це математичне рівняння можна узагальнити наступним чином:

$$Y = \beta 1 + \beta 2x + \varepsilon$$

де β1 – це вільний член рівняння регресії (перетин), а β2 – нахил прямої (виявляє, на скільки одиниць у середньому змінюється величина Y при збільшенні величини X на одну одиницю). Разом вони називаються коефіцієнтами регресії. ε - це термін, що означає помилку, тобто ту частину Y, яку модель регресії не може пояснити.

Точність лінійної регресії вимірюють за допомогою p-значення, яке є дуже важливим, оскільки ми можемо розглянути лінійну модель, яка є статистично значущою лише тоді, коли обидва ці p-значення менші, ніж попередньо визначена статистична значимість, яка в ідеалі становить 0,05.

Якщо є P-значення, то і є нульова та альтернативна гіпотези, які пов'язані з ним. У лінійній регресії нульова гіпотеза полягає в тому, що коефіцієнти, пов'язані зі змінними, дорівнюють нулю. Альтернативна гіпотеза полягає в тому, що коефіцієнти не дорівнюють нулю (тобто існує взаємозв'язок між незалежною змінною, про яку йде мова, та

залежною змінною).

Ми можемо інтерпретувати t-значення як щось подібне. Більше t-значення вказує на меншу ймовірність того, що коефіцієнт не дорівнює нулю чисто випадково. Отже, чим вище t-значення, тим краще.

Pr (> | t |) або p-значення – це ймовірність того, що ви отримуєте значення t високе або вище, ніж спостережуване значення, коли нульова гіпотеза (коефіцієнт β дорівнює нулю, або співвідношення немає) є правдою. Отже, якщо Pr (> | T |) є низьким, то коефіцієнти значущі (значно відрізняються від нуля). Якщо Pr (> | t |) високе – коефіцієнти не є значущими.

Що це означає для нас? При значенні P менше значення 0,05, ми можемо безпечно відхилити нульову гіпотезу, що коефіцієнт β-предиктора дорівнює нулю.

Важливо, щоб модель була статистично значущою для того, щоб використовувати її для прогнозування (або оцінки) залежної змінної, інакше впевненість у передбачуваних значень з цієї моделі зменшується і може розумітися як випадковість [20].

1.2.4 Деякі статистичні метрики

Середнє значення даних – це середнє арифметичне всіх значень, обраховується за формулою (1.1)

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (1.1)$$

Мода – значення, що найчастіше трапляється (найбільш популярне).

Медіана вибірки – це середня величина змінюваної ознаки, яка міститься в середині ряду, розміщеного в порядку зростання або спадання ознаки[13].

РОЗДІЛ 2
ДОСЛІДЖЕННЯ ДАНИХ

Для аналітичних досліджень тенденцій успішності стартапів використовувалися дані [2], взяті з Інтернет-ресурсу data.world [1] у форматі csv. Джерелом даних слугувала краундфандингова платформа Kickstarter, оскільки її особливості не стосуються тих напрямків дослідження, які будуть розглянуті в наступних підрозділах, а отже, ми можемо приймати її як уособлення усієї стартап-кампанії. Дана дата містить у собі необхідну нам інформацію про стартапи: інформацію про суму фандрейзингу, часові рамки залучення коштів, валютна ставка та інші.

Наступні дослідження, проведені для вирішення поставленої мети містять деякі статистичні підходи, а оскільки вони застосовуватимуться до бази даних, було вирішено використовувати мову програмування R, так як вона є найбільш зручною для роботи з датами: містить багато статистичних засобів, яких нема в Excel (або мені про них невідомо), більшість із них викликаються однією функцією, на відміну від мови програмування Python; легка в розумінні та вивченні (що є важливим для мене, адже це не предмет мого дослідження, а лише засіб); має можливість швидкої візуалізації даних.

2.1 Попереднє опрацювання бази даних

Дана база даних містить доволі багато інформації, тому вибір зупинився на ній, водночас деяка із всієї вибірки не матиме змісту та цінності для нас, тому спершу важливим було опрацювання дати та відбір даних, які матимуть ту чи іншу цінність для подальших досліджень. Таким чином, ми сконцентрували свою увагу на наступних (згадана назва – назва стовпця з даними в оригінальній базі):

1) goal – величина коштів, які необхідні для реалізації стартапу. Важливо згадати про те, що дана сума розміщена в різних валютах;
2) usd_pledged – величина зібраних коштів у доларах;
3) state – результат краудфандингової кампанії;
4) deadline – час завершення краудфандингової кампанії;
5) created_at – час «народження ідеї»;
6) launched_at – час початку збору коштів;
7) staff_pick – його наявність;
8) backers_count – кількість прихильників;
9) spotlight – присутність;

10) name_len – кількість слів у назві;

11) blurb_len – кількість слів в описі;

12) static_usd_rate – валютна ставка у порівнянні з доларом (коли ми пізніше розглядатимемо суми запитів, важливо проводити аналіз в одній валюті.

Усі часові дані представлені у форматі: «2014-05-07T05:47:47».

2.2 Дослідження впливу місяця

Початковим нашим припущенням та загалом стартовим об'єктом дослідження був місяць початку фандрейзингової кампанії. Тож перші дослідження, які ми провели, були пов'язані саме з ним.

Перш за все, варто сказати, що для дослідження успішності стартапу від місяця старту фандрейзингової кампанії спершу варто було отримати дані місяці, тому було створено список, у якому були дані про кількість успішних стартапів відповідно до місяця початку їхньої фандрейзингової кампанії. Це не склало жодних труднощів, оскільки отримати це було доволі легко, відібравши лише успішні стартапи та відповідні дані.

Після цього ми хотіли визначити, до якого статистичного розподілу належать дані з отриманої вибірки, адже відомості про розподіл мали би допомогти нам у майбутніх дослідженнях. Для цього ми використовували вбудовану в мові програмування R бібліотеку 'fitdistrplus', яка мала би дозволити нам зробити це.

Спершу нами було побудовано гістограму густини ймовірності (рис.2.1), отримавши яку, зробити припущення щодо розподілу доволі важко – єдине, що можна сказати, розподіл не є нормальним.

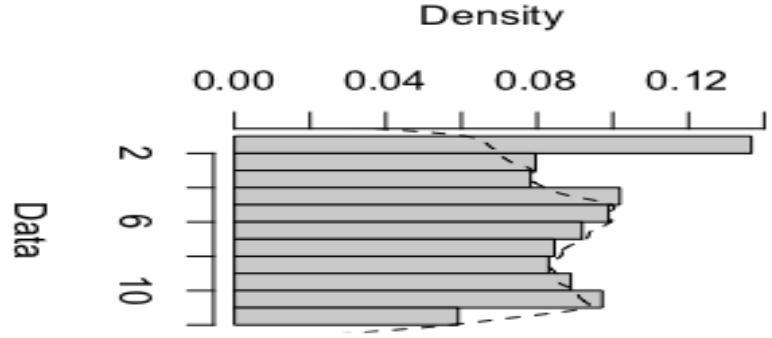


Рис. 2.1

Тоді наступним кроком знову ж таки за допомогою вбудованих в R функцій було побудовано графік Каллена та Фрея (рис. 2.2)

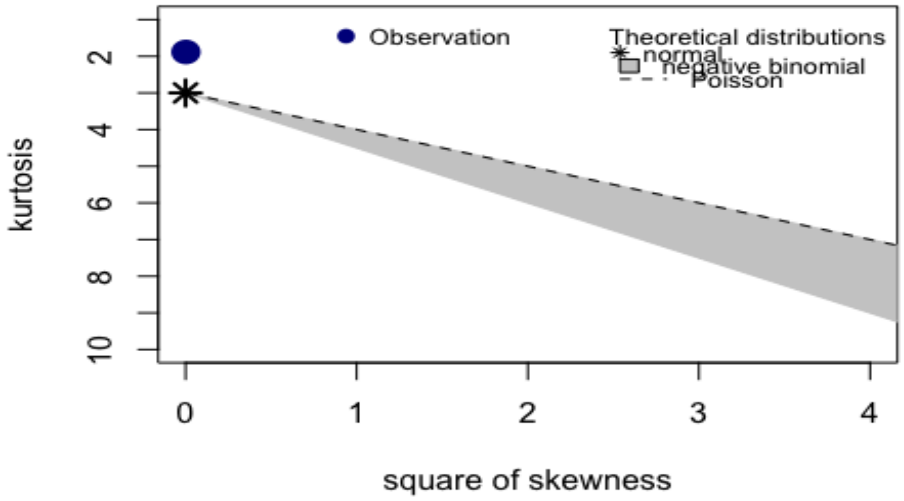


Рис. 2.2 Графік Каллена та Фрея

Таким чином, з графіка Каллена та Фрея наш вибір зупиняється на двох наступних розподілах: негативному біноміальному та розподілу Пуассона. Однак якщо побудувати функцію розподілу ймовірностей (рис 2.3), то стає помітною мінімальна перевага негативного біноміального розподілу, та водночас дана різниця є недостатньою, тому нами було проведено два тестування гіпотез щодо належності даних до відповідних розподілів:

Перше тестування: нульова гіпотеза – належить до негативного біноміального розподілу; перша гіпотеза – не належить.

Друге тестування : нульова гіпотеза – належить до розподілу Пуассона; перша гіпотеза – не належить.

За допомогою вбудованої функції ‘gofstat’ було проведено тестування даних гіпотез (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

```
Chi-squared statistic:  1409.059 4072.916
Degree of freedom of the Chi-squared distribution:  10 11
Chi-squared p-value:  1.098063e-296 0
Chi-squared table:
      obscounts theo 1-mle-nbinom theo 2-mle-pois
<= 1        413           218.8005         62.50503
<= 2        409           354.6720        178.96398
<= 3        479           539.6439        393.40554
<= 4        471           675.4249        648.59945
<= 5        613           735.9849        855.46582
<= 6        595           722.5127        940.25902
<= 7        553           653.5676        885.82016
<= 8        509           553.3996        730.21654
<= 9        500           443.6883        535.06340
<= 10       535           339.7593        352.85911
<= 11       585           250.1702        211.54597
<= 12       356           178.0656        116.25713
> 12          0           352.3106        107.03884

Goodness-of-fit criteria
                               1-mle-nbinom 2-mle-pois
Akaike's Information Criterion     31520.70   32527.77
Bayesian Information Criterion     31534.11   32534.47
```

Аналізуючи отримані дані, потрібно спершу звернути увагу на p-значення для двох тестів: для негативного біноміального значення максимально наближене до нуля, а для Пуассона – взагалі нуль, що стверджує про те, що ми повинні відхилити нульові гіпотези.

Таким чином, на жаль, ми мусимо визнати, що нам не вдалося знайти відповідний розподіл наших даних. Ми не стверджуємо, що такого розподілу не існує, оскільки їх є доволі велика кількість, однак із найбільш поширених ми знайти не змогли. Даний факт є насправді цілком реальним, оскільки, на нашу думку, це цілком нормально, що підібрати відповідний розподіл доволі часто є важко, тому наступні наші дослідження проводитимуться просто базуючись на інших характеристиках.

Повернемось тепер ближче до завдань нашого дослідження та спробуємо визначити найбільш успішний місяць. Використовуючи мову програмування R нам вдалося знайти дані (див. табл. 2.2), у яких вказано успішність місяця, що обраховувалася за наступною формулою (2.1):

$$P = \frac{SA}{GA} * 100\% \quad (2.1)$$

Таблиця 2.2

Місяць	**Успішність, %**
Січень	24,92
Лютий	24,52
Березень	30,49
Квітень	30,02
Травень	34,95
Червень	31,80
Липень	27,70
Серпень	29,30
Вересень	29,34
Жовтень	29,92
Листопад	30,87
Грудень	25,03

Отже, таким чином ми провели аналіз успішності місяців, який нам показав доволі передбачувану залежність: відсоток успішних стартапів, тобто тих, які зібрали необхідну суму для свого запуску, коливається приблизно від 28 до 31 відсотка, оскільки річний відсоток кількості стартапів, які отримали необхідну суму інвестицій, становить 29 відсотків (Додаток А). Цікавими є такі місяці, як грудень, січень, лютий та травень. Фактично, дані місяці є тими критичними, у яких відсоток має найбільше відхилення від середнього значення.

Першим поясненням такої успішності травня було припущення,

що, можливо, це залежить від кількості поданих стартапів: наприклад, якщо подали більше стартапів, то більше з них має бути успішних, або навпаки, більша кількість поданих стартапів викликає більшу кількість «неякісних» ідей. Відповідь на такі припущення дасть гістограма кількості усіх стартапів по місяцях (рис. 2.3)

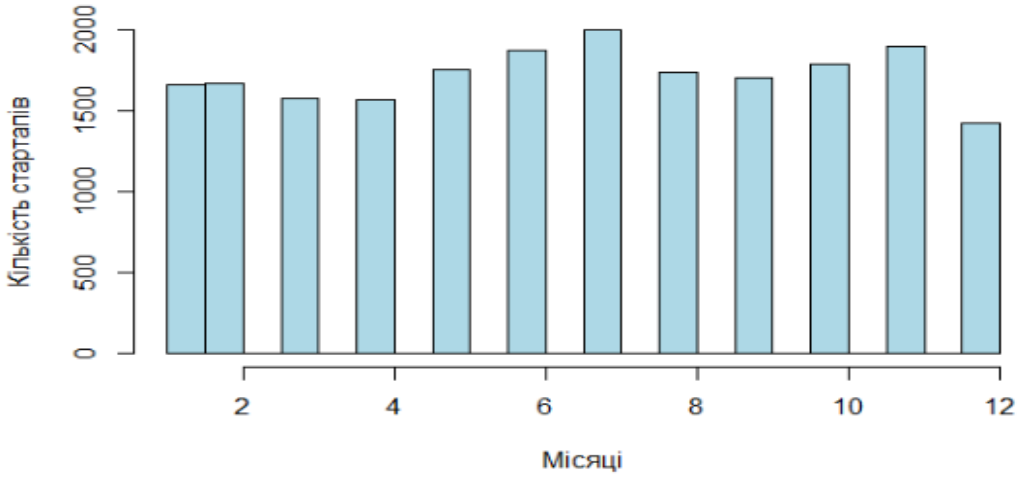


Рис. 2.3 – Гістограма кількості зареєстрованих стартапів

Однак, проаналізувавши дану гістограму, помітили, що всі чотири місяці не вирізняються кількістю поданих стартапів, оскільки відхилення їхнього значення від середнього є доволі невеликим.

Очевидно, що якщо місяць справді матиме вплив, то ми зможемо побудувати лінійну регресію, однак, при її побудові ми помітили (Додаток Б), що жоден із коефіцієнтів не є достатньо значущим, а значення R-squared для моделі є меншим, ніж 0.001. Таким чином, можемо зробити висновок, що, за ceteris paribus, тобто рівних інших умов, місяць не відіграє ролі, а такий успіх травня викликаний іншими факторами.

2.3 Пошук оптимальної суми фандрейзингового запиту

Інтерес до даного дослідження зумовила стаття [3], у якій вказано, що найпривабливіші стартапи – це ті, сума яких перевищує 50 тисяч доларів. Нам це здалося дивним. Так, насправді, поняття «привабливий» не має жодного наукового чи статистичного змісту, однак, у нашому розумінні привабливий – це успішний. Тому ми вирішили перевірити дане твердження, знову тестуючи гіпотези. Очевидно, перед тим ми зробили окрему колекцію даних типу list, яка містила всі суми фандрейзингових кампаній стартапів, які отримали інвестиції. Варто зазначити, що суми були помножені на валютну ставку, таким чином ми отримали всі суми в єдиній валюті – доларі.

Отже, нульовою гіпотезою була гіпотеза про те, що середнє

значення ціни успішного стартапу становить $50 000, а альтернативною гіпотезою була гіпотеза про те, що середнє значення є більшим. Очевидно, що для підтвердження даних зі статті тестування гіпотез мало би відхилити нульову.

Тестування даних гіпотез ми проводили за допомогою тесту Ст'юдента (Т-тест), результати якого (див. табл. 2.3) підтвердили наші сумніви щодо середньої «ціни» успішного стартапу. Р-значення, отримане як результат тесту, дорівнює одиниці, що говорить про цілковиту перевагу нульової гіпотези над першою (тобто, альтернативною). Таким чином, ми показали те, що твердження, описане в статті не є правильним.

Таблиця 2.3

```
        One Sample t-test

data:  USD_goals_successful
t = -42.913, df = 6017, p-value = 1
alternative hypothesis: true mean is greater than 50000
95 percent confidence interval:
 19952.72      Inf
```

Тоді нас зацікавило, яке ж справді середнє значення даних, що містять у собі інформацію про суму інвестицій стартапів, які зазнали успіху. Для цього ми підвели підсумки даних за допомогою мови програмування R для сум інвестицій усіх стартапів та стартапів, що зазнали успіху (Додаток В). Що ж ми помітили?

І справді, середнє значення «ціни» успішних стартапів становить близько 21 тисячі доларів, що, в принципі, має доволі велику різницю з «більше 50 тисяч». Також цікавим є факт того, що максимальне значення суми інвестицій, яка була необхідною для авторів, є 100 мільйонів доларів, у той же час, як найбільшою сумою успішного стартапу є сума, що становить 2 мільйони.

Та чи залежить справді сума запиту на розмір зібраних коштів? Як виявилось, ні (Додаток Г). Знову ж таки, дослідивши лінійну регресію між зібраними коштами та сумами запиту, ми помітили, що така модель не є значущою.

РОЗДІЛ 3
АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Насправді, перш ніж перейти до проведення досліджень даних, описаних у попередньому розділі, ми доволі довго думали над тим, що саме досліджувати, адже щонайменше обсяг доступної нам бази даних відкривав перед нами широкий простір для думок. Ми думали і про те, що можна досліджувати вплив локації чи, наприклад, сфери на успішність стартапу. Однак більшість із тих варіантів, які хотіли досліджувати спершу, ми відкинули через низку причин. Перш за все, варто згадати про нашу головну мету – пошук нестандартного підходу до збільшення ймовірності успіху стартапу. Очевидно, що ні на якість, ні на ідейність стартапу ми впливу не маємо, тож наступні рекомендації не належатимуть до того роду рекомендацій, які розкажуть нам, звернемось до народної мудрості, як боротися з вітряками. Водночас, дані рекомендації зможуть надати перевагу одному зі стартапів за рівних інших конкурентних умов.

3.1 Фактори, дослідження яких не мало цінності

Розглянемо спершу декілька факторів, які ми розглядали, проте не згадали в попередньому розділі та пояснимо чому.

Локація. Більше 65% авторів стартапів, розміщених на платформі Kickstarter, походять зі Сполучених Штатів Америки, попри те, що сама платформа має глобальне охоплення. Цікавий статистичний факт, однак чи має він цінність із точки зору економіки стартапу? Так, звісно, можна дати пораду реєструвати свій винахід як американський, і, на жаль, це доволі поширена практика, проте, як мінімум, із точки зору соціальної відповідальності бізнесу, а, як максимум, із точки зору патріотизму, ми не можемо надати таку пораду, та навпаки, є противниками таких стратегій успішності.

Сфера (тобто, категорія, у якій реєструється стартап: освіта, ігри та ін.). Очевидно, що перевагу тут мають стартапи, пов’язані з технологіями: Веб, програмне забезпечення та технічне обладнання, гаджети. Однак, чи мають цінність такі дані для поради? Ми вважаємо, що, навпаки, можуть нанести шкоду. Чому? Така статистика може, швидше, неправильно інтерпретуватися людьми та спонукати їх «іти» у сферу, у якій вони не є досконалими гравцями. Таким чином, у даній категорії ми не даємо статистичних даних, а лише класичну пораду про те, що варто працювати в тій сфері, у якій Ви є справді спеціалістом, – це найкраща запорука успіху, що стосується категорії.

3.2 Передбачення суми зібраних коштів за допомогою лінійної регресії

Як вже зазначалося вище, змінити ідею чи щось у цьому роді ми не в силі, проте ми можемо дослідити на скільки відсотків може зрости сума зібраних нами коштів. Для цього ми використовували лінійну регресію типу 'log-level', оскільки, на нашу думку, саме така інтерпретація буде найкращою в даному випадку. Саме в такому вигляді регресія зможе показати відсоткову зміну вихідної зміни від зміни вхідних (тобто %delta(y)=(100β_1)*delta(x_1)).

Будувати регресію ми пробували з різними незалежними змінними, відштовхуючись від можливостей тих даних, які ми мали. У кінцевому вигляді, наша регресія (Додаток Д) залежить від наступних факторів: кількість слів у назві (NL) та описі (BL); час, виділений на краудфандинг (у днях) та час (DIT), що виражає різницю між ідеєю та виходом на платформу (TIA); кількість прихильників (BC); наявність staff pick (SP), а також, чи брав стартап участь у spotlight-програмах (S). Отже, регресія матиме наступний вигляд:

$$\log(Y) = 3.056 + 0.2637 \times NL - 0.03339 \times BL + 0.01013 \times DIT + \\ +0.003199 \times TIA + 0.0002939 \times BC + 3.949 \times S + \ 2.13 \times S + 2.743$$

Найбільшою проблемою є те, що значення R-squared такої лінійної регресії коливається близько 0.45, отже, дана модель не є надто доброю, проте це, на нашу думку, максимум, який можна було отримати з цих даних. Безперечно, $0.45 < 0.7$, водночас дане значення говорить про присутність значущості вибраних факторів, а така доволі мала оцінка пояснюється недостатньою кількістю факторів.

3.3 Перевірка релевантності досліджень

Оскільки про правильність, похибки та значущість проведених досліджень та отриманих результатів вже було згадано в попередніх підрозділах, до цього повертатися нема сенсу, водночас варто згадати про те, що всі дослідження проводилися на даних, отриманих із Kickstarter. Безумовно, є доволі багато платформ для краундфандингу, проте саме Kickstarter та Indiegogo є найбільш потужними, а сам Kickstarter сьогодні вважають синонім слова «краундфандинг» – це і змусило на початковому етапі дослідження сконцентрувати свою увагу на даній платформі.

Провівши аналіз обидвох платформ, ми таки зупинилися на Kickstarter через низку причин:

- унікальні щомісячні відвідування: за підрахунками, у середньому

Indiegogo має 12 мільйонів відвідувачів щомісяця, тоді як Kickstarter – 27-28 (тобто, у 2.3 рази більше) [17];

- розмір інвестицій: Indiegogo публічно не розголошує дані, тому цей аналіз провести доволі важко, однак, станом на березень 2020 року Кікстартером було зібрано приблизно втричі більше коштів [18];

- охоплення країн: тут перевага незначна, однак, Kickstarter санкціонує кампанії з 22 країн, тоді як Indiegogo – 21 [18].

Таким чином, такі факти спонукали нас зупинитися саме на Kickstarter через його перевагу, у першу чергу, масштабності.

ВИСНОВКИ

1. Результати теоретичних та практичних досліджень дають змогу визначити перспективи використання різних підходів презентації стартапів із розрізу успішності краудфандингу.

2. Проведено статистичний аналіз бази даних, отриманої з краудфандингової площадки Kickstarter, яка містила інформацію про стартапи за 2009-2017 рр.

3. У процесі статистичного аналізу за допомогою імпортованих бібліотек у мові програмування R було виявлено відсутність значущості в лінійній залежності таких параметрів, як місяць початку краудфандингової кампанії та величина суми запиту.

4. На основі даних, виявлено такі фактори впливу на краудфандингову суму, як кількість слів у назві та описі; час (у днях), виділений на краудфандинг та час, що виражає різницю між ідеєю та виходом на платформу; кількість прихильників; наявність staff pick, а також, чи брав стартап участь у spotlight-програмах.

5. Розроблено лінійну регресійну модель типу ‘log-level’, яка дозволяє передбачити відсоткову зміну в отриманій у перспективі сумі коштів відносно визначених параметрів. Проаналізовано отриману модель та зроблено висновки про статистичну значущість обраних параметрів, а також необхідність у більш детальних даних.

6. Проведено перевірку правдивості проведеного аналізу, яка базувалася на дослідженні похибок, статистичних значустостей, а також перевірці правильності підбору вибірки, тобто бази даних, взятої з платформи Kickstarter.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Посилання на ресурс ‘data.world’ [Електронний ресурс] // data.world – Режим доступу до ресурсу: https://data.world/.

2. Woods R. kickstarter_data_with_features.csv [Електронний ресурс] / Rachel Woods // data.world. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://data.world/rdowns26/kickstarter-campaigns/workspace/file?filename=kickstarter_data_with_features.csv.

3. Критерії успішності “стартап-проектів” [Електронний ресурс] // Ліга.net. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://blog.liga.net/user/nryazanova/article/27214https://blog.liga.net/user/nryazanova/article/27214.

4. Downs R. Predicting Kickstarter Campaign Success : MIS 373 / Downs Rachel, 2017. – 9 с.

5. Воронцовський В. Стартап — що це таке: визначення та значення терміна, етапи розвитку Startup-проекту [Електронний ресурс] / Вольдемар Воронцовський // ITstatti. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://itstatti.in.ua/zarobitok-v-interneti/161-startap-shcho-tse-take.html.

6. Blank S. The Startup Owner's Manual: The Step-By-Step Guide for Building a Great Company / S. Blank, B. Dorf., 2012. – 608 с.

7. Гавриш О. А. Розробка стартап-проектів / О. А. Гавриш, К. О. Бояринова, К. О. Копішинська. // Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». – 2019. – С. 188.

8. Гулькин П. Г. Венчурные и прямые частные инвестиции в России: теория и десятилетие практики / Гулькин П. Г. — СПб. : ООО «Аналитический центр «Альпари СПб», 2003. — 240 с.

9. Мельник В. В. Моделі фінансування стартапів [Електронний ресурс] / Валерія Володимирівна Мельник // Київський національний економічний університет. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://www.businesslaw.org.ua/modeli-finansuvannya-startapiv/.

10. Forrest C. Accelerators vs. incubators: What startups need to know [Електронний ресурс] / Conner Forrest // TechRepublic. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://www.techrepublic.com/article/accelerators-vs-incubators-what-startups-need-to-know/.

11. Bacon J. Six Hallmarks Of Successful Crowdfunding Campaigns [Електронний ресурс] / Jono Bacon // Forbes. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://www.forbes.com/sites/jonobacon/2019/02/13/six-hallmarks-of-successful-crowdfunding-campaigns/?sh=15924cff3c9e.

12. Ten Factors in Successful Fundraising [Електронний ресурс] // Philathropycompany. – 2015. – Режим доступу до ресурсу:

https://philanthropycompany.com/test-2/.

13. Ross S. Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists. Thirs Edition / Sheldon M. Ross., 2004. – 640 с. – (9780080470313).

14. Frost J. How to Identify the Distribution of Your Data [Електронний ресурс] / Jim Frost // Statistics By Jim – Режим доступу до ресурсу: https://statisticsbyjim.com/hypothesis-testing/identify-distribution-data/.

15. Перевірка статистичних гіпотез [Електронний ресурс] // Навчальні матеріали онлайн – Режим доступу до ресурсу: https://pidru4niki.com/14940511/statistika/pervirka_statistichnih_gipotez.

16. Hypothesis Testing [Електронний ресурс] // Statistics How To – Режим доступу до ресурсу: https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/hypothesis-testing/.

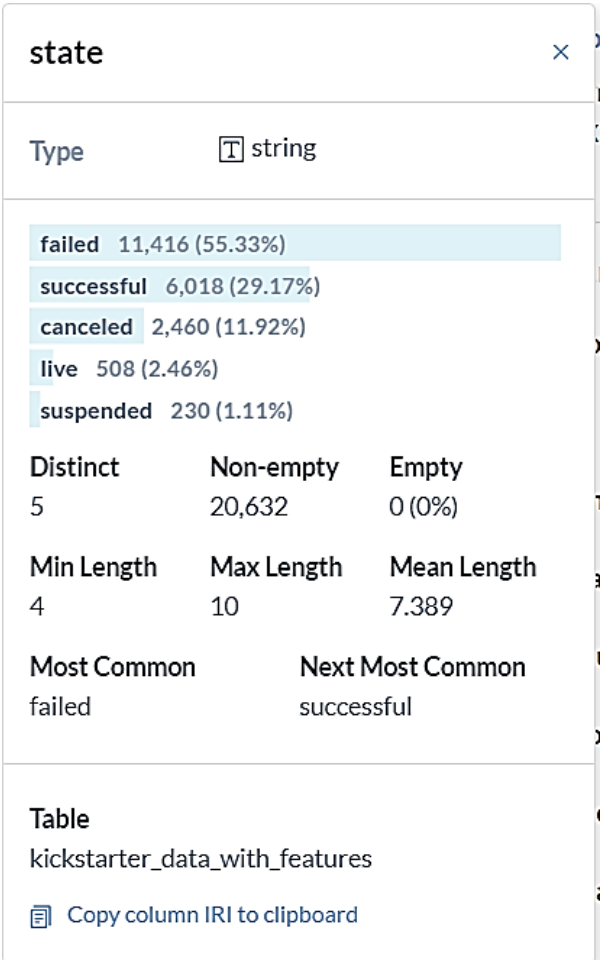
17. Narek V. Indiegogo vs Kickstarter: Which One To Choose? (2021 Update) [Електронний ресурс] / Narek // The Crowdfounding Formula. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://blog.thecrowdfundingformula.com/indiegogo-vs-kickstarter/.

18. Kickstarter Vs. Indiegogo – Which Platform Should You Choose? [Електронний ресурс] // Enventys Partners. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://enventyspartners.com/blog/kickstarter-vs-indiegogo-platform-choose/.

19. Осовська Г.В. Менеджмент організацій: Навчальний посібник /Г.В. Осовська, О.А. Осовський. – К.: Кондор, 2005. – 860 с.

20. Wooldridge J. M. Introductory Econometrics: A Modern Approach, Fifth Edition / Jeffrey M. Wooldridge. – Mason: Cengage Learning, 2012. – 882 с. – (ISBN-13: 978-1-111-53104-1).

Додаток А



Додаток Б

```
Call:
lm(formula = usd_pledged ~ jan + feb + march + apr + may + june +
    jule + aug + sep + oct + nov + decem, data = data)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
 -27413  -21910  -17614  -13691 6201450

Coefficients: (1 not defined because of singularities)
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  15674.2     3061.3   5.120 3.08e-07 ***
jan           1940.7     4173.0   0.465  0.64189
feb           3339.8     4166.7   0.802  0.42282
march         8231.2     4225.5   1.948  0.05143 .
apr            628.6     4226.7   0.149  0.88178
may          10423.0     4119.4   2.530  0.01141 *
june          4758.2     4061.3   1.172  0.24138
jule          4864.9     4006.0   1.214  0.22461
aug            487.2     4128.4   0.118  0.90605
sep           8002.8     4146.4   1.930  0.05361 .
oct           6610.3     4101.8   1.612  0.10708
nov          11739.3     4050.2   2.898  0.00375 **
decem             NA         NA      NA       NA
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 115400 on 20620 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.001069,  Adjusted R-squared:  0.0005359
F-statistic: 2.006 on 11 and 20620 DF,  p-value: 0.02395
```

Додаток В

```
cat("Successful startups", "\n")
```

```
## Successful startups
```

```
summary(USD_goals_successful)
```

```
##    Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
##       1    2000    6000   21062   21293 2003273
```

```
cat("All startups", "\n")
```

```
## All startups
```

```
summary(USD_goals)
```

```
##      Min.   1st Qu.    Median      Mean   3rd Qu.      Max.
##         1      4000     13750     87721     45248 100000000
```

Додаток Г

```
Call:
lm(formula = usd_pledged ~ USD_goals)

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max
-141949  -20807  -20134  -14859 6203576

Coefficients:
             Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 2.081e+04  8.057e+02  25.827   <2e-16 ***
USD_goals   1.212e-03  6.256e-04   1.937   0.0527 .
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 115500 on 20630 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.0001819, Adjusted R-squared:  0.0001334
F-statistic: 3.753 on 1 and 20630 DF,  p-value: 0.05273
```

Додаток Д

```
Call:
lm(formula = log(new) ~ blurb_len + name_len + diff_in_days +
    time_on_idea + backers_count + spotlight_int + staff_pick_int,
    data = data)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-26.5886  -1.9481   0.1885   1.9872   8.7167

Coefficients:
                 Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)     3.056e+00  1.031e-01  29.644  < 2e-16 ***
blurb_len      -3.339e-02  4.183e-03  -7.982 1.51e-15 ***
name_len        2.637e-01  6.947e-03  37.956  < 2e-16 ***
diff_in_days    1.013e-02  1.622e-03   6.247 4.25e-10 ***
time_on_idea    3.199e-03  1.728e-04  18.516  < 2e-16 ***
backers_count   2.939e-04  1.613e-05  18.227  < 2e-16 ***
spotlight_int   3.949e+00  4.574e-02  86.332  < 2e-16 ***
staff_pick_int  2.130e+00  6.693e-02  31.825  < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 2.743 on 20619 degrees of freedom
  (5 observations deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.4488,    Adjusted R-squared:  0.4486
F-statistic:  2398 on 7 and 20619 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

ВІДДІЛЕННЯ МАТЕМАТИКИ

СЕКЦІЯ «МАТЕМАТИКА»

ФУНКЦІОНАЛЬНІ РЯДИ ТА ЇХ ЗБІЖНІСТЬ

Роботу виконав:
Машталяр Віктор Степанович,
студент групи П-21
Відокремленого структурного підрозділу «Гусятинський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

Науковий керівник:
Стельмащук Людмила Володимирівна**,**
кандидат фізико-математичних наук,
викладач циклової комісії програмування Відокремленого структурного підрозділу «Гусятинський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

Функціональні ряди та їх збіжність

Машталяр Віктор Степанович*; Відокремлений структурний підрозділ «Гусятинський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»; 11 клас*

Науковий керівник*: Стельмащук Людмила Володимирівна, кандидат фізико-математичних наук, викладач циклової комісії програмування Відокремленого структурного підрозділу «Гусятинський фаховий коледж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»*

Науково-дослідницьку роботу присвячено вивченню поняття функціональних рядів, їх збіжності та застосуванню при практичних розрахунках.

У роботі розглядаються функціональні ряди загального вигляду та методи дослідження їх збіжності. Окреслено поняття рівномірної збіжності функціональних рядів. Описано степеневі ряди як окремий вид функціональних рядів та розглянуто приклади знаходження області їх збіжності. Вивчено питання розкладу функцій у степеневі ряди та ряди Фур'є, показано практичні застосування таких розкладів, проілюстровано застосування функціональних рядів до знаходження границь, наближеного обчислення визначених інтегралів та доведення тотожностей зі тригонометричними функціями. Для наочності написано програму-аналог методу обчислення значення трансцендентної функції у сучасних мовах програмування.

Ключові слова: *функціональний ряд, збіжність ряду, степеневий ряд, ряд Тейлора, ряд Маклорена, ряд Фур'є, тотожності, наближені обчислення.*

ЗМІСТ

ВСТУП
РОЗДІЛ 1. Функціональні ряди та їх збіжність
1.1 Поняття про функціональний ряд
1.2 Степеневі ряди
РОЗДІЛ 2. Розклад функцій у степеневі ряди
2.1 Розклад функції в ряд Тейлора
2.2 Методи розкладу довільних функцій
2.3 Використання степеневих рядів для наближених обчислень
РОДІЛ 3. Ряди Фур'є
3.1 Поняття про ряд Фур'є та його види
3.2 Ряди Фур'є періоду *2l*
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність теми. Вивчення математики нерозривно пов’язано з використанням тверджень, положень і теорем у наукових дослідженнях, технічних науках, економічній та господарській діяльності. Потреби розвитку самої математики, як правило, теж зумовлені запитами реального світу. Функціональні ряди займають важливе місце у тих галузях математики та інформатики, де з допомогою обчислювальної техніки слід виконувати наближені розрахунки.

Крім того, їх вивчення – математична основа обчислень тригонометричних та інших трансцендентних функцій; знаходження наближених значень визначених інтегралів; доведення тригонометричних та показникових тотожностей; застосування специфічних підходів до диференціювання тощо.

Мета і завдання дослідження. Основною метою дослідження, проведеного у рамках науково-дослідницької роботи, є вивчення функціональних рядів різних видів та знаходження області їх збіжності.

Завданням роботи є вивчення методів дослідження функціональних рядів та способів їх використання для практичного розв’язування задач різного типу, зокрема тих, що пов’язані із наближеними обчисленнями.

Об’єкт дослідження. Об’єктом дослідження були функціональні ряди різних типів: загального вигляду, степеневі ряди, ряди Тейлора, ряди Маклорена, ряди Фур’є та їх збіжність.

Методи дослідження. При дослідженні використовувалися теоретичні методи аналізу літератури та узагальнення наведених фактів, індуктивні та дедуктивні методи отримання висновків. Теоретичні викладки підкріплено прикладами, що демонструють застосування теорем та тверджень. Опрацьовано велику кількість літератури та інтернет-джерел для розширення спектру знань.

Практичне значення одержаних результатів. Робота носить теоретичний характер, але весь матеріал проілюстровано великою кількістю прикладів, що демонструють його практичне застосування.

Обсяг і структура роботи. Науково-дослідницька робота викладена на 32 сторінках друкованого тексту, складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатку. Бібліографічний список складає 11 джерел та 4 інтернет-ресурси.

РОЗДІЛ 1
ФУНКЦІОНАЛЬНІ РЯДИ ТА ЇХ ЗБІЖНІСТЬ

1.1 Поняття про функціональний ряд

Функціональний ряд – це ряд вигляду $f_1(x) + f_2(x) + \ldots + f_n(x) + \ldots$, якщо його члени є функціями, залежними від x, визначеними на деякому проміжку [2].

Надаючи аргументові певних числових значень, ми отримаємо різні числові ряди, які можуть виявитися як збіжними, так і розбіжними.

Сукупність значень аргументів x, для яких функціональний ряд

$$f_1(x) + f_2(x) + \ldots + f_n(x) + \ldots \qquad (1.1)$$

збігається, називають областю збіжності цього ряду. Як правило, це якийсь інтервал.

Функцію

$$S(x) = \lim_{n\to\infty} S_n(x),$$

де $S_n(x) = f_1(x) + f_2(x) + \ldots + f_n(x)$, а x належить області збіжності, називають сумою ряду, а $R_n(x) = S(x) - S_n(x)$ – остачею ряду.

Функціональний ряд (1.1) називають *рівномірно збіжним* на деякому проміжку, якщо, яке б не було $\varepsilon > 0$, знайдеться таке N, не залежне від x, що при $n>N$ для всіх x з даного проміжку має місце нерівність $|R_n(x)| < \varepsilon$, де $R_n(x)$ – остача даного ряду.

Зауважимо, що сума рівномірно збіжного ряду, члени якого є неперервними функціями, – функція неперервна. Наведемо достатню ознаку рівномірної збіжності функціонального ряду.

Ознака Вейєрштрасса. Якщо $|f_n(x)| \le c_n$ $(n = 1, 2, \ldots)$ при $a \le x \le b$ і числовий ряд $\sum_{n=1}^{\infty} c_n$ збігається, то функціональний ряд (1.1) збігається на відрізку $[a, b]$ абсолютно і рівномірно [11].

Функціональний ряд (1.1) називають *мажорованим* в деякій області зміни x, якщо існує збіжний числовий ряд $\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n + \ldots$ з додатними членами, що для всіх x з даної області виконується співвідношення $|f_i(x)| \le \alpha_i$, де $i=1,2\ldots$, тобто мажорованим рядом називають такий функціональний ряд, кожен член якого за абсолютною величиною не більший за відповідний член деякого збіжного числового ряду з додатними членами.

Наприклад, ряд

$$\frac{\cos x}{1} + \frac{\cos 2x}{2^2} + \frac{\cos 3x}{3^2} + \ldots + \frac{\cos nx}{n^2} + \ldots$$

мажорований на всій осі Ox, оскільки $\left|\frac{\cos nx}{n^2}\right| \le \frac{1}{n^2}$, де $n = 1, 2, \ldots$.

У найпростіших випадках для визначення області збіжності ряду (1.1) досить застосувати відомі ознаки збіжності, вважаючи x фіксованим.

Приклад 1.1. Визначити область збіжності ряду:

$$\frac{x+1}{1\cdot 2}+\frac{(x+1)^2}{2\cdot 2^2}+\frac{(x+1)^3}{3\cdot 2^3}+\ldots+\frac{(x+1)^n}{n\cdot 2^n}+\ldots \qquad (1.2)$$

Розв'язування. Позначимо загальний член ряду через $u_n=\frac{(x+1)^n}{n\cdot 2^n}$. Застосувавши ознаку Даламбера для ряду, утвореного із абсолютних величин членів ряду (1.2), отримаємо:

$$\lim_{n\to\infty}\frac{|u_{n+1}|}{|u_n|}=\lim_{n\to\infty}\frac{|x+1|^{n+1}2^n n}{2^{n+1}(n+1)|x+1|^n}=\frac{|x+1|}{2}.$$

На основі ознаки Даламбера можна стверджувати:

- ряд збіжний (і причому абсолютно), якщо $\frac{|x+1|}{2}<1$, тобто при $-3<x<1$;
- ряд розбіжний, якщо $\frac{|x+1|}{2}>1$, тобто якщо $-\infty < x < -3$ або $1 < x <\infty$;
- при $x = 1$ одержимо гармонічний ряд $1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\ldots$, який розбіжний;
- при $x= -3$ отримаємо ряд $-1+\frac{1}{2}-\frac{1}{3}+\cdots$, який за ознакою Лейбніца збіжний неабсолютно.

Отже, ряд збіжний при $-3 \le x <1$.

Приклад 1.2. Довести, що ряд

$$\frac{1}{x^2+1}-\frac{1}{x^4+2}+\frac{1}{x^6+3}-\frac{1}{x^8+4}+\cdots+\frac{(-1)^{n-1}}{x^{2n}+n}+\cdots \qquad (1.3)$$

збігається рівномірно при всіх $-\infty < x < \infty$.

Розв'язування. При довільному x ряд (1.3) збігається за ознакою Лейбніца, тому його остачу можна оцінити як $|R_n(x)| < |f_{n+1}(x)|$:

$$|R_n(x)|<\frac{1}{x^{2n+2}+n+1}<\frac{1}{n+1}.$$

Візьмемо довільне ε і перевіримо, чи можна знайти такий номер N, що при всіх $n > N$ остача задовольнятиме умову $|R_n(x)| < \varepsilon$. Таким номером може бути, наприклад, $N=\left[\frac{1}{\varepsilon}-1\right]$. Тоді при всіх $n>N$ для всіх x з даного проміжку матиме місце рівносильна нерівність $\frac{1}{n+1}\le\varepsilon$, звідки і випливає, що $|R_n(x)| < \varepsilon$.

Отже, ряд збігається рівномірно на проміжку $(-\infty;\infty)$.

Приклад 1.3. Показати, що ряд $\sum_{n=1}^{\infty} x^n$ збігається нерівномірно в (-1; 1).

Розв'язування. У вказаному інтервалі ряд збігається як нескінчено спадна геометрична прогресія. Окрім того маємо:

$$R_n(x) = x^{n+1} + x^{n+2} + x^{n+3} + \dots$$

Тобто $\mathbf{R_n(x)} = \frac{x^{n+1}}{1-x}$, але $\lim_{x\to -1_{+0}} R_n(x) = \frac{1}{2}, \lim_{x\to 1_{+0}} R_n(x) = \infty$. Тому, взявши х як завгодно близьким до 1, ми отримаємо остачу ряду як завгодно нескінченну. І для довільного ε завжди можна знайти таке $R_n(x)$, що нерівність $|\mathbf{R_n(x)}| < \varepsilon$ виконуватися не буде.

Отже, ряд збігається нерівномірно.

Розглянемо також поняття інтегрування та диференціювання степеневих рядів. Справедливі наступні твердження [8].

Теорема 1.1 (про інтегрування функціональних рядів). Якщо ряд (1.1), членами якого є неперервні функції рівномірно збіжний на відрізку і має суму ряду *S(x)*, то ряд

$$\int_a^b f_1(x)\,dx + \int_a^b f_2(x)\,dx + \dots + \int_a^b f_n(x)\,dx + \dots$$

теж збіжний і має суму

$$\int_a^b S(x)\,dx.$$

Теорема 1.2 (про почленне диференціювання функціональних рядів). Якщо членами ряду (1.1) є функції диференційовані в деякій області, ряд (1.1) збіжний хоча б в одній точці цієї області, а ряд

$$\sum_{n=1}^{\infty} f'_n(x)$$

рівномірно збіжний в цій області, то заданий ряд теж збіжний в цій області, його сума диференційовна і похідна суми дорівнює похідній від суми початкового ряду при будь якому *x* з цієї області.

Останнє означає, що такий функціональний ряд можна почленно диференціювати в цій області. Умови, які накладаються на цю теорему значно сильніші за умови, які накладені на теорему про почленне інтегрування.

Приклад 1.4. Перевірити, чи до ряду

$$arctg(x) + arctg\left(\frac{x}{2\sqrt{2}}\right) + arctg\left(\frac{x}{3\sqrt{3}}\right) + \dots + arctg\left(\frac{x}{n\sqrt{n}}\right) + \dots \qquad (1.4)$$

можна застосувати теорему про почленне диференціювання рядів.

Розв'язування.

Перевіримо, чи будуть виконуватися умови теореми 1.2.

Члени ряду (1.4) є функціями диференційованими на всій числовій прямій та заданий функціональний ряд збіжний, наприклад, при $x = 0$.

Утворимо ряд, членами якого будуть похідні членів ряду (1.4):

$$\frac{1}{x^2+1}+\frac{2\sqrt{2}}{x^2+2^3}+\frac{3\sqrt{3}}{x^2+3^3}+\cdots+\frac{n^{\frac{3}{2}}}{x^2+n^3}+\cdots$$

Порівняємо ряд, складений з похідних, з рядом

$$1+\frac{1}{2^{\frac{3}{2}}}+\frac{1}{3^{\frac{3}{2}}}+\cdots+\frac{1}{n^{\frac{3}{2}}}+\cdots$$

Так як при всіх $x \in R$: $x^2 \geq 0$, то $\frac{n^{\frac{3}{2}}}{x^2+n^3} \leq \frac{n^{\frac{3}{2}}}{n^3} = \frac{1}{n^{\frac{3}{2}}}$.

Ряд $\frac{1}{n^{\frac{3}{2}}}$ є узагальненим гармонічним зі знаменником $\frac{3}{2}$, а значить – збіжним. І він є мажорантним для ряду, складеного з похідних на всій числовій прямій. Тому, на основі ознаки Вейєрштрасса, ряд, складений з похідних, збігається рівномірно на проміжку $(-\infty; \infty)$.

Отже виконані всі умови останньої теореми і ряду (1.4) можна застосувати теорему про диференціювання рядів на всій числовій прямій.

1.2 Степеневі ряди

Степеневим рядом називають функціональний ряд вигляду

$c_0 + c_1 (x-a) + c_2 (x-a)^2 + \ldots + c_n (x-a)^n + \ldots$ (1.5)

де c_n, a – дійсні числа.

Область збіжності функціонального ряду може мати різну структуру і навіть не мати жодної точки, тобто бути порожньою множиною. У той же час область збіжності степеневого ряду не може бути порожньою множиною (при $x = a$, наприклад, збігається будь-який степеневий ряд). Виявляється, що *структура області збіжності всіх степеневих рядів однакова.*

Цю структуру можна описати за допомогою цілого ряду тверджень.

Зауважимо, що для кожного степеневого ряду завжди можна вказати таке число R ($R \geq 0$, $R < +\infty$), що областю збіжності буде інтервал $|x - a| < R$ з центром у точці $x = a$, всередині якого ряд (1.5) збігається абсолютно, а при $|x - a| > R$ ряд розбіжний. Число R називають *радіусом збіжності*, у часткових випадках радіус може

дорівнювати 0 або +∞. У крайніх точках інтервалу збіжності $x = a \pm R$ можлива як збіжність, так і розбіжність степеневого ряду.

У загальному випадку інтервал збіжності степеневого ряду визначають за допомогою ознак Д'аламбера або Коші до ряду, членами якого є абсолютні величини членів ряду (1.5).

Крім того, можна використати один із наступних способів [8]:
якщо серед коефіцієнтів ряду немає рівних нулю (тобто ряд містить всі цілі додатні степені різниці $x - a$, то $R = \lim\limits_{n\to\infty}\left|\dfrac{c_n}{c_{n+1}}\right|$;

якщо серед коефіцієнтів ряду є рівні нулю і показників степенів різниці $x-a$ є довільні натуральні числа, то $R = \dfrac{1}{\lim\limits_{n\to\infty}\sqrt[n]{|c_n|}}$';

якщо початковий ряд має вигляд

$c_0 + c_1 (x-a)^p + c_2 (x-a)^{2p} + \ldots + c_n (x-a)^{np} + \ldots,$

де p – деяке додатне ціле число, більше 1, то $R = \sqrt[p]{\lim_{n\to\infty}\left|\dfrac{c_n}{c_{n+1}}\right|}$.

Усі ці формули потрібно використовувати обережно, так як границі правих і лівих частин можуть і не існувати. У зв'язку з цим рекомендують при визначені інтервалу збіжності застосовувати ознаки Д'аламбера або Коші безпосередньо, не застосовуючи загальних формул для радіуса збіжності.

Степеневий ряд (1.5) збігається абсолютно і рівномірно на будь-якому відрізку, що лежить всередині цього інтервалу збіжності. Його можна почленно диференціювати і інтегрувати на всьому інтервалі збіжності.

Якщо

$$c_0 + c_1 (x-a) + c_2 (x-a)^2 + \ldots + c_n(x-a)^n + \ldots = f(x) \qquad (1.6)$$

то для довільного x з інтервалу збіжності ряду (1.5) маємо:

$$c_1 + 2c_2 (x-a) + \ldots + nc_n (x-a)^{n-1} + \ldots = f'(x), \qquad (1.7)$$

$$\int_{x_0}^{x} c_0 dx + \int_{x_0}^{x} c_1 (x-a) dx + \int_{x_0}^{x} c_2 (x-a)^2 dx + \ldots + \int_{x_0}^{x} c_n (x-a)^n dx + \ldots =$$

$$= \sum_{n=0}^{\infty} c_n \frac{(x-a)^{n+1} - (x_0-a)^{n+1}}{n+1} = \int_{x_0}^{x} f(x) dx \qquad (1.8)$$

Приклад 1.5. Дослідити збіжність степеневого ряду $x + \dfrac{1}{2}x^2 + \dfrac{1}{3}x^3 + \ldots$.

Розв'язування: Тут $a_n = \dfrac{1}{n}$, $a_{n+1} = \dfrac{1}{n+1}$.

Знайдемо радіус збіжності ряду:

$$R = \lim_{n \to \infty} \left| \frac{a_n}{a_{n+1}} \right| = \lim_{n \to \infty} \frac{n+1}{n} = \lim_{n \to \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right) = 1 .$$

Значить, ряд збігається для значення *x*, яке задовольняє нерівність *–1 < x < 1*.

Дослідимо збіжність ряду на кінцях проміжку.

Якщо *x = 1*, то одержимо гармонічний ряд $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \ldots$, який, як відомо, розбігається.

Якщо *x = -1*, то одержимо ряд, що збігається, так як задовольняє умовам ознаки Лейбніца.

Отже, область збіжності степеневого ряду визначається нерівністю *-1 ≤x < 1*.

Приклад 1.6. Дослідити на збіжність степеневий ряд:

$$2x^5 + \frac{4x^{10}}{3} + \frac{8x^{15}}{5} + \cdots + \frac{2^n x^{5n}}{2n-1} + \cdots$$

Розв'язування. Зробимо заміну $x^5 = t$ та отримаємо ряд:

$$2t + \frac{4t^2}{3} + \frac{8t^3}{5} + \cdots$$

Тут $a_n = \frac{2^n}{2n-1}$, $a_{n+1} = \frac{2^{n+1}}{2n+1}$. Знайдемо радіус збіжності:

$$R = \lim_{n\to\infty} \frac{2^n(2n+1)}{2^{n+1}(2n-1)} = \frac{1}{2} \lim_{n\to\infty} \frac{2n+1}{2n-1} = \frac{1}{2} \lim_{n\to\infty} \frac{2+\frac{1}{n}}{2-\frac{1}{n}} = \frac{1}{2}.$$

Таким чином, ряд збігається, якщо $|t| < \frac{1}{2}$.

Дослідимо збіжність ряду на кінцях проміжку. Якщо $t = \frac{1}{2}$, то отримуємо ряд $1 + \frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7} + \cdots$. Він розбіжний, так як його можна порівняти з рядом $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} + \cdots$, який утворюється з гармонічного діленням на 2.

При $t = -\frac{1}{2}$ отримуємо ряд $-1 + \frac{1}{3} - \frac{1}{5} + \frac{1}{7} - \cdots$, який умовно збіжний. Отже,

$$-\frac{1}{2} \le t < \frac{1}{2}.$$

Тоді $-\frac{1}{2} \le x^5 < \frac{1}{2}$ або $-\frac{1}{\sqrt[5]{2}} \le x < \frac{1}{\sqrt[5]{2}}$.

Приклад 1.7. Дослідити збіжність ряду $\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{k+1}{2k+1}\right)^k (x-2)^{2k}$.

Розв'язування. Для ряду маємо $a_n = 0$ при $n = 2k-1$ і $a_n = \left(\frac{k+1}{2k+1}\right)^k$ при $n = 2k$. Для знаходження радіуса збіжності зручніше за все використовувати формулу $R = \frac{1}{\lim\limits_{n\to\infty} \sqrt[n]{|a_n|}}$. Знаходимо

$$R = \frac{1}{\lim\limits_{k\to\infty} \sqrt[2k]{\left(\frac{k+1}{2k+1}\right)^k}} = \lim_{k\to\infty} \sqrt{\frac{2k+1}{k+1}} = \sqrt{2}.$$

Дослідимо збіжність ряду на кінцях інтервалу. Припускаючи, що $x-2 = \sqrt{2}$, отримаємо числовий ряд:

$$\sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{k+1}{2k+1}\right)^k \cdot 2k = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\frac{k+1}{k+\frac{1}{2}}\right)^k = \sum_{k=1}^{\infty} \left(1+\frac{1}{2k+1}\right)^k.$$

Але $\lim\limits_{k\to\infty} \left(1+\frac{1}{2k+1}\right)^k = \sqrt{e} \neq 0$. Таким чином, при $x-2 = \sqrt{2}$ ряд розбігається. Те саме має місце при $x-2 = -\sqrt{2}$. Отже, область збіжності даного ряду $2-\sqrt{2} < x < 2+\sqrt{2}$.

Приклад 1.8. Знайти суму ряду

$$1 + 2x + 3x^2 + \cdots + nx^{n-1} + \cdots \ (|x| < 1).$$

Розв'язування: Очевидно, що ряд, суму якого ми шукаємо, отримано почленним диференціюванням ряду на інтервалі:

$$1 + x + x^2 + x^3 + \cdots + x^n + \cdots \ (|x| < 1).$$

Врахувавши, що це нескінченно спадна геометрична прогресія та формулу її суми, маємо:

$$1 + x + x^2 + x^3 + \cdots = \frac{1}{1-x}.$$

Тоді $\frac{d}{dx}(1 + x + x^2 + x^3 + \cdots) = \frac{d}{dx}\left(\frac{1}{1-x}\right)$, $1 + 2x + 3x^2 + \cdots = \frac{1}{(1-x)^2}$.

РОЗДІЛ 2
РОЗКЛАД ФУНКЦІЙ У СТЕПЕНЕВІ РЯДИ

2.1 розклад функції в ряд Тейлора

Будь яка функція *f(x)*, нескінченну кількість разів диференційована в інтервалі $|x - a| < R$ може бути представлена в цьому інтервалі у вигляді степеневого ряду вигляду [2]:

$$f(x) = f(a) + f'(a)(x-a) + \frac{f''(a)}{2!}(x-a)^2 + \ldots + \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a) + \ldots \qquad (2.1)$$

Ряд (2.1) називають рядом Тейлора, а $R_n(x)$ – його остачею.

Якщо функція *f(x)* диференційовна на відрізку $|x - a| \le R$ *n* разів, а на проміжку $|x - a| < R$ *n + 1* раз, то остачу можна записати у формі Лагранжа:

$$R_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(a+\theta(x-a))}{(n+1)!}(x-a)^{n+1}. \qquad (2.2)$$

При *a = 0* ряд Тейлора називають також рядом Маклорена [2]:

$$f(x) = f(0) + \frac{f'(0)}{1!}x + \frac{f''(0)}{2!}x^2 + \cdots + \frac{f^{(n)}(0)}{n!}x^n + \cdots$$

Зауважимо, що якщо в деякому інтервалі, що містить точку $x = a$, при довільному *n* виконується нерівність $\left|f^{(n)}(x)\right| < M$, де *M* – додатна стала, то $\lim_{n\to\infty} R_n(x) = 0$ і функція *f(x)* розкладається в ряд Тейлора.

Приклад 2.1. Розкласти функцію *f(x)=ch x* в ряд по степенях *x* та визначити інтервал його збіжності.

Розв'язування. Знаходимо похідні заданої функції:

f(x) = ch x, f′(x) = sh x, f″(x) = ch x, f‴(x) = sh x, …;

у загальному випадку:

$f^{(n)}(x) = ch\ x$, якщо *n* – парне, і $f^{(n)}(x) = sh\ x$, якщо n – непарне.

При *a=0*, одержимо

f(0) = 1, f′(0) = 0, f″(0) = 1, f‴(0) = 0, …;

у загальному випадку

$f^{(n)}(0) = 1$, якщо *n* – парне, $f^{(n)}(0) = 0$, якщо *n* – непарне.

Звідси: $$chx = 1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots + \frac{x^{2n}}{(2n)!} + \ldots \qquad (2.3)$$

Для визначення інтервалу збіжності ряду (2.3) застосуємо ознаку Даламбера. Маємо:

$$\lim_{n\to\infty}\left|\frac{x^{2n+2}}{(2n+2)!} : \frac{x^{2n}}{(2n)!}\right| = \lim_{n\to\infty}\frac{x^2}{(2n+1)(2n+2)} = 0$$

при будь-якому *x*.

Отже, ряд збігається в інтервалі $-\infty < x < \infty$. Залишковий член за формулою (2.2) має вигляд:

$R_n(x)=\frac{x^{n+1}}{(n+1)!}ch\theta x$, якщо n – непарне, $R_n(x)=\frac{x^{n+1}}{(n+1)!}sh\theta x$, якщо n – парне. Так як $0>\theta>1$, то

$|ch\theta x|=\left|\frac{e^{\theta x}+e^{\theta x}}{2}\right|\le e^{|x|}, |sh\theta x|=\left|\frac{e^{\theta x}-e^{\theta x}}{2}\right|\le e^{|x|}+\frac{e^{|x|}}{2}$ і $|R_n(x)|\le\frac{|x|^{n+1}}{(n+1)!}e^{|x|}$.

Ряд з загальним членом $\frac{|x|^n}{n!}$ збіжний при будь-якому x, тому за необхідною ознакою збіжності $\lim\limits_{n\leftarrow\infty}\frac{|x|^{n+1}}{(n+1)!}=0$, а значить, і $\lim\limits_{n\to\infty}R_n(x)=0$ при будь-якому x. Це означає, що сума ряду (2.3) для будь-якого x дійсно рівна *ch x*.

Приклад 2.2. Розкласти функцію $\frac{1}{x}$ в ряд по степенях $x-2$.

Розв'язування. Скористаємося очевидною рівністю $\frac{1}{x}=\frac{\frac{1}{2}}{1+\frac{(x-2)}{2}}$.

Її права частина є сумою нескінченно спадної геометричної прогресії з першим членом $b=\frac{1}{2}$ та знаменником $q=-\frac{x-2}{2}$.

Звідси отримуємо

$$\frac{1}{x}=\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\frac{(x-2)}{2}+\frac{1}{2}\left(\frac{(x-2)}{2}\right)^2-\frac{1}{2}\left(\frac{x-2}{2}\right)^3+\cdots$$

$$\frac{1}{x}=\frac{1}{2}-\frac{1}{4}(x-2)+\frac{1}{8}(x-2)^2-\frac{1}{16}(x-2)^3+\cdots$$

Так як $\left|\frac{x-2}{2}\right|<1$, то область збіжності $0<x<4$.

2.1 Методи розкладу довільних функцій

Наведемо розклади основних функцій у ряд [8]:

$$e^x=1+\frac{x}{1!}+\frac{x^2}{2!}+\ldots+\frac{x^n}{n!}+\ldots \quad (-\infty<x<\infty), \qquad (2.4)$$

$$\sin x=\frac{x}{1!}-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\ldots+(-1)^n\frac{x^{2n+1}}{(2n+1)!}+\ldots \quad (-\infty<x<\infty), \qquad (2.5)$$

$$\cos x=1-\frac{x^2}{2!}+\frac{x^4}{4!}-\ldots+(-1)^n\frac{x^{2n}}{(2n)!}+\ldots \quad (-\infty<x<\infty), \qquad (2.6)$$

$$(1+x)^m=1+\frac{m}{1!}x+\frac{m(m-1)}{2!}x^2+\ldots+\frac{m(m-1)\ldots(m-n+1)}{n!}x^n+\ldots \quad (-1<x<1), \qquad (2.7)$$

$$\ln(1+x)=x-\frac{x^2}{2}+\frac{x^3}{3}-\ldots+(-1)^{n-1}\frac{x^n}{n}+\ldots \quad (-1<x\le 1), \qquad (2.8)$$

$$arctg\,x=x-\frac{x^3}{3}+\frac{x^5}{5}-\frac{x^7}{7}+(-1)^{n-1}\frac{x^{2n-1}}{2n-1}+(-1\le x\le 1). \qquad (2.9)$$

Аналогічні розклади справедливі і для показникової та тригонометричних функій комплексної змінної. Зокрема:

$$e^z=1+\frac{z}{1!}+\frac{z^2}{2!}+\frac{z^3}{3!}+,\ \sin z=\frac{z}{1!}-\frac{z^3}{3!}+\frac{z^5}{5!}-,\ \cos z=1-\frac{z^2}{2!}+\frac{z^4}{4!}-\frac{z^6}{6!}+.$$

Природа розкладів схожа і логічно зробити припущення про те, що експотенціальна та тригонометричні функції мають зв'язок, якого не видно на числовій прямі при розгляді цих функцій на множині дійсних змінних. У 1748 році співвідношення, що поєднує ці функції запропонував Леонард Ейлер і на сьогодні вони відомі як формули Ейлера:

$e^{zi} = \cos z + i\, sinz, \qquad e^{-zi} = \cos z - i\, sinz,$ (2.10)

$\cos z = \frac{e^{zi}+e^{-zi}}{2}, \quad \sin z = \frac{e^{zi}-e^{-zi}}{2i}.$ (2.11)

Ці формули також дозволяють представити числа у різних формах – тригонометричній та показниковій:

$z = r(\cos(\varphi) + i\sin(\varphi))$, $z = re^{\varphi i}$.

Приклад 2.3. Оцінити похибку наближеної рівності

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \ldots + \frac{x^n}{n!} + \ldots$$

Розв'язування. Похибка визначається сумою членів ряду (2.4), що містяться після $\frac{x^n}{n!}$: $R_n = \frac{x^{n+1}}{(n+1)!} + \frac{x^{n+2}}{(n+2)!} + \frac{x^{n+3}}{(n+3)!} + \cdots$,

$$R_n = \frac{x^n}{n!}\left(\frac{x^1}{(n+1)} + \frac{x^2}{(n+1)(n+2)} + \frac{x^3}{(n+1)(n+2)(n+3)} + \cdots\right)$$

Тоді, використавши суму нескінченно спадної геометричної прогресії, отримаємо:

$R_n < \frac{x^n}{n!}\left(\frac{x}{(n+1)} + \frac{x^2}{(n+1)^2} + \frac{x^3}{(n+1)^3} + \cdots\right) = \frac{x^n}{n!}\frac{\frac{x}{n+1}}{1-\frac{x}{n+1}}$. Остаточно, $R_n < \frac{x^n}{n!}\frac{x}{n+1-x}$.

Користуючись формулами (2.4) – (2.9), а також формулою суми геометричної прогресії, можна у багатьох випадках одержувати розклад довільної функції у степеневий ряд, причому відпадає необхідність дослідження залишкового члена. Інколи при розкладі корисно використовувати почленне диференціювання чи інтегрування. При розкладі в степеневі ряди раціональних функцій рекомендується розкладати ці функції на простіші дроби.

Приклад 2.4. Розкласти по степенях *x* функцію

$$f(x) = \frac{3}{(1-x)(1+2x)}.$$

Розв'язування. Розклавши функцію на простіші дроби, матимемо:

$$f(x) = \frac{1}{1-x} + \frac{2}{1+2x}.$$

Так як

$$\frac{1}{1-x} = 1 + x + x^2 + \ldots = \sum_{n=0}^{\infty} x^n, \qquad (2.12)$$

$$\frac{1}{1+2x} = 1 - 2x + (2x)^2 - \ldots = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n 2^n x^n, \qquad (2.13)$$

то кінцевий результат

$$f(x)=\sum_{n=0}^{\infty}x^n+2\sum_{n=0}^{\infty}(-1)^n2^nx^n=\sum_{n=0}^{\infty}[1+(-1)^n2^{n+1}]x^n.$$

Геометричні прогресії (2.12) і (2.13) збігаються відповідно при $|x|<1$ і $|x|<\frac{1}{2}$; то розклад справедливий при $|x|<\frac{1}{2}$, тобто, при $-\frac{1}{2}<x<\frac{1}{2}$.

2.2 Використання степеневих рядів для наближених обчислень

Розглянемо найтиповіші задачі застосування степеневих рядів.

Приклад 2.5. Знайти $\lim_{x\to0}\frac{\sin(x)-arctg(x)}{x^3}$.

Розв'язування.

Оскільки функція $\sin x$ розкладається в степеневий ряд на всій числовій прямій, а $arctg\,x$ на проміжку (-1; 1), то в околі точки $x=0$ вони обидві мають розклад в ряд Маклорена. Використовуючи розклади елементарних функцій у степеневі ряди (2.5) та (2.9), отримаємо:

$$\lim_{x\to0}\frac{\sin(x)-arctg(x)}{x^3}=\lim_{x\to0}\frac{x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\cdots-x+\frac{x^3}{3}-\frac{x^5}{5}+\cdots}{x^3}$$

$$=\lim_{x\to0}\left[\left(\frac{1}{3}-\frac{1}{3!}\right)-\left(\frac{1}{5}-\frac{1}{5!}\right)x^2+\cdots\right]=\frac{1}{6}.$$

Приклад 2.6. Знайти границю функції

$$\lim_{x\to0}\frac{2e^x-2-2x-x^2}{x-\sin x}.$$

Розв'язування. Замінивши функції їх розкладами у степеневі ряди, отримаємо:

$$\lim_{x\to0}\frac{2e^x-2-2x-x^2}{x-\sin x}=\lim_{x\to0}\frac{2\left(1+x+\frac{x^2}{2!}+\frac{x^3}{3!}+\ldots\right)-2-2x-x^2}{x-\left(x-\frac{x^3}{3!}+\frac{x^5}{5!}-\ldots\right)}=$$

$$=\lim_{x\to0}\frac{\frac{2x^3}{3!}+\frac{2x^4}{4!}+\ldots}{\frac{x^3}{3!}-\frac{x^5}{5!}+\ldots}=\lim_{x\to0}\frac{\frac{2}{3!}+\frac{2x}{4!}+\ldots}{\frac{1}{3!}-\frac{x^2}{5!}+\ldots}=2.$$

Приклад 2.7. Обчислити визначений інтеграл із точністю до 0,001:

$$\int_0^{0,1}\frac{\ln(x+1)}{x}\,dx$$

Розв'язування.

Оскільки функція $\ln(x+1)$ розкладається в інтервалі (-1; 1), то на проміжку (0; 0,1), який входить в (-1; 1), степеневий ряд ряд збігається рівномірно. Тому при розв'язуванні цього прикладу можна

скористатися теоремою 1.1 про почленне інтегрування функціональних рядів.

$$\int_0^{0,1}\frac{\ln(x+1)}{x}dx=\int_0^{0,1}\frac{x-\frac{1}{2}x^2+\frac{1}{3}x^3-\frac{1}{4}x^4+...}{x}dx=$$

$$=\int_0^{0,1}\left(1-\frac{1}{2}x+\frac{1}{3}x^2-\frac{1}{4}x^3+...\right)dx=\left[x-\frac{1}{4}x^2+\frac{1}{9}x^3-\frac{1}{16}x^4+...\right]_0^{0,1}=$$

$$=0,1-\frac{1}{4}\cdot 0,01+\frac{1}{9}\cdot 0,001-...\approx 0,098$$

.

Приклад 2.8. Довести тотожність:

$$\cos^5(x)=\frac{1}{16}\cos(5x)+\frac{5}{16}\cos(3x)+\frac{5}{8}\cos(x)\,.$$

Розв'язування: Скористаємося формулою (2.10): $\cos(x)=\frac{e^{xi}+e^{-xi}}{2}$ і проведемо елементарні перетворення:

$$\cos^5(x)=\frac{e^{5xi}+5e^{3xi}+10e^{ix}+10e^{-xi}+5e^{-3xi}+e^{-5xi}}{32}=$$

$$=\frac{1}{16}\cdot\frac{e^{5xi}+e^{-5xi}}{2}+\frac{5}{16}\cdot\frac{e^{3xi}+e^{-3xi}}{2}+\frac{5}{8}\cdot\frac{e^{xi}+e^{-xi}}{2}=$$

$$=\frac{1}{16}\cos(5x)+\frac{5}{16}\cos(3x)+\frac{5}{8}\cos(x).$$

Тотожність доведено.

Розклади функцій в ряд широко використовують при написанні функцій та методів математичних бібліотек і пакетів всіх сучасних мов програмування. Переважаюча їх більшість базується на ітераційних циклах, що оперують членами відповідного степеневого ряду.

Приклади лістингів таких авторських програм та результати її виконання наведено у додатках.

РОЗДІЛ 3
РЯДИ ФУР'Є

3.1 Поняття про ряд Фур'є та його види

Рядом Фур'є періодичної функції $f(x)$ з періодом 2π, визначеної на відрізку $[-\pi;\ \pi]$, називають ряд

$$\frac{a_0}{2}+\sum_{m=1}^{\infty}(a_m cosmx + b_m sinmx), \tag{3.1}$$

де $a_m=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f(x)cosmx\,dx\ (m=0,1,2,\dots),\ b_m=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f(x)sinmx\,dx\ (m=0,1,2,\dots).$

Якщо ряд (3.1) збігається, то його сума $S(x)$ теж є періодичною з періодом 2π функцією.

Теорема Діріхле [12]. Нехай функція $f(x)$ на відрізку $[-\pi;\ \pi]$ має скінчене число екстремумів і має не більше ніж скінчене число точок розриву І-го роду. Тоді ряд Фур'є цієї функції збігається в кожній точці відрізку $[-\pi;\ \pi]$ і сума цього ряду задовольняє умови:

S(x) = f(x) в усіх точках відрізку $[-\pi;\ \pi]$, де функція неперервна;

$S(x)=\frac{1}{2}[f(x-0)+f(x+0)]$, де x – точка розриву першого роду функції f(x);

$S(x)=\frac{1}{2}[f(-\pi+0)+f(\pi-0)]$ – на кінцях проміжку.

Розглянемо також так званні неповні ряди Фур'є, які будуються для окремих класів періодичних функцій [8].

Якщо функція $f(x)$ – парна, то формула (3.1) набуде вигляду

$f(x)=\frac{a_0}{2}+\sum_{m=1}^{\infty}a_m cosmx,\ \ a_m=\frac{2}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f(x)cosmx\,dx\ (m=0,1,2,\dots).$

Якщо ж функція $f(x)$ – непарна, то всі $a_m = 0\ (m = 0, 1, 2, \dots)$ і

$$b_m=\frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi}f(x)sinmx\,dx\ (m=0,1,2,\dots).$$

Функція, задана в інтервалі (0; π), може бути продовжена в інтервалі (-π; 0) або як парна, або як непарна; отже, її можна за бажанням розкласти в інтервалі (0; π) в неповний ряд Фур'є по синусах чи по косинусах.

Приклад 3.1. Розкласти в ряд Фур'є функцію $f(x)=x$ на інтервалі $-\pi<x\le\pi$.

Розв'язування.

Якщо ми цю функцію 2зі періодично продовжимо на всю числову вісь, то помітимо, що на $-\pi<x\le\pi$ задовольняє умовам теореми Діріхле і, як наслідок, може бути розкладена у ряд Фур'є.

Причому його сума = значенню функції f(x) на всьому інтервалі $-\pi<x\le\pi$, а на кінцях сума ряду буде рівна нулю. Отже розклад існує.

Знайдемо її коефіцієнти:

$$a_0 = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x dx = \frac{1}{\pi}\frac{x^2}{2}\Big|_{-\pi}^{\pi} = \frac{1}{\pi}\left[\pi^2 - (-\pi)^2\right] = 0 \cdot$$

$$a_k = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x\cos(kx)\,dx = \frac{1}{\pi}\left[\frac{x\sin(kx)}{k}\Big|_{-\pi}^{\pi} - \frac{1}{k}\int_{-\pi}^{\pi}\sin(kx)dx\right] =$$

$$= \frac{1}{\pi k^2}\cos(kx)\Big|_{-\pi}^{\pi} = \frac{1}{\pi k^2}\left[\cos(k\pi) - \cos(k\pi)\right]$$

$$b_k = \frac{1}{\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x\sin(kx)dx = \frac{1}{\pi}\left[-\frac{x\cos(kx)}{k}\Big|_{-\pi}^{\pi} + \frac{1}{k}\int_{-\pi}^{\pi}\cos(kx)dx\right] =$$

$$= \frac{1}{k\pi}\left[-\pi\cos(k\pi) - \pi\cos(k\pi) + \frac{1}{k^2}\sin(x)\Big|_{-\pi}^{\pi}\right] =$$

$$= -\frac{2}{k}\cos(k\pi) = -\frac{2(-1)^k}{k}.$$

Тоді

$$a_0 = a_1 = a_2 = \ldots = a_n = \ldots = 0 \qquad b_1 = \frac{2}{1},\ b_2 = -\frac{2}{2},\ b_3 = \frac{2}{3},\ b_4 = -\frac{2}{4},\ \ldots$$

Отже,

$$f(x) = 2\left[\frac{\sin(x)}{1} - \frac{\sin(2x)}{2} + \frac{\sin(3x)}{3} - \frac{\sin(4x)}{4} + \ldots + \frac{(-1)^n\sin(nx)}{n} + \ldots\right].$$

3.2 Ряди Фур'є періоду *2l*

Якщо функція $f(x)$ задовольняє умови Діріхле в деякому інтервалі *(-l; l)* довжини *2l,* то в точках неперервності функції, які належать цьому інтервалу, справедливий розклад:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + a_1\cos\frac{\pi x}{l} + b_1\sin\frac{\pi x}{l} + a_2\cos\frac{2\pi x}{l} + b_2\sin\frac{2\pi x}{l} + \ldots$$

$$\ldots + a_n\cos\frac{n\pi x}{l} + b_n\sin\frac{n\pi x}{l} + \ldots$$

де

$$\left.\begin{aligned} a_n &= \frac{1}{l}\int_{-l}^{l} f(x)\cos\frac{n\pi x}{l}dx \quad (n = 0,1,2,\ldots), \\ b_n &= \frac{1}{l}\int_{-l}^{l} f(x)\sin\frac{n\pi x}{l}dx \quad (n = 1,2,\ldots). \end{aligned}\right\} \qquad (3.2)$$

У точках розриву функції $f(x)$ і в кінцях $x = \pm l$ цього інтервалу сума ряду Фур'є визначається аналогічно розкладу в інтервалі (-π; π). Аналогічними також будуть формули розкладу для парних та непарних функцій, визначених на інтервалі *(0; l).*

У випадку розкладу функції $f(x)$ в ряд Фур'є в довільному інтервалі *(a; a+2l)* довжини *2l* межі інтегрування у формулах (3.2) потрібно замінити відповідно через *a* і *a+2l.*

Приклад 3.2. Розкласти у ряд Фур'є періодичну функцію $f(x) = x^2$ з періодом 2, задану на інтервалі $[-1; 1]$.

Розв'язування. Задана функція – парна. Її графік – частина параболи між точками $(-1;1)$ та $(1;1)$. Так як $l = 1$, то

$$a_0 = \frac{2}{l}\int_0^l f(x)\,dx = 2\int_0^1 x^2\,dx = \frac{2}{3},$$

$$a_m = \frac{2}{l}\int_0^l f(x)\cos\left(\frac{m\pi x}{l}\right)\,dx = 2\int_0^1 x^2\cos(m\pi x)\,dx\,.$$

Двічі проінтегрувавши частинами, маємо:

$$a_m = \frac{2x^2}{\pi m}\sin(\pi m x)\Big|_0^1 - \frac{4}{m\pi}\int_0^1 x\sin(m\pi x)\,dx = -\frac{4}{m\pi}\int_0^1 x\sin(m\pi x)\,dx =$$

$$= \frac{4x\cdot\cos(\pi m x)}{m^2\pi^2}\Big|_0^1 - \frac{4}{m^2\pi^2}\int_0^1\cos(m\pi x)\,dx = \frac{4}{m^2\pi^2}(-1)^m.$$

Так як функція парна, то $b_m = 0$, отже,

$$f(x) = \frac{1}{3} + \frac{4}{\pi^2}\sum_{m=1}^{\infty}\frac{(-1)^m}{m^2}\cos(m\pi x) =$$

$$= \frac{1}{3} - \frac{4}{\pi^2}\left(\cos(\pi x) - \frac{\cos(2\pi x)}{2^2} + \frac{cos(3\pi x)}{3^2} - \frac{\cos(4\pi x)}{4^2} + \cdots\right).$$

ВИСНОВКИ

Сучасний світ важко уявити без пристроїв, які роблять наше життя легшим, тому провідні технології повинні використовувати математичні моделі, які дозволяють краще апроксимувати процеси та результати досліджень з реального життя. Одним із способів обчислення значень нелінійних та трансцендентних функцій є застосування функціональних рядів.

Дослідження їх збіжності дає можливість створювати досконаліші алгоритми для отримання результатів із наперед заданою точністю. Окрім того, вивчення функціональних рядів дозволяє краще використовувати стандартні бібліотеки для обчислення елементарних нелінійних функцій та нестандартних функцій користувача у програмуванні та, на їх основі, створювати свої, унікальні методи.

У науково-дослідницькій роботі розглянуто поняття функціонального ряду та методи дослідження їх збіжності. Описано поняття рівномірної збіжності функціональних рядів. Вивчено степеневі ряди як окремий вид функціональних рядів та розглянуто приклади знаходження області їх збіжності. Розглянуто питання розкладу функцій у степеневі ряди та ряди Фур’є, показано практичні застосування таких розкладів. Для ілюстрації написано програму-аналог методу обчислення значення трансцендентної функції.

Робота має теоретичний характер, але всі викладки проілюстровано прикладами. У подальшому дослідження можуть бути розвинені у напрямку вивчення функціональних рядів та їх застосування при розробці ітераційних циклів для наближених обчислень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Овчинников П.П. Вища математика : підруч. у 2-х частинах. Ч.1 К. : Техніка, 2003. 600 с.
2. Овчинников П.П., Михайленко В.М. Вища математика: Підручник.- У 2-х частинах. Ч.2. К. : Техніка, 2004. 792 с.
3. Вища математика : зб. задач у 2-х ч. навч. посіб.: П. П. Овчинников, П.С. Кропив'янський, С.П. Полушкін. К.: Техніка, 2004. 376 с.
4. Математичний аналіз у задачах і прикладах. У 2-х частинах. Ч.1: навч. посіб.: Л.І. Дюженкова, Т.В. Колесник, М.Я. Лященко. К.: Вища школа, 2003. 462 с.
5. Михайленко В.М., Федоренко Н.Д. Математичний аналіз для економістів: Навч.посібн. К.: УФІМІБ, 1999, 224 с.
6. Радченко О.М. Математичний аналіз. у 2-х частинах К.: ТВіМС, 1999. 152 с.
7. Данко П.А. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х частях. Ч.1: Учебное пособие. М.: Высшая школа, 1999. 304 с.
8. Данко П.Е. Высшая математика в упражнениях и задачах. В 2-х частях. Ч. 2: Учебное пособие . М.: Высшая школа, 1999. 416 с.
9. Мартиненко В.С. Збірник задач з вищої математики. Ч.1. К.: ВЦ КНТЕУ, 2000. 210 с.
10. Коваленко І.П. Вища математика: Навчальний посібник. К.: Вища школа, 2006. 343 с.
11. Шнейдер В.Е. Краткий курс высшей математики. уч. пособ. М.: Высшая школа, 1972. 640 с.
12. Бугрим О.В., Бойко Л.Й. Числові та степеневі ряди. Приклади їх застосування URL: http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/146554 /CD561.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата звернення: 12.11.2020)
13. Числові та функціональні ряди. Лекції URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/ Cherney_Ryadi_%202016.pdf (дата звернення: 02.12.2020)
14. Функціональні ряди URL: https://yukhym.com/uk/ryadi-ta-jikh-zbizhnist/funktsionalnij-ryad-oznaka-vejershtrasa.html (дата звернення: 12.12.2020)
15. Ряди Фур'є URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D0% B0%D0%BB%D1%96%D0%B7_%D0%A4%D1%83%D1%80%27%D1% 94

ДОДАТКИ

Додаток А

Програма обчислення функції $y = sin\,x$ за розкладом у ряд

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
double factorial(int x);
double MySine(double x, double eps);
using namespace std;
int main()
{   setlocale(0, ".1251");
    double x, eps;
    cout << "Введіть x: "; cin >> x;
    cout << "Введіть точність : "; cin >> eps;
    cout << "При x=" << setprecision(16) << x << " " << "sin(x)=" << setprecision(16) << MySine(x, eps) << endl;
    system("pause");
    return 0;  }
double factorial(int x)
{   double f = 1;
    if (x == 0) { return f; }
    else for (int i = 1; i <= x; i++) { f = f * i; }
    return f;  }
double pow(double x, int y)
{   double p = 1;
    for (int i = 1; i <= y; i++) p = p * x;
    return p;  }
double MySine(double x, double eps)
{  double n, sum = 0; int i = 0;
       do {
              n = (pow(-1, i)*pow(x,2*i+1))/factorial(2*i+1);
              sum += n;
              i++;
           } while (fabs(n) > eps);
   return sum; }
```

Рис. А.1. Лістинг програми обчислення функції $y = sin\,x$

Додаток Б

Результати роботи програми обчислення функції $y = sin\,x$ за розкладом у ряд

```
Введіть x: 1.57079
Введіть точність : 0.00000000000000000001
При x=1.57079 sin(x)=0.9999999999799857
```

```
Введіть x: 0.78539816
Введіть точність : 0.00000000000000000001
При x=0.78539816 sin(x)=0.7071067787841887
```

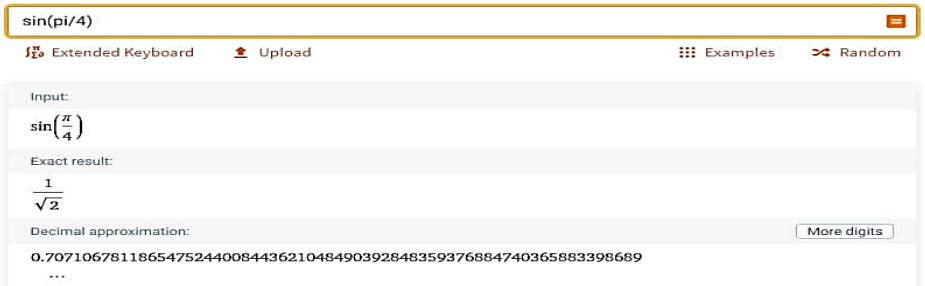


Рис. Б.1. Порівняння результатів роботи авторської програми та результатів, отриманих за допомогою Wolfram Alpha.

Додаток В

Програма обчислення функції $y = ctg\ x$ за розкладом у ряд

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
double MyCotangent(double x, double eps);
using namespace std;
int main()
{
    setlocale(0, ".1251");
    double x, eps;
    cout << "Введіть x: ";
    cin >> x;
    cout << "Введіть точність : ";
    cin >> eps;
    cout << "При x=" << setprecision(16) << x << " " << "ctg(x)=" << setprecision(16) << MyCotangent(x, eps) << endl;
    system("pause");
    return 0;
}
#define pi 3.14159265358979238
double pow(double x, int y)
{
    double p = 1;
    for (int i = 1; i <= y; i++) p = p * x;
    return p;
}
double MyCotangent(double x, double eps)
{
    double n, sum = 0, ctg; int i = 1;
    do {
        n = (2 * x) / (pow(x,2) - pow(pi,2) * pow(i,2));
        sum += n;
        i++;
        } while (fabs(n) > eps);
    ctg = 1 / x + sum;
    return ctg;
}
```

Рис. В.1. Лістинг програми обчислення функції $y = ctg\ x$

Додаток Г

Результати роботи програми обчислення функції $y = ctg\ x$ за розкладом у ряд

```
Введіть x: 2
Введіть точність : 0.000000000000001
При x=2 ctg(x)=-0.4576575342234416
```

Input:

cot(2)

$\cot(x)$ is the cotangent function

Decimal approximation: More digits

−0.457657554360285763750277410432047276428486329231674329641392162

...

```
Введіть x: 0.78539816
Введіть точність : 0.00000000001
При x=0.78539816 ctg(x)=1.000001268352417
```

Input:

$\cot\left(\frac{\pi}{4}\right)$

$\cot(x)$ is the cotangent function

Result:

1

Рис. Г.1. Порівняння результатів роботи авторської програми та результатів, отриманих за допомогою Wolfram Alpha

ДЛЯ НОТАТОК

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

КРАЩІ НАУКОВІ ВІДКРИТТЯ 2021 РОКУ

(збірник дослідницьких проєктів переможців конкурсу «Дослідження року – 2021» слухачів Тернопільського обласного комунального територіального відділення Малої академії наук України)

Адреса закладу: 46001, м. Тернопіль, вул. Січових Стрільців, 13,
тел.: (0352) 25-95-76, E-mail: manternopil@ukr.net
Веб-сайт: http://ман.укр