

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

**ВІСНИК**  
**НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

*Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів*

№ 19 (1191) 2016

Збірник наукових праць

Видання засновано в 1961 р.

Харків  
НТУ «ХПІ», 2016

**Вісник Національного технічного університету «ХПІ».** Збірник наукових праць. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів – Х. : НТУ «ХПІ». – 2016. – № 19 (1191). – 116 с.

#### **Державне видання**

**Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України**

**КВ № 5256 від 2 липня 2001 року**

Мова статей – українська, російська, англійська.

*Вісник Національного технічного університету «ХПІ» внесено до «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук», затвердженого Постановою президії ВАК України від 26 травня 2010 р., № 1 – 05/4 (Бюлетень ВАК України, № 6, 2010 р., с. 3, № 20).*

#### **Координаційна рада:**

Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України (**голова**);

К. О. ГОРБУНОВ, канд. техн. наук, доц. (**секретар**);

А. П. МАРЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.; Є. І. СОКОЛ, д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України;

Є. Є. АЛЕКСАНДРОВ, д-р техн. наук, проф.; А. В. БОЙКО, д-р техн. наук, проф.;

Ф. Ф. ГЛАДКИЙ, д-р техн. наук, проф.; М. Д. ГОДЛЕВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.;

А. І. ГРАБЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.; В. Г. ДАНЬКО, д-р техн. наук, проф.;

В. Д. ДМИТРИЄНКО, д-р техн. наук, проф.; І. Ф. ДОМНІН, д-р техн. наук, проф.;

В. В. СПІФАНОВ, канд. техн. наук, проф.; Ю. І. ЗАЙЦЕВ, канд. техн. наук, проф.;

П. О. КАЧАНОВ, д-р техн. наук, проф.; В. Б. КЛЕПІКОВ, д-р техн. наук, проф.;

С. І. КОНДРАШОВ, д-р техн. наук, проф.; В. І. КРАВЧЕНКО, д-р техн. наук, проф.;

Г. В. ЛІСАЧУК, д-р техн. наук, проф.; О. К. МОРАЧКОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф.;

В. І. НІКОЛАЄНКО, канд. іст. наук, проф.; П. Г. ПЕРЕРВА, д-р екон. наук, проф.;

В. А. ПУЛЯЄВ, д-р техн. наук, проф.; М. І. РИЩЕНКО, д-р техн. наук, проф.;

В. Б. САМОРОДОВ, д-р техн. наук, проф.; Г. М. СУЧКОВ, д-р техн. наук, проф.;

Ю. В. ТИМОФІЄВ, д-р техн. наук, проф.; М. А. ТКАЧУК, д-р техн. наук, проф.

#### **Редакційна колегія серії:**

**Відповідальний редактор:** Л.М. Ульєв, д-р техн. наук, проф.

**Заст. відповідального редактора:** С.І. Бухкало, канд. техн. наук, проф.

**Відповідальний секретар:** С.І. Бухкало, канд. техн. наук, проф.

**Члени редколегії:** М.І. Рищенко, д-р техн. наук, проф.; Ф.Ф. Гладкий, д-р техн. наук, проф.;

М.А. Ткачук, д-р техн. наук, проф.; В.І. Мілих, д-р техн. наук, проф.;

О.В. Григоров, д-р техн. наук, проф.; В.Б. Самородов, д-р техн. наук, проф.;

І.Ф. Домнін, д-р техн. наук, проф.; С.І. Кондрашов, д-р техн. наук, проф.;

О.С. Куценко, д-р техн. наук, проф.; О.В. Єфімов, д-р техн. наук, проф.;

А.Г. Гурін, д-р техн. наук, проф.; В.І. Ткачук, д-р техн. наук, проф.;

П.О. Капустенко, канд. техн. наук, проф.; О.П. Арсенєва, д-р техн. наук, проф.;

М.І. Сатаєв, д-р техн. наук, чл.-кор. АН РК; Й. Клемеш, Phd, проф. ун-ту Паннонія, м. Веспрем;

П. Стехлик, Phd, проф., директор Інституту інженерної технології і захисту навколишнього середовища Технологічного університету, професор VUT Брно, Чехія

*У квітні 2013 р. Вісник Національного Технічного Університету «ХПІ», серія «Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів», включений у довідник періодичних видань бази даних **Ulrich's Periodicals Directory (New Jersey, USA).***

Рекомендовано до друку Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 6 від 08 липня 2016 р.

УДК 378.65.011.56

**С. І. БУХКАЛО, О. І. ОЛЬХОВСЬКА, М. М. ЗІПУННІКОВ, С. П. ІГЛІН, В. М. СОЛОВЕЙ,  
Д. В. КОЛОБРОДОВА; М. С. МАМОНТОВА**

### **ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТИЖДЕНЬ ЄС 2016 В НТУ «ХПІ»**

В статті наведені можливості вирішення деяких задач навчання студентів НТУ «ХПІ» у межах енергетичного тижня ЄС з метою підвищення ефективності використання ТПВ та відходів різних галузей промисловості на комплексному підприємстві, яке може забезпечувати усі свої енергетичні потреби самостійно. Дослідження спрямовані на вивчення таких питань як організація збирання і транспортування відходів, їх ідентифікація та методи контролю якості; вибір науково-обґрунтованих методів переробки та утилізації полімерів як частки ТПВ; розробка необхідних технологічних схем та обладнання для переробки відходів; вибір підприємств для утилізації полімерів і виду енергетичних ресурсів для реалізації цих проектних рішень.

**Ключові слова:** комплексні енерготехнології, тара та пакування, екологічна безпека, науково-обґрунтовані методи, переробка та утилізація.

В статье приведены возможности решения некоторых задач обучения студентов НТУ «ХПИ» в рамках энергетической недели ЕС с целью повышения эффективности использования ТБО и отходов различных отраслей промышленности на комплексном предприятии, которое может обеспечивать все свои энергетические потребности самостоятельно. Исследования направлены на изучение таких вопросов, как организация сбора и транспортировки отходов, их идентификация и методы контроля качества; выбор научно-обоснованных методов переработки и утилизации полимеров как части ТБО; разработка необходимых технологических схем и оборудования для переработки отходов; выбор предприятий для утилизации полимеров и вида энергетических ресурсов для реализации этих проектных решений.

**Ключевые слова:** комплексные энерготехнологии, тара и упаковка, экологическая безопасность, научно-обоснованные методы, переработка и утилизация.

The materials by students of NTU «ХПИ» are presented the possibilities of solving problems of improving the use of wastes of different industries on a complex enterprise that can provide all its energy needs alone. The problem of wastes utilization and recycling is present as complex research and analysis of energy- and resource saving processes for treatment of polymer wastes of various origin. The investigation are focused in researching such problems as organization of waste collection, transportation and identification of wastes according to adapted polymers classification; selection of scientific based methods of wastes to be utilized or recycled; the development of appropriated process flow sheets and choice of modifications additives and equipment for polymers waste recycling. The choice of appropriate plants with selected energy resources is very important for projects realization.

**Keywords:** integrated energy technologies, packaging, evidence-based methods, ecological safety, wastes conversion and recycling.

#### **Вступ.**

Постійне прагнення викладачів вищих навчальних закладів (ВНЗ) до удосконалення професійної підготовки майбутніх фахівців з різновидів технічної, гуманітарної, екологічної, економічної та юридичної діяльності спонукає до пошуків нових методів викладання дисциплін, впровадження інноваційних технологій на усіх стадіях навчання. Існуюча пряма залежність якості вищої освіти від фахової компетентнісної підготовки викладача відносить формування педагогічної майстерності до однієї з найважливіших проблем ВНЗ [1–4].

Концептуальні положення з організації професійної підготовки майбутніх фахівців в Україні базуються на положеннях законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», «Про професійно-технічну освіту», Державній національній програмі «Освіта» («Україна XXI століття»), Національній доктрині розвитку освіти, Болонській декларації (1999), документах Євросоюзу, щодо необхідності креативності, безперервності, диверсифікації й гнучкості, прогностичності, доступності, відкритості, з урахуванням інноваційних потреб суспільства – енергетична й екологічна ситуація в Україні в останні 20 років є критичною. Необхідно виробляти позицію суспільства й держави по зниженню техногенного навантаження на навколишнє середовище.

Кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів й менеджменту та оподаткування НТУ «ХПІ» у 2013–2016 навчальному році сумісно з кафедрою менеджменту ХНУСА 19.11.2015 та

15.06.2016 року провели другий етап комплексного інноваційного проектування за загальною темою «Аналіз можливостей менеджменту комплексних інноваційних проектів енергетичного міксу». До вирішення та розробки основної теми залучаються студенти НТУ «ХПІ» факультетів:

- 1) технології органічних речовин (ТОР) групи О-43а, б, в та О-44 а, б, в;
- 2) бізнесу та фінансів (БФ) – групи БФ-13а,б;
- 3) інтегрованих технологій та хімічної техніки (ІТ) ІТ – ІТ-43;
- 4) студенти ХНУСА групи МО-41

за дисциплінами «Загальна технологія харчових виробництв», «Методи прийняття управлінських рішень», «Стратегічне управління», організаційними змінами», «Операційний менеджмент» та ін., загальною кількістю студентів – 47.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.**

На першому етапі роботи зі студентами НТУ «ХПІ» і інших ВНЗ м. Харкова були обрані напрямки комплексних інноваційних проектів [5–7]. Ці напрямки обрані в області енергоефективності, ресурсо- й енергозбереження для багатотоннажних галузей промисловості, наприклад, з метою вивчення можливості переробки полімерних відходів різного походження як частини твердих побутових відходів й охорони навколишнього середовища.

За спрощеними функціональними схемами були обрані напрямки та критерії впливу на якість

комплексних інноваційних проєктів (рис. 1):



Рис. 1. Деякі складові комплексних інноваційних проєктів

З метою науково-практичного обґрунтування був проведений огляд літературних даних. Класифіковані види й методи переробки великотоннажних відходів, наприклад поліолефінів. Встановлена необхідність дослідження основних структурно-хімічних змін поліолефінів при окисненні. Розроблені методи вивчення фізико-хімічних властивостей у процесі експлуатації виробів з поліетилену та виявлені закономірності зміни експлуатаційних його характеристик. Так, наприклад, запропоновані й досліджені, методи модифікації фізико-механічних і механічних властивостей вторинного поліетилену отриманого з поліетиленових відходів різного строку експлуатації.

На всіх етапах роботи в НТУ «ХП» конкретно вивчалися можливості переробки усіх видів поліолефінових відходів забруднюючих навколишнє середовище. Із цією метою був проведений цикл необхідних послідовних досліджень за попередньою схемою [8–12]:

1. Огляд та аналіз літературних даних за деякими напрямками утилізації полімерної частки твердих побутових відходів (ТПВ);

2. Класифікація видів й методів переробки цих відходів а також

3. Встановлення основних закономірностей та можливостей хімічних змін при окисненні в процесі експлуатації.

4. Розробка методів вивчення фізико-хімічних властивостей у процесі експлуатації виробів з поліолефінів.

5. Виявлення закономірностей зміни експлуатаційних характеристик поліолефінів.

6. Запропоновані й впроваджені методи модифікації фізико-механічних і механічних властивостей вторинних поліолефінів отриманих з відходів різного строку експлуатації.

7. Можливості забезпечення якості виробів із ТПВ у якості вторинних полімерних матеріалів залежно від кратності їх переробки.

За період роботи студенти мали можливість ознайомитися з законами України про відходи, навколишнє середовище й про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення. Визначено, що закон України про відходи повинен установлювати правові, організаційні й економічні

основи цієї сфери діяльності в державі з урахуванням складу ТПВ та їх небезпеки для населення та навколишнього середовища. Така розробка пов'язана з попередженням або скороченням обсягів утвору відходів, їх збором, перевезенням, зберіганням, обробкою, утилізацією й видаленням, знешкодженням або похованням; запобіганням негативного впливу відходів на навколишнє природне середовище й здоров'я людини на території України, ЄС і всього Земного простору в цілому.

Закон України про охорону навколишнього природного середовища, раціональне використання природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки життєдіяльності людини – невід'ємна умова стійкого економічного й соціального розвитку України. Із цією метою Україна повинна здійснювати на своїй території екологічну політику, спрямовану на збереження безпечної для існування живої й неживої природи навколишнього середовища, захисту життя й здоров'я населення від негативного впливу, обумовленого забруднення навколишнього природного середовища, досягнення гармонічної взаємодії суспільства й природи, охорону, раціональне використання й відтворення природних ресурсів. Цей закон повинен визначати правові, економічні й соціальні основи організації охорони навколишнього природного середовища в інтересах нинішнього й майбутніх поколінь.

Закон України про забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя населення регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного й епідемічного благополуччя, визначає відповідні права й обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій і громадян, установлює порядок організації державної санітарно-епідеміологічної служби й здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні.

На жаль, як можна визначити з реальних умов стану питання екологічної безпеки, прийняті закони не працюють на рівні державної влади в регіонах, а громадськість не підготовлена до їхньої реалізації.

**Викладання основного матеріалу досліджень.** З вивчених методів використання полімерних відходів, найбільш перспективним з погляду ресурсозбереження є напрямок одержання й переробки вторин-

них полімерів. Це дозволить розширити сировинну базу для виробництва виробів і підвищити ефективність використання сировини (рис 2). Дослідження проводилися на основі вивчення властивостей відхо-

дів різного походження, їх складу й можливості організованого збору.

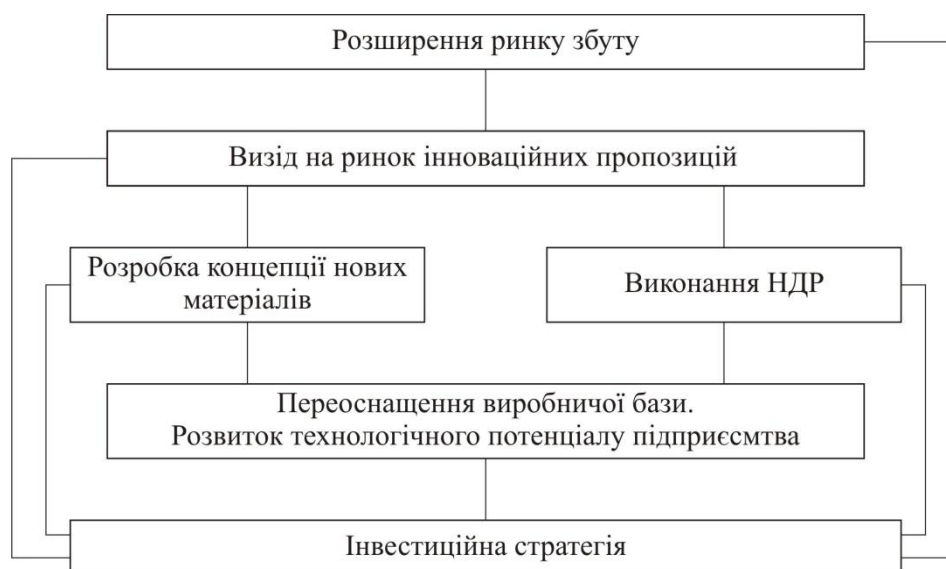


Рис. 2. Можливості введення результатів комплексних проектів у виробництва.

Для досягнення цих цілей, а також запобігання забрудненню навколишнього середовища мільйонами тон полімерних відходів необхідно вирішувати й одно з основних питань цієї проблеми – вибір методів спрямованої модифікації для поліпшення якості вторинної полімерної сировини за допомогою методів математичного моделювання. Ці питання розробляються спільно зі студентами як комплексні інноваційні проекти й у студентському науковому співтоваристві – це наступний етап роботи в НТУ «ХП». Залучення до вирішення екологічних проблем України суспільних студентських організацій у процесі навчання у ВНЗ дозволить їм підготувати надалі громадськість України до організованого збору та попередньої ідентифікації різних видів відходів – складових ТПВ.

Наша робота також спрямована на вибір науково-обґрунтованих методів комплексної переробки й кінцевої утилізації полімерних відходів різного походження й строку експлуатації разом з іншими видами відходів. Це дозволить знизити, насамперед, загальна кількість відходів, що підлягають похованню на смітниках або забруднюючих навколишнє середовище шкідливими викидами. Такий підхід дозволить використовувати ресурсний потенціал цих видів відходів, а також створить передумови для дотримання нормативно-правових, санітарно-екологічних, економічних і організаційних аспектів проблеми керування відходами в цілому. В роботі студентів та викладачів розглянуті питання дослідженні хіміко-технологічних задач, коли є апріорні відомості про поведінку досліджуваної величини, які диктують конкретний вид теоретичної залежності. Розглядаючи конкретну задачу, слід зазначити, що в кожній з них і

аргумент  $x$ , і функція  $y$  позитивні.

Приклад 1. Необмежене зростання. При  $x = 0$  теоретичне значення  $y = 0$ ; при збільшенні  $x$  функція  $y$  необмежено зростає, але нелінійно. Один з можливих варіантів теоретичної залежності – це моном з невідомим показником ступеня:

$$y = b_1 x^{b_2}; \quad (1)$$

де  $b_1$  і  $b_2$  додатні.

Приклад 2. Вичерпання. При  $x = 0$  функція  $y > 0$ , а при зростанні  $x$  функція  $y$  спадає до нуля, залишаючись угнутою. Теоретичну залежність можна взяти в наступному вигляді:

$$y = b_1 e^{-b_2 x}; \quad (2)$$

де  $b_1 > 0$  – початкове значення,  $b_2 > 0$  – параметр, що характеризує швидкість зменшення.

Приклад 3. Насичення. При  $x = 0$  теоретичне значення  $y = 0$ ; при збільшенні  $x$  функція  $y$  зростає, але тільки до певної межі, залишаючись опуклою. Можливий вид такої залежності:

$$y = b_1 (1 - e^{-b_2 x}); \quad (3)$$

де  $b_1 > 0$  – граничне значення, до якого прагне функція,  $b_2 > 0$  – параметр швидкості досягнення граничного значення.

Подібними залежностями можна описувати не тільки концентрацію речовини в ході хімічної реакції, а й, наприклад, залежність утворення киснеутримуючих груп від терміну експлуатації в натурних умовах поліетиленової плівки. Звичайно, можливі й інші види теоретичних залежностей. Для вирішення задачі нелінійної апроксимації в MATLAB є функція `nlfit`. Аргументами для неї є експери-

ментальні точки  $(x_i, y_i)$ , вид теоретичної залежності (1, 2, 3) або інший, початкові наближення для параметрів  $b_j$ , а також параметри налаштування процесу мінімізації функції правдоподібності (суми квадратів відхилень експериментальних ординат від теоретичних). Отримано теоретичну криву насичення зміни кількості гідроксильних (гідроксил) груп, в процесі експлуатації поліетиленової плівки сільськогосподарського призначення та її апроксимації за заданими експериментальними точками:

$$y(t) = 0,8108262 \cdot (1 - e^{-0,005742t})$$

Довірчі інтервали для 95% довірчої ймовірності

$$-1,9660286 \leq b_1 \leq 3,5876810;$$

$$-0,0205024 \leq b_2 \leq 0,0319267.$$

Швидкість насичення:

$$y' = 0,0046315383560139 \cdot e^{-0,005742t}$$

Інколи теорія та отримані дані експерименту показують, що експериментальна залежність на різних відрізках має різний аналітичний вигляд (рис. 2). У таких випадках, якщо відома точка перемикавання, варіюються параметри кривих на різних відрізках за умови неперервності та гладкості у точці перемикавання.

Наприклад, коли експериментальні дані мають вигляд S-подібної кривої, теоретичні положення можна викласти як: функція  $y = f(x)$ , при  $x = 0$  є нульовою, потім зростає все швидше й швидше до

якогось невідомого аргумента  $x_0$ . Далі її зростання уповільнюється і, наприклад, при  $x = 10$  вона виходить на максимально можливий рівень  $y_{\max}$ , теж невідомий. При цьому функція  $y = f(x)$  є неперервною та гладкою.

Світова система економіки та інновацій перебуває в стані безперервної кризи, яка викликана внутрішньою й зовнішніми стосовно неї факторами.

Для України це перехід до ринкової економіки, високий рівень безробіття серед випускників вузів, особливо в умовах економічної кризи, різко загострили проблеми й можливості молодих людей знайти свою нішу на ринку роботи, підкреслили невідповідність випускників до реальної організаторської й технічної діяльності.

Проблему навчання студента практичним навичкам діяльності у вищому навчальному закладі, навіть за допомогою найбільш сучасних методичних приймів, розв'язати дуже складно. Створення умов у навчанні студентів для придбання ними необхідних компетенцій, протягом життя буде сприяти конкурентоспроможності випускників вищих навчальних закладів на ринку праці, ключові компетенції можуть сприяти їхній участі в розвитку демократичних принципів суспільства (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльні показники оцінювання ефективності системи підготовки викладачів та студентів

Критерії	Показники	Середній бал		Динаміка
		2015	2016	
1	Направленість професійної підготовки на формування у учасників стійких мотивів вибору діяльності	54	59	+5
	Орієнтованість професійної підготовки на формування інноваційного напрямку	47	53	+6
	Спрямованість професійної підготовки на формування розуміння специфіки функціонування професійної діяльності в умовах розвиненої інфраструктури підприємства та провідних компетенцій сучасного спеціаліста галузі	44	46	+2
2	Адекватність змісту підготовки до інноваційних завдань, що виконуються в процесі підготовки проекту	50	52	+2
	Організація професійно-особистісного розвитку через залучення в різні види професійно-інноваційної діяльності	57	62	+5
	Функціонування підсистеми підготовки, як експериментального майданчика з апробації сучасних технологій, засобів навчання та виховання	56	60	+4
3	Сформованість професійно-значущих якостей, що дозволяють успішно здійснювати інноваційну діяльність	63	68	+5
	Готовність до постійного освоєння та реалізації інноваційних технологій навчання і виховання	65	68	+3
	Сформованість професійної компетентності, мобільності, здатності до безперервного професійно-особистісного розвитку, що дозволяє здійснювати широкий спектр інноваційних послуг	69	75	+8

1 – мотиваційний, 2 – змістовний, 3 – результативний.

Порівняльні показники оцінювання (100 балів) ефективності системи підготовки викладачів та студентів мають позитивну динаміку. Проведення енергетичного тижня в НТУ «ХП» призначене для поширення передової практики навчання, натхнення на

нові ідеї і створення організацій різного рівня при розробці комплексних інноваційних проектів (рис. 3). Шляхи й методи охорони навколишнього середовища одержали широке поширення в країнах ЄС. Це пов'язане з розробкою ефективного екологічного

керування й законодавства. Такий досвід необхідний Україні на стадії навчання студентів у вищих навчальних закладах (ВНЗ). Випускники ВНЗ, як бакалаври так і магістри, потрапляючи на підприємства у

якості фахівців будуть ознайомлені з сучасним законодавством у цих необхідних для кожної галузі промисловості та побуту, розроблених національними програмами України та країн ЄС.

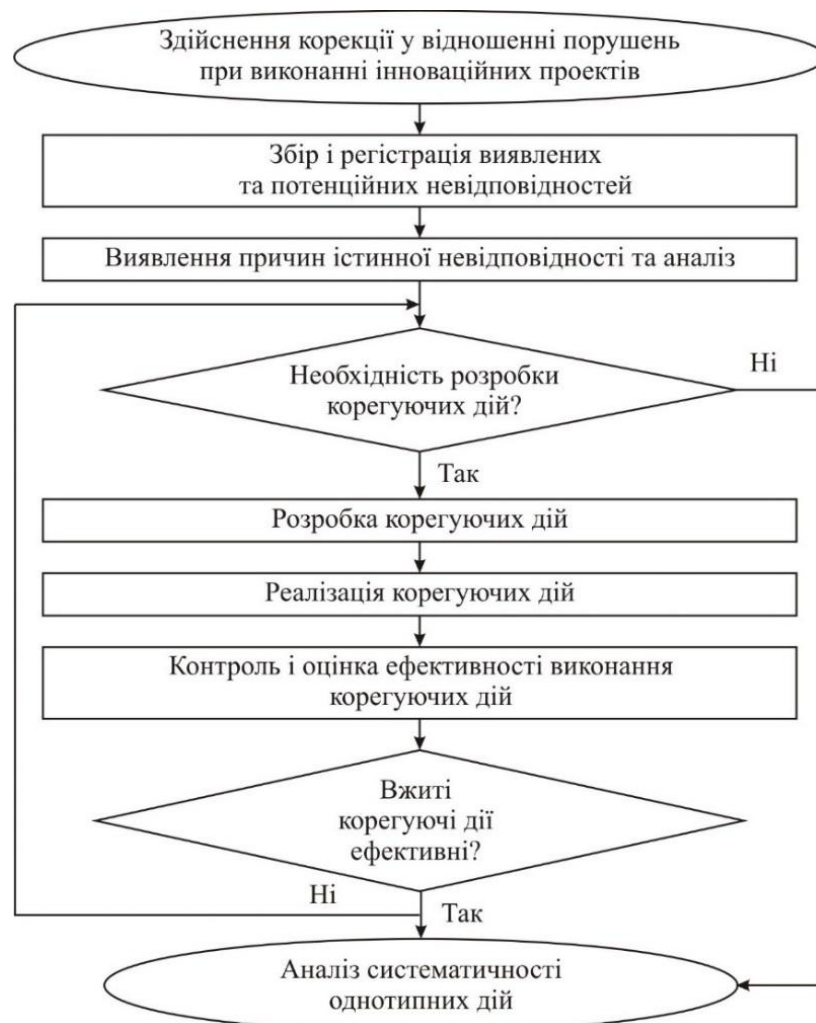


Рис. 3. Контроль порушень при розробці комплексних інноваційних проектів

Навчання студентів необхідно зв'язувати з реформою процесів охорони навколишнього середовища на різних рівнях, для визначення й досягнення цілей у короткостроковій і довгостроковій перспективі [1–12]. З метою інтенсифікації вирішення інноваційних проблем ресурсо- та енергозбереження студенти використовують методи математичного моделювання обробки експериментальних даних (рис. 4).

Під способом або шляхом прийняття рішень розуміється специфічний комплексний технологічний процес, а також процес формування рішень у свідомості студентів для нового проекту в порівнянні з моментом прийняття рішення і реально досяжного через конкретні дії стану. Природно, практична управлінська діяльність у межах розробки комплексних проектів складається з рішень і дій, зв'язаних з

удосконаленням методів та технологій прийняття управлінських рішень. В основі використовуваних технологій поряд з технічними інноваційними технологіями можуть бути власний досвід, пов'язаний зі знанням навколишнього світу і закономірностей, що лежать в основі його функціонування, а також його власні емоції, відчуття, його професійно-освітній рівень, ступінь знайомства з накопиченим іншим досвідом.

Таким чином, можна зробити висновок, що менеджери комплексних інноваційних проектів поряд зі спеціалістами інших професій повинні використовувати різні способи і методи при прийнятті управлінських рішень, які дозволяють досягти поставленої мети.

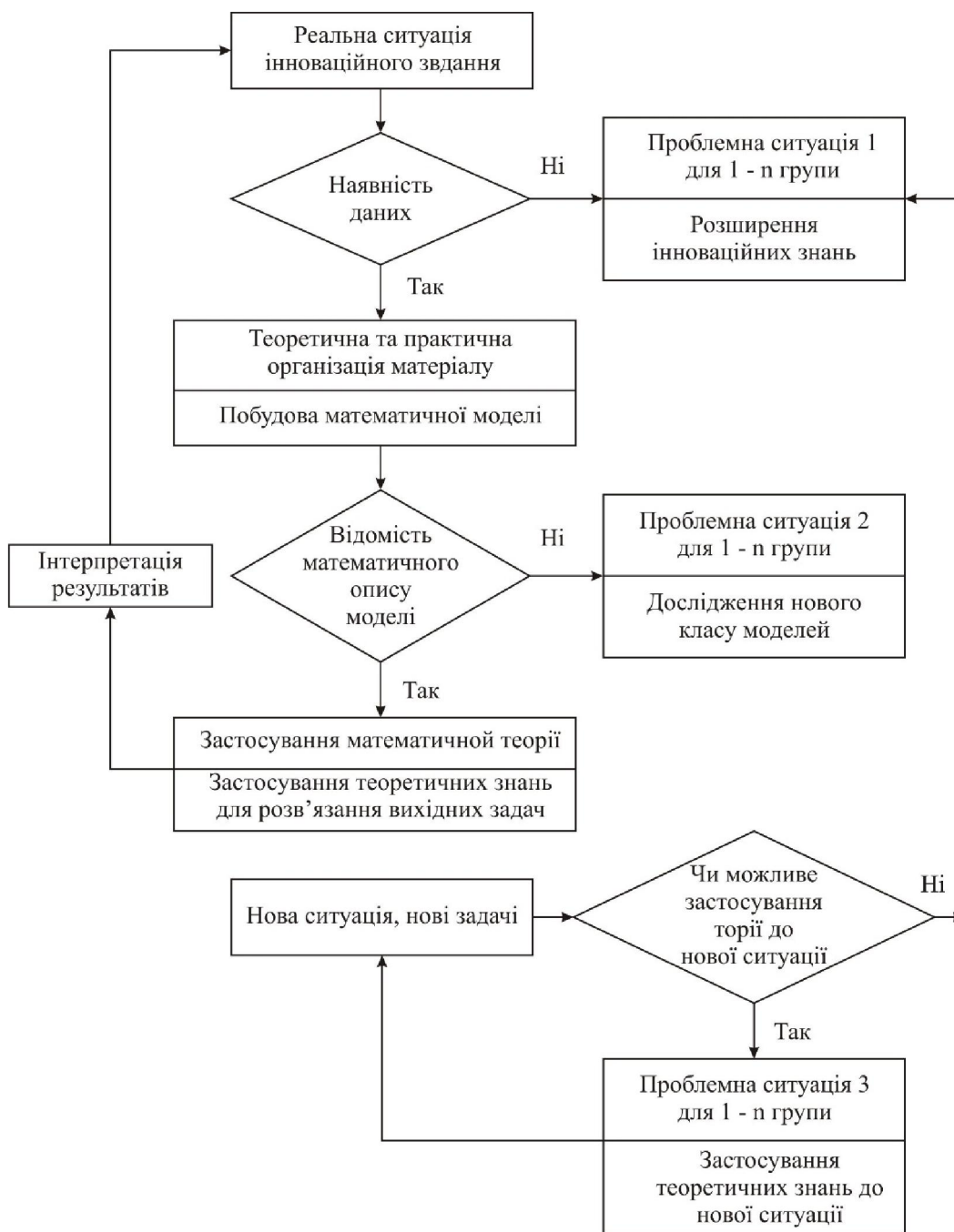


Рис. 4. Алгоритм обробки комплексного інноваційного експерименту

Необхідне подальше вивчення інноваційного науково-обґрунтованого досвіду з утилізації ТПВ для ЄС з метою остаточного вибору методів навчання. Таким чином теми проектів будуть подовжені та розвинені: «Дослідження техніко-екологічних можливостей енергетичного міксу», «Загальні методи прийняття управлінських рішень для комплексних інноваційних підприємств» та «Економіко-правові характеристики комплексного процесу енергетичного міксу з урахуванням альтернативних джерел енергії». Такі проекти мають статус актуальних проблем сучасності, зв'язаних, перш за все, з високими цінами на енергоносії та потребують участі студентів на усіх стадіях виконання. Студенти ХНУСА та НТУ «ХП»

(ф-т БФ) приймають активну участь у розробці теми «Менеджмент та маркетинг як шлях до збереження альтернативних джерел України».

При проведенні проектування студенти отримали глибокі знання з курсів та навички до проведення самостійної наукової роботи. Керівник комплексного проектування з проблем енергетичного міксу проф. Бухкало Світлана Іванівна (ф-тет ІТ). У підготовці та реалізації проекту приймають участь керівник від ХНУСА проф. Серіков Анатолій Васильович та ст. викладач Ольховська Оксана Ігорівна (ф-тет БФ), с.н.с. ПМАШу НАНУ, к.т.н. Зіпунніков Микола Миколайович.



### Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Таким чином, у результаті подовження роботи [10–12] за вищевказаними напрямками, досягнуті наступні результати:

1) основна мета представленої розробки – освоєння нових навчальних технологій з організації, виконання та упровадження комплексного міжвузівського інноваційного проектування для забезпечення активізації технічної творчості студентів;

2) за результатами комплексного інноваційного проектування з метою розповсюдження інформації про інноваційні методи навчання готуються до друку у 2015–2016 навчальному році дві статті сумісно зі студентами, що приймають участь у захисті проекту.

3) учасниками проекту прийнято рішення про подовження третього етапу розробки ще на два семестри з метою розвинення теми за стандартами ЄС.

**Список литературы:** 1. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І. Діяльність вищого навчального закладу по підвищенню якості підготовки фахівців. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 3–12. 2. Бухкало С.І. Применение математического моделирования для комплексных предприятий по переработке отходов / С.І. Бухкало, С.Е. Гардер, О.Ю. Химич и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 7–78. 3. Бухкало С.І., Сериков А.В., Ольховская О.І. и др. Об утилизации полимерных отходов как комплексе инновационных проектов / С.І. Бухкало, А. В. Сериков, О.І. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 160–166. 4. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І. Возможности упровадження системи компетенцій у сучасних навчальних закладах // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 3–12. 5. Бухкало С.І., Зипунников Н.Н., Бындыч О.А. Возможности водородной энергетики в инновационных комплексных предприятиях // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 46–53. 6. Бухкало С.І., Гардер С.Е., Ольховская О.І. и др. Регулирование эффективности ресурсо- и энергосбережения на комплексных предприятиях по переработке отходов // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 72–80. 7. Бухкало С.І. Анализ эколого-правовой базы комплексной утилизации отходов полимеров / С.І. Бухкало, Н.Н. Зипунников, О.І. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 140–145. 8. Бухкало С.І. Комплексні інноваційні проекти як фактори забезпечення технічної творчості студентів. XII міжнародна школа-семинар «Сучасні педагогічні технології в освіті». НТУ «ХПІ», – Х., 12–14 лютого 2014. 9. Бухкало С.І. Удосконалювання методів оцінки знань студентів вищих навчальних закладів. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 16. – с. 3–11. 10. Бухкало С.І. Ресурсоберегаючі технології використання полимерних отходов. Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: НТУ «ХПІ». 2001. № 2. с. 106–112. 11. Бухкало С.І. К вопросу энергосбережения процесса агломерирования полимерной упаковки. Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: НТУ «ХПІ», 2005, № 2, с. 29–33. 12. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.А., Хавин Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение. Уч. пособие. – Х.: НТУ «ХПІ». 2005. – 460 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I.* Dijal'nist' vishhogo navchal'nogo zakladu po pidvishhennju jakosti pidgotovki fahivciv Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 3–12. 2. *Bukhhalo S.I.* Primenenie matematicheskogo modelirovanija dlja kompleksnyh predprijatij po pererabotke othodov / S.I. Bukhhalo, S.E. Garder, O.Ju. Himich i dr. // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 73–78. 3. *Bukhhalo S.I., Serikov A.V., Ol'hovskaja O.I. i dr.* Ob utilizacii polimernyh othodov kak komplekse innovacionnyh proektov. Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 160–166. 4. *Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I.* Mozhlivosti uprovadzhenija sistemi kompetencij u suchasnih navchal'nih zakladah // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 3–12. 5. *Bukhhalo S.I., Zipunnikov N.N., Byndych O.A.* Vozmozhnosti vodorodnoj jenergitiki v innovacionnyh kompleksnyh predprijatijah // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 46–53. 6. *Bukhhalo S.I., Garder S.E., Ol'hovskaja O.I. i dr.* Regulirovanie jeffektivnosti resurso- i jenergosberezhenija na kompleksnyh predprijatijah po pererabotke othodov // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 72–80. 7. *Bukhhalo S.I.* Analiz jekologo-pravovoj bazy kompleksnoj utilizacii othodov polimerov / S.I. Bukhhalo, N.N. Zipunnikov, O.I. Ol'hovskaja i dr. // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 140–145. 8. *Bukhhalo S.I.* Kompleksni innovacijni proekti jak faktori zabezpechennja tehnicnoi tvorchosti studentiv. XII mizhnarodna shkola-seminar «Suchasni pedagogichni tehnologii v osviti». NTU «Khpi», – Khr., 12–14 ljutogo 2014. 9. *Bukhhalo S.I.* Udokonaljuvanija metodiv ocinki znan' studentiv vishhij navchal'nih zakladiv. Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2014. – No. 16. – P. 3–11. 10. *Bukhhalo S.I.* Resursoberegajushhie tehnologii ispol'zovanija polimernyh othodov. Integrovani tehnologii ta energoberezhenija. – Khr. NTU «Khpi», 2001, № 2, P. 106–112. 11. *Bukhhalo S.I.* K voprosu jenergosberezhenija processa aglomerirovanija polimernoj upakovki. Integrovani tehnologii ta energoberezhenija. H.: NTU «HPI», 2005, № 2, P. 29–33. 12. *Tovazhnjanskij L.L., Bukhhalo S.I., Kapustenko P.A., Khavin G.L.* Osnovnye tehnologii pishhevij proizvodstv i jenergosberezhenie. Uch. posobie. – Khr. NTU «Khpi». 2005. – 460 p.

Поступила (received) 23.05.2016

### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Енергетичний тиждень ЄС 2016 в НТУ «ХПІ» / С. І. Бухкало, О. І. Ольховська, М. М. Зипунников, С. П. Іглін, В. М. Соловей, Д. В. Колобродова; М. С. Мамонтова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 3–10. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Энергетическая неделя ЕС 2016 в НТУ «ХПИ» / С. И. Бухкало, О. И. Ольховская, Н. Н. Зипунников, С. П. Иглин, В. Н. Соловей, Д. В. Колобродова; М. С. Мамонтова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 3–10. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.**

**EU Energy Week 2016 in NTU «KhPI» / S. I. Bukhhalo, O. I. Olkhovska, M. M. Zipunnikov, S. P. Iglin, V. M. Soljvey D. V. Kolobrodova, M. S. Mamontova // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series:**

Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 3–10.  
Bibliog.:12 titles. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Бухкало Світлана Іванівна** – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Bukhhalo Svetlana Ivanovna** – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Integrated technologies, processes and apparatus National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Бухкало Светлана Ивановна** – кандидат технических наук, профессор кафедры интегрированных технологий, процессов и аппаратов, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Ольховська Оксана Ігорівна** – ст. викладач, кафедра менеджменту і опадаткування, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Olkhovska Oksana Igorivna** – senior lecturer, Department of Integrated technologies, processes and apparatus National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Ольховская Оксана Игоревна** – ст. преподаватель, кафедра менеджмента и налогообложения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Зіпунніков Микола Миколайович** – кандидат технических наук, с.н.с. ИПМАШ НАНУ, тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Zipunnikov Mikola Mikolaevych** – Phd, candidate of technical sciences, IPMASH NANU, tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Зипунников Николай Николаевич** – кандидат технических наук, с.н.с. ИПМАШ НАНУ, тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Іглин Сергій Петрович** – кандидат технічних наук, професор кафедри прикладної математики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Iglin Sergii Petrovych** – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Applied Mathematics National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Иглин Сергей Петрович** – кандидат технических наук, профессор кафедры прикладной математики, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Соловей Валентин Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Soljvey Valentin Mikolaevych** – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Integrated technologies, processes and apparatus National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Соловей Валентин Николаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры интегрированных технологий, процессов и аппаратов, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Колобродова Дар'я Вікторівна**, бакалавр Харківський національний університет внутрішніх справ, тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com);

**Kolobrodova Darya Victorivna**, bachelor, Kharkiv National University of Internal Affairs, tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Колобродова Дарья Викторовна**, бакалавр Харьковский национальный университет внутренних дел, тел.: +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com);

**Мамонтова Марина Сергіївна**, спеціаліст, Украинская юридическая академия, Харків, тел. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Mamontova Marina Sergeevna**, specialist, Law Academy, Kharkiv , tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Мамонтова Марина Сергеевна**, специалист, Украинская юридическая академия, Харьков, тел. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

УДК 378.65.011.56

С. І. БУХКАЛО

## ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЕЙ УТИЛІЗАЦІЇ РІЗНОВИДІВ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ

В статті наведені можливості вирішення задач підвищення ефективності використання відходів різних галузей промисловості на комплексному підприємстві, яке може забезпечувати усі свої енергетичні потреби самостійно. Дослідження спрямовані на вивчення таких питань як організація збирання і транспортування відходів, їх класифікація-ідентифікація та методи контролю якості, маркування відповідно до загальноприйнятої класифікації полімерів; вибір науково-обґрунтованих методів переробки та утилізації полімерів; розробка необхідних технологічних схем, вибір добавок для модифікації та обладнання для переробки полімерних відходів; вибір підприємств для реалізації утилізації полімерів і виду енергетичних ресурсів для реалізації цих проектних рішень.

**Ключові слова:** комплексні енерготехнології, тара та пакування, екологічна безпека, науково-обґрунтовані методи, переробка та утилізація.

The materials are presented the possibilities of solving problems of improving the use of wastes of different industries on a complex enterprise that can provide all its energy needs alone. The problem of wastes utilization and recycling is present as complex research and analysis of energy- and resource saving processes for treatment of polymer wastes of various origin. The investigation are focused in researching such problems as organization of waste collection, transportation and sorting-identification of wastes according to adapted polymers classification; selection of scientific based methods of wastes to be utilized or recycled; the development of appropriated process flow sheets and choice of modifications additives and equipment for polymers waste recycling. The choice of appropriate plants with selected energy resources is very important for projects realization.

**Keywords:** integrated energy technologies, packaging, evidence-based methods, ecological safety, wastes conversion and recycling.

В статье приведены возможности решения некоторых задач с целью повышения эффективности использования ТБО и различных отраслей промышленности на комплексном предприятии, которое может обеспечивать все свои энергетические потребности самостоятельно. Исследования направлены на изучение таких вопросов, как организация сбора и транспортировки отходов, их классификация-идентификация и методы контроля качества; выбор научно-обоснованных методов переработки и утилизации полимеров; разработка необходимых технологических схем и оборудования для переработки полимерных отходов; выбор предприятий для реализации утилизации полимеров и вида энергетических ресурсов для реализации этих проектных решений.

**Ключевые слова:** комплексные энерготехнологии, тара и упаковка, экологическая безопасность, научно-обоснованные методы, переработка и утилизация.

**Вступ.**

Україна входить в число країн з найбільш високими абсолютними обсягами утворення та накопичення твердих побутових відходів, значну частку яких складає полімерна та змішана тара – пакування різного строку експлуатації. Реакції взаємодії кисню, наприклад, з ненасиченими сполуками полімерів, наявними, як в їх ланцюжку або тими, що утворюються в процесі їх експлуатації викликають інтерес не тільки вчених, а й у подальшому взаємозв'язку усі учасники лінії виробник-споживач продукції з полімерних матеріалів. Це обумовлено нерозривним зв'язком досліджуваних теоретичних питань хімії полімерів з рядом найважливіших задач хімічної технології в області виробництва і експлуатації виробів з полімерів. Зусилля дослідників стимулюються також постійно зростаючим попитом на полімери, масштабом і складністю прикладних задач експлуатації полімерних виробів. Теоретичні аспекти, наприклад, окислення ненасичених сполук зачіпають різноманітні питання механізму реакцій радикального приєднання і заміщення – кінетику і термодинаміку процесів окислення в конкретних умовах експлуатації. Проблема встановлення зв'язку зміни будови полімерів в процесі експлуатації виробів з них, нерозривно пов'язана з умовами експлуатації полімерів і їх реакційною здатністю, наприклад, в реакціях радикального приєднання. Очевидно, що перевірка існуючих концепцій реакційної здатності і створення нових теоретичних викладів щодо експлуатації полімерних виробів, можливі лише при наявності масиву кінетичних даних, які, наприклад, характеризують швид-

кість елементарного акту в реакціях окислення при екстремальних умовах експлуатації.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.**

У реакціях окислення ненасичених сполук цей масив складають константи швидкості приєднання різних радикалів і молекулярного кисню, з утворенням гідропероксидів і т.д. Кінетичні параметри реакцій цих радикалів і молекул пов'язаний з широким спектром активності цих частинок в умовах експлуатації, відмінності в термохімії приєднання, в будові полімеру дозволяють визначати не тільки їх реакційну здатність, але й прогнозувати терміни їх експлуатації, а також методи і способи їх утилізації на всіх етапах робочого циклу.

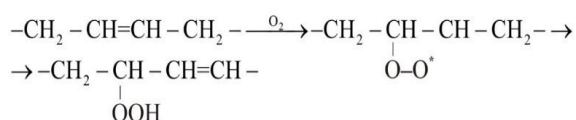
У присутності кисню, на наш погляд, можна чекати три типи реакцій взаємодії з ним полімерів: окислювання як процес молекулярних реакцій, що окремо протікають, окислювання по ланцюговому механізмі, термічний розпад полімеру й окислювання продуктів розпаду. Всі три типи реакцій спостерігаються в реальних умовах, однак, найчастіше взаємодія полімерів з киснем відбувається по ланцюговому механізмі. За аналогією із процесами взаємодії кисню з низькомолекулярними вуглеводнями ряд авторів [1–3] цей процес називають автоокисленням, він ініціюється світлом і тепловим впливом.

Процес автоокислення у період експлуатації полімерних виробів, наприклад поліетиленової плівки, характеризується трьома стадіями: періодом індукції, якій відповідає стадія зародження ланцюгів; періодом

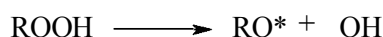
дом, прискорення, якому відповідають стадії росту ланцюгів; періодом сповільнення, що відповідає стадії обриву ланцюгів. Відповідно до зміни властивостей полімеру, підрозділяють ці процеси на агрегативні, пов'язані із процесами зшивки, і деструктивні, пов'язані з розпадом макромолекул на більше дрібні фрагменти [1–5].

Процеси зародження ланцюгів пов'язані з виникненням радикалів, на наш погляд, тут є наступні можливості при експлуатації полімерів [4, 5]:

1. Приєднання молекул кисню в місці подвійного зв'язку наступний розклад з утворенням гідроперекису (1):



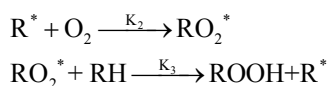
гідроперекис розщеплюючись, утворює:



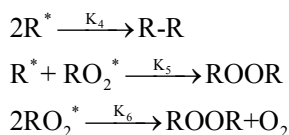
2. Фотоініціювання або поглинання кванта світла атомом водню у третинного вуглецевого атома, з наступним відщипленням атома водню:



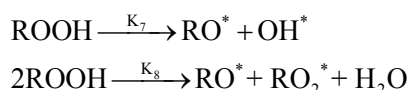
3. Термічне ініціювання, пов'язане з термічним розривом зв'язку C–C або C–H. Наявність ненасичених груп у молекулах поліетилену значно прискорює утворення первинних радикалів. Термічне ініціювання вимагає значного розігріву. Утворення радикалів R, або RO<sub>2</sub> відбувається з константою швидкості K<sub>1</sub>, далі відбувається ріст ланцюга (2 та 3):



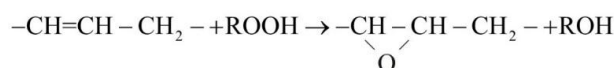
а обрив ланцюга відбувається по одній з наступних реакцій (4–6):



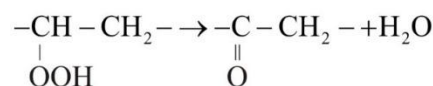
Приєднання кисню до радикала R відбувається надзвичайно швидко, майже з нульовою енергією активації. Радикал RO<sub>2</sub> значно менш активний, про це можна судити за часом напівперетворення цих радикалів для R – 10<sup>-8</sup> с і для RO<sub>2</sub> – 10<sup>-2</sup> с. Тому при надлишку кисню [RO<sub>2</sub>] >> [R] обрив ланцюга відбувається майже винятково по реакції (6). У результаті мономолекулярного або біномолекулярного розкладу гідроперекису відбувається вторинне утворення радикалів (7, 8):



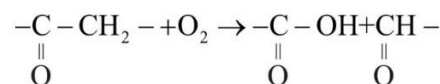
Ці вторинні радикали вступають у реакції росту ланцюга, що приводить до прискорення процесу. У реакціях граничних вуглеводнів імовірність атаки однакова йдучи всіх метиленових груп, тоді як в олефінах окисляються переважно метиленові групи, що перебувають в α-положенні до подвійного зв'язку [4, 5]. Гідроперекиси термічно нестійкі й при нагріванні можуть розкладатися не по ланцюговому, а по звичайному молекулярному механізму з утворенням стабільних кисневих з'єднань. Прикладом може служити взаємодія гідроперекису з подвійним зв'язком [1–4]:



Утворення карбонільних груп можливо в реакціях:



при подальшому окислюванні карбонільні з'єднання можуть переходити в карбоксильні:



### Викладання основного матеріалу досліджень.

Всі ці реакції пов'язані з розривом ланцюгів і відносяться до деструктивних процесів, але поряд з ними відбуваються агрегативні процеси, у них приймають участь подвійні зв'язки паралельних ланцюгів, а також імовірні ланцюгові реакції одночасно у двох і більше точках макромолекули. У результаті процесу зшивки утворюються просторовозшиті структури. Можна припустити, що в процесах старіння при дії кисню й світла зшивка відбувається переважно шляхом утворення кисневих містків між розгалуженими ланцюгами. Ці містки можуть бути перекисними, ефірними й складноефірними. Розвиток всіх окисних процесів відбувається з поверхні, впровадження кисню вглиб матеріалу визначається швидкістю дифузії кисню в полімери (рис.1 та 2). Тому плівкові матеріали найбільшою мірою схильні до фотоокислювальної деструкції [4–8]. Наявність у поверхневому шарі поліетилену або інших поліолефінів речовин, що легко вступають у взаємодію з радикалами, перешкоджає розвитку ланцюгових реакцій.

Для досягнення основної мети – екологічної безпеки при утилізації полімерних відходів ТПВ необхідно вирішувати безліч завдань як науково-обґрунтованого напрямку, так і побутового, наприклад, для тари та пакування з поліетилену можна відзначити наступні напрямки:

1) дослідження механізму утворення кисневмісних функціональних груп у процесі експлуатації поліетилену (рис. 2, 1 – карбоксильних; 2 – складноефірних; 3 – гелфракції) у якості критерію оцінки якості;  
2) виявлення залежності кінетики фотоокислення від терміну експлуатації і молекулярних властивостей

- вихідного поліетилену з метою вибору екстремальних точок терміну експлуатації;
- 3) дослідження змін експлуатаційних характеристик поліетилену з виявленням кризових точок (рис. 2);
- 4) дослідження механізму утворення і структури гельфракції в процесі експлуатації поліетиленової плівки, а також її впливу на можливість переробки у вторинний поліетилен (рис. 3 та 4);
- 5) дослідження конкуруючих реакцій деструкції і структування на різних стадіях експлуатації плівки (рис. 3 та 4);
- 6) вибір критеріїв класифікації-ідентифікації та оцін-

- ки властивостей полімерних відходів різного терміну і місця експлуатації (рис. 1);
- 7) визначення способу утилізації для важко- або непереробних полімерних відходів з метою отримання цільових низькомолекулярних продуктів;
- 8) вибір способу переробки вторинної полімерної сировини з урахуванням певних критеріальних характеристик оцінки властивостей відходів та розробленого асортименту продукції (рис. 3 та 4);
- 9) вибір напрямів утилізації полімерних відходів що не підлягають повторній переробці;
- 10) розробка способів роздільного збору та ідентифікації полімерних відходів та ін.

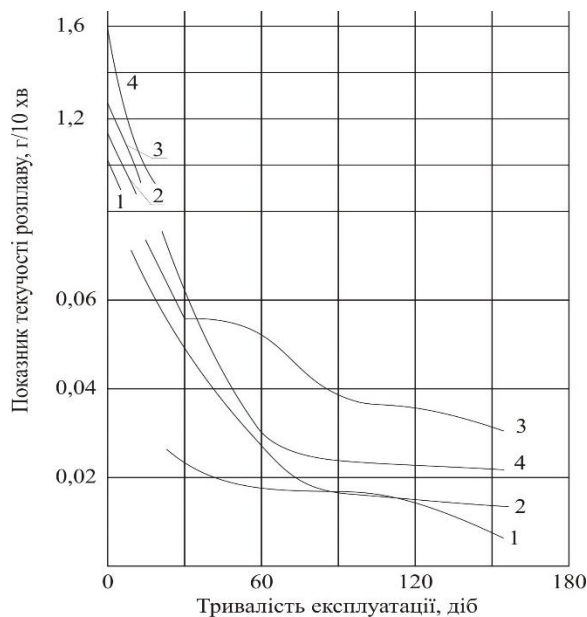


Рис. 1. Залежність ПТР від тривалісті експлуатації: температура, °С: 1, 2 – 190; 3, 4 – 210; навантаження, Н – груп від терміну експлуатації в натурних умовах 49,8; 1, 4 – плівка, 2, 3 – пресовані зразки

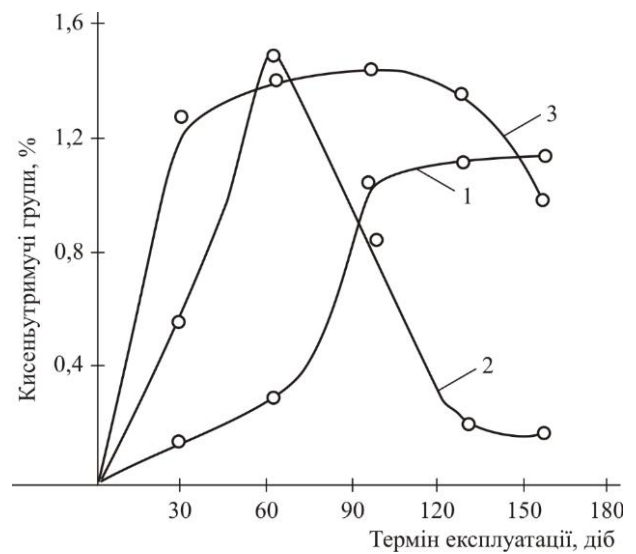


Рис. 2. Залежність утворення киснеутримуючих температур, °С: 1, 2 – 190; 3, 4 – 210; навантаження, Н – груп від терміну експлуатації в натурних умовах 49,8; 1, 4 – плівка, 2, 3 – пресовані зразки

Вже після першого місяця експлуатації утворюється значна кількість гельфракції, висока швидкість утворення зшитю частини

підтверджується різким зниженням плинності розплаву (рис. 1).

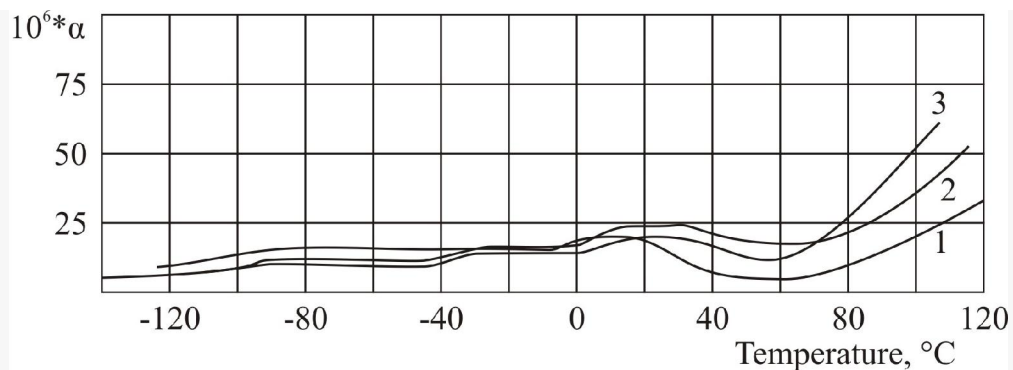


Рис. 3.  $\alpha_T = f(T)$  залежність для вторинного поліетилену з різними кількостями гельфракції, %: 1 – 17; 2 – 34; 3 – 42

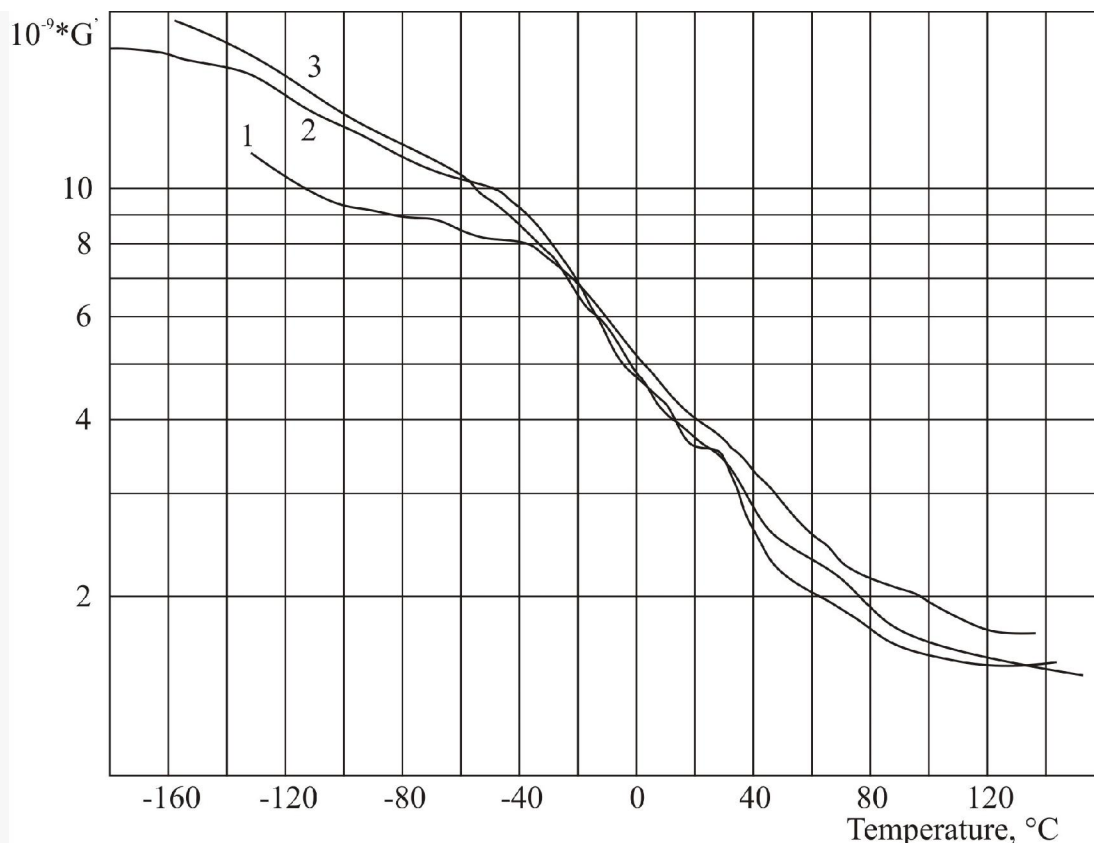


Рис. 4.  $G' = f(T)$  залежність для вторинного поліетилену з різними кількостями геліфракції, %: 1 – 17; 2 – 34; 3 – 42

Порівняння даних по експлуатації поліетиленової плівки в літні та осінні місяці дозволяє зробити висновок, що в процесі експлуатації сонячна радіація має велике значення.

На наш погляд список відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії треба і можна розширити за рахунок внесення до нього твердих побутових відходів (ТПВ) у якості матеріальних та енергетичних ре-

сурсів – тобто сировини [1]. До основних питань такої концепції можна віднести безліч проблем, основними за функціональною схемою (рис. 3) можуть бути: класифікація-ідентифікація; видобуток та підготовка; вибір та застосування за основним показником якості; урахування екологічних проблем переробки або кінцевої утилізації (рис. 4).

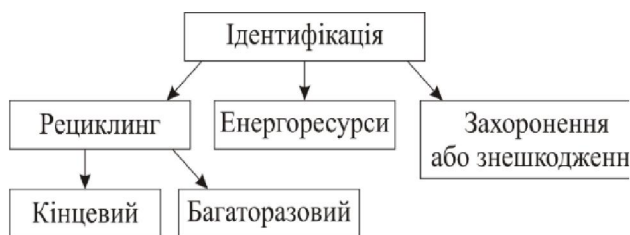


Рис. 3. Функціональна схема управління ТПВ

Переробки полімерних відходів як частини ТПВ у вторинну або зворотну матеріальну сировину й енергоресурси – складний багатостадійний процес. З урахуванням усіх можливостей процесу управління та поводження з ТПВ необхідно враховувати наступні складові: перш за все, кількість циклів переробки, тобто якісні показники ТПВ; наявність можливостей технологій та методів подальшої переробки у енергетичні ресурси або вибір науково-обґрунтованих способів модифікації, а також обов'язкове визначення

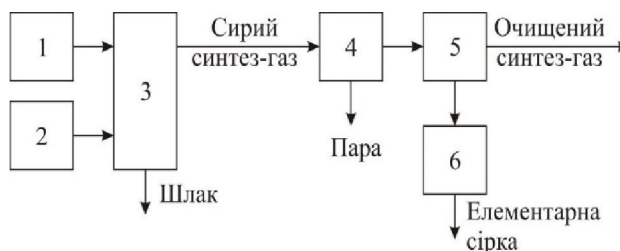


Рис. 4. Спрощена схема газифікації

кінцевої стадії утилізації полімерних відходів на комплексних підприємствах. Ці енергоутилізаційні виробничі комплекси, на базі існуючих підприємств (рис. 5) або нових, дозволяють не тільки утилізувати різні викиди підприємств або одержувати енергію з не підлягаючих переробці відходів, але створити й переробні підприємства для різних видів відходів, що підлягають переробці.

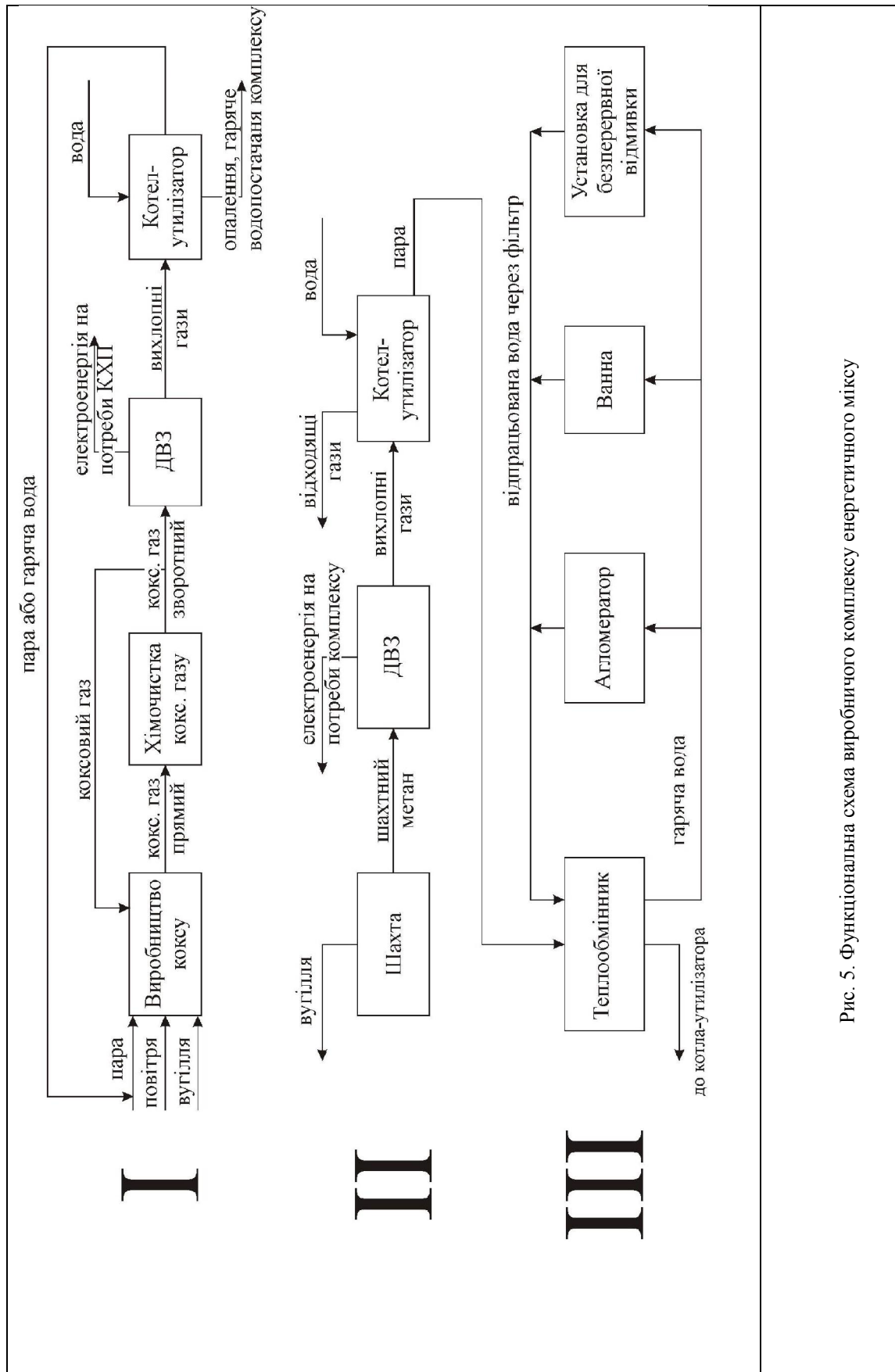


Рис. 5. Функціональна схема виробничого комплексу енергетичного міксу

Таким чином, для пошуку оптимальних варіантів безвідхідних технологій можлива наступна послідовність дій:

- виявлення принципових недоліків існуючих технологій з обліком всіх розглянутих принципів, визначення вихідних потоків системи, які мають потребу в очищенні або мають продукти для утилізації;
- визначення основних причин, що перешкоджають модернізації існуючих виробництв із метою створення безвідхідних технологічних процесів і комплексів;
- розробка нових методів одержання цільового продукту або вдосконалення одного з існуючих, задовольняючим принципам створення безвідхідних технологічних процесів і комплексів;
- розробка декількох варіантів безвідхідних технологій з обліком обраного нового методу;
- вибір пріоритетної технології з погляду основних економічних показників і мети – створення безвідхідних технологічних процесів і комплексів.

#### **Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.**

Значний інтерес при подальшому дослідженні експлуатації поліетиленової плівки являє також зміна вмісту ненасичених груп, а також реакції взаємодії кисню з ненасиченими сполуками поліетилену. Це обумовлено нерозривним зв'язком досліджуваних проблем як з інтенсивним розвитком галузей теоретичної хімії, так і з рядом найважливіших задач хімічної технології, зокрема експлуатації виробів з полімерів. Теоретичні аспекти окислення ненасичених сполук зачіпають різноманітні питання механізму реакцій радикального приєднання і заміщення, кінетику і термодинаміку елементарного акту окислення. Фундаментальний характер має проблема встановлення зв'язку будови з реакційною здатністю в реакціях радикального приєднання. Очевидно, що перевірка існуючих концепцій реакційної здатності і створення нових теоретичних побудов можливі лише при наявності масиву кінетичних даних, що характеризують швидкість елементарного акту.

Перспективним для даних досліджень є напрямок апроксимації експериментальних залежностей для всього спектру кисневмісних груп. З метою інтенсифікації вирішення інноваційних проблем ресурсо-

та енергозбереження застосовані методи математичного моделювання для обробки експериментальних даних. Принципи відношення до полімерної частки ТПВ як до поновлюваних джерел ресурсів та енергії можна використовувати в кожному регіоні й таке інше.

Для досягнення поставленої мети далі розв'язуються такі наукові завдання:

- визначити і проаналізувати проблеми, які виникають при формуванні моделей управління екологічною безпекою, розробці оцінки стану досліджених систем управління для прийняття екологічно-небезпечного управлінського рішення;
- запропонувати засоби виділення суттєвих властивостей предметних областей та їх сутностей за умови розробки концепції комплексної екологічної системи як об'єкта управління;
- розробити і обґрунтувати моделі комплексної екологічної системи з визначенням сутностей предметних областей для її науково-обґрунтованої теоретичної бази;
- розробити алгоритми побудови оцінки стану комплексної системи і її складових систем на усіх етапах виробництва за умови реалізації концепції для розв'язання задач екологічної оцінки і еколого-гігієнічного нормування;
- запропонувати і дослідити механізм динаміки фізико-хімічних процесів міграції і трансформації у екологічних природних системах за умови концепції комплексних систем з метою прогнозування стану екосистем при їх взаємодії з економічною і соціальною складовими;
- визначити засади впровадження комплексного метода класифікації-ідентифікації ТПВ в систему екологічного нормування і екологічної оцінки ризику здоров'ю населення при вирішенні питань управління екологічною безпекою;
- реалізувати комплексний підхід при формуванні методики класифікації-ідентифікації ТПВ з еколого-гігієнічною оцінкою якості техногенно-навантажених територій.

**Список літератури:** 1. *Эмануэль Н.М.* Физико-химические аспекты строения полимеров – основа их многократного применения / Тез. докл. семинара «Научные основы переработки и применения вторичных полимерных материалов». – М.: 1980. – С. 15. 2. *Шляников Ю.А., Кирюшкин С.Г., Марьин А.П.* Антиокислительная стабилизация полимеров. – М.: Химия. 1985. – 256 с. 3. *Рэнби Б. Рабек Я.* Фотодеструкция, фотоокисление, фотостабилизация полимеров. – М.: Наука. 1978. – С. 65. 4. *Бухкало С.И.* Изменение свойств в процессе эксплуатации пленки и направления модификация вторичного полиэтилена: дис. канд. техн. наук : 25.01.88 / Бухкало Светлана Ивановна. – М., 1988. – 150 с. 5. *Бухкало С.И.* Загальна технологія харчової

промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи) [текст] підручник. Київ «Центр учбової літератури»: 2014, 456 с. 6. *Бухкало С.И.* Ресурсосберегающие технологии использования полимерных отходов / Интегрированные технологии та енергозбереження // 2001. – № 2. – С. 106–112. 7. *Бухкало С.И.* К вопросу энергосбережения процесса агломерирования полимерной упаковки / Интегрированные технологии та енергозбереження // 2005. – № 2. – С. 29–33. 8. *Бухкало С.И.* Деякі аспекти екологічної безпеки полімерної тари та пакування харчової промисловості / Наукові праці ОНАХТ. – Одеса, 2014. – Вип. 45. Т. 3. – С. 76–79. 9. *Бухкало С.И.* Екологічні та економічні проблеми утилізації полімерної тари та пакування продуктів харчування /



Матеріали III міжн. н/практ. конф «Хімія біо- і нанотехнології, екологія та економіка в харчовій і косметичній промисловості». – Х.: НТУ «ХПІ». 2015. – с. 103–108. **10.** Бухкало С.І. Деякі властивості полімерних відходів у якості сировини для енерго- і ресурсозберігаючих процесів // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 4. – с. 29–33. **11.** Бухкало С.І. Основні складові комплексних підприємств енергетичного міксу // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – с. 3–21. **12.** Бухкало С.І., Ольховська О.І. Основні можливості комплексних проєктів енергетичного міксу // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2015. – № 7 (1116). – с. 103–108.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Jemanujel' N.M. Fiziko-himicheskie aspekty stroenija polimerov – osnova ih mnogokratnogo primenenija / Tez. dokl. seminaru «Nauchnye osnovy pererabotki i primenenija vtorichnyh polimernyh materialov». – М.: 1980. – S. 15. **2.** Shljanikov Ju.A., Kirjushkin S.G., Mar'in A.P. Antiokislitel'naja stabilizacija polimerov. – М.: Himija. 1985. – 256 p. **3.** Rjenbi B. Rabek Ja. Fotodestrukcija, fotookislenie, fotostabilizacija polimerov. – М.: Nauka. 1978. – P. 65. **4.** Bukhhalo S.I. Izmenenie svojstv v processe jekspluatacii plenki i napravlenija modifikacija vtorichnogo polijetilena: dis. kand. tehn. nauk : 25.01.88 / Bukhhalo Svetlana Ivanovna. – М., 1988. – 150 p. **5.** Bukhhalo S.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni

zahodi) [tekst] pidruchnik. Kiiv «Centr uchbovoi literaturi»: 2014, 456 p. **6.** Bukhhalo S.I. Resursoberegajushhie tehnologii ispol'zovanija polimernyh othodov / Integrovani tehnologii ta energozberezhennja // 2001. – № 2. – P. 106–112. **7.** Bukhhalo S.I. K voprosu jenergosberezenija processa aglomerirovanija polimernoj upakovki / Integrovani tehnologii ta energozberezhennja // 2005. – № 2. – P. 29–33. **8.** Bukhhalo S.I. Dejaki aspekti ekologichnoi bezpeki polimernoї tari ta pakuvannja harchovoi promislivosti / Naukovi praci ONAHT. – Odesa, 2014. – Vip. 45. T. 3. – P. 76–79. **9.** Bukhhalo S.I. Ekologichni ta ekonomichni problemi utilizacii polimernoї tari ta pakuvannja produktiv harchuvannja / Materiali III mizhn. n/prakt. konf «Himija bio- i nanotehnologii, ekologija ta ekonomika v harchovij i kosmetichnij promislivosti». – H.: NTU «HPI» 2015. – P. 103–108. **10.** Bukhhalo S.I. Dejaki vlastivosti polimernih vidhodiv u yakosti sirovini dlja energo- i resursozberigajuchih procesiv // Integrovani tehnologii ta energozberezhennja. – H.: NTU «HPI». 2014. – № 4. – P. 29–33. **11.** Bukhhalo S.I. Osnovni skladovi kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu // Visnik NTU «HPI». – H.: NTU «HPI». 2015. – № 7 (1116). – P. 3–21. **12.** Bukhhalo S.I., Ol'hovs'ka O.I. Osnovni mozhlivosti kompleksnih proektiv energetichnogo miksu // Visnik NTU «HPI». – H.: NTU «HPI». 2015. – № 7 (1116). – P. 103–108.

Поступила (received) 23.05.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Особенности моделей утилизации разновидов полимерных отходов / С. І. Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ».** Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 11–17. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

**Особенности моделей утилизации разновидностей полимерных отходов / С. И. Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ».** Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 11–17. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2220-4784.

**Properties Models species recycling plastic waste / S. I. Bukhhalo // Bulletin of National Technical University «KhPI».** Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 11–17. Bibliog.: 12 titles. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Бухкало Світлана Іванівна** – кандидат технічних наук, професор кафедри інтегрованих технологій, процесів та апаратів, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

**Bukhhalo Svetlana Ivanovna** – Phd, candidate of technical sciences, Professor, Department of Integrated technologies, processes and apparatus National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380673010613; e-mail: [bis.khr@gmail.com](mailto:bis.khr@gmail.com)

**Бухкало Светлана Ивановна** – кандидат технических наук, профессор кафедры интегрированных технологий, процессов и аппаратов, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380673010613; e-mail: bis.khr@gmail.com

УДК 665.334

*Д. В. МАТЮХОВ, Н. А. КРИВОНОС***СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ЭКСТРАКЦИИ КОМПОНЕНТОВ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ**

В статье проведен анализ существующих методик экстракции компонентов из масличного сырья, сформулированы требования к методике, позволяющей получать результаты полезные для решения технологических задач. Предложена методика, удовлетворяющая этим требованиям, и подробно описана установка для экстракции, позволяющая изучать кинетику процесса, проводимого как по методу орошения, так и по методу погружения. На примере крупки подсолнечного жмыха и гексана (при температуре 55–57 °С и гидромодуле 1:1) изучен выход масла от времени экстракции и приведен материальный баланс процесса, сходимость которого оценена как  $\pm 0,6\%$ .

**Ключевые слова:** экстракция масла, подсолнечный жмых, методика исследования, материальный баланс, гидромодуль, гексан, этиловый спирт.

В статті проведено аналіз існуючих методик екстрагування компонентів з олійної сировини, сформульовано вимоги до методики, що дозволяє отримувати результати корисні для вирішення технологічних задач. Запропоновано методику, що задовольняє цим вимогам, і докладно описано установку для екстрагування, яка дозволяє вивчати кінетику процесу, що може проводитись як за методом зрошення, так і за методом занурення. На прикладі крупки соняшникової макухи і гексану (за температури 55–57 °С та гідромодулю 1:1) досліджено вихід олії в залежності від часу екстрагування та наведено матеріальний баланс процесу, збіжність якого оцінено як  $\pm 0,6\%$ .

**Ключові слова:** екстракція олії, соняшникова макуха, методика дослідження, матеріальний баланс, гідромодуль, гексан, етиловий спирт.

Universal and generally accepted technique for the study of the oil extraction process does not exist, that leads to a lot of its variety and as a consequence to the impossibility of comparing the results with each other. The purpose of the article is to develop a technique that must be useful for solving technological problems. The basic requirements for it: efficiency; flexibility; simplicity; usability; the possibility to: accurately measure input and output parameters and monitor the process, efficiently and quickly separate the extraction products, reduce losses to a minimum. According to the proposed technique on the example of grits of sunflower cake and hexane for solvent (at a temperature of 55–57 °C and liquid/solid ratio 1:1) the yield of oil extraction from the time ranging 5 to 120 minutes was examined. The convergence of balance, taking into account the oily dust equals  $\pm 0,6\%$ .

**Keywords:** oil extraction, sunflower cake, technique investigation, material balance, liquid/solid ratio, hexane, ethyl alcohol.

**Вступление.**

Классическая технология добывания растительного масла с помощью углеводородных растворителей в ее принципиальном завершеном виде существует с начала 50-х [1], и совершенствование ее стало, а вернее сказать, осталось прерогативой почти исключительно частных компаний, занимающихся этим вопросом без малого сотню лет. Характерные ее особенности – габаритность и сложность конструкции основного оборудования, в первую очередь экстракторов непрерывного действия, работающих в основном по принципу многоступенчатого орошения при противоточном движении материала и мисцеллы.

Комбинацию условий процесса экстракции, являющуюся следствием конструкции аппарата, а именно: количество ступеней, концентрации мисцелл, гидромодули, взаимную скорость движения фаз и т. д. воспроизвести в лаборатории, даже хорошо оснащенной, сложно – для исследований придется создавать уменьшенную копию завода. Упрощение конструкции экстрактора без пересмотра ее общей концепции снижает его эффективность. Одна только непрерывность процесса гарантирует серьезные затраты.

Пилотная установка с загрузкой до килограмма жмыха, имитирующая непрерывность за счет ручного управления, описана в [2], но провести

полноценную серию экспериментов в количестве двух-трех десятков даже при такой загрузке оказывается разорительно в условиях существующего финансирования. Подобный принцип экстракции был реализован с помощью установки, собранной из прямоточных лабораторных холодильников, использованных в качестве ячеек для материала с загрузкой 3–5 г. на каждую ячейку-ступень [3]. На ней были получены результаты, сопоставимые по своему смыслу с технологическими параметрами современного экстрактора. Недостатком этой установки была плохая управляемость равномерностью подачи и общим объемом растворителя, малые количества которого вынуждены были проходить длинный путь через материал разной плотности, обладающий разной удерживающей способностью по отношению к растворителю (мисцелле). Также сложно было учесть потери вещества, осаждавшегося на стеклянной поверхности переходников, температура которых была ниже номинальной температуры экстракции. Разбиение одной колонны на две создавало сложности с количественным переносом спиртовой мисцеллы, которую необходимо было поддерживать во время дозирования в горячем состоянии.

© Д.В. Матюхов, Н.А. Кривонос, 2016

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями.**

Стандартной или общепризнанной методики для изучения процесса экстракции масла, как уже ясно из сказанного выше, не существует, что приводит к большому их разнообразию и, как следствие, несопоставимости результатов. Нужно учесть и то, что цели исследований не одинаковы.

Среди задач, которые могут ставить перед собой авторы – изучение кинетики процесса (в произвольных условиях), сравнительный анализ результатов для определения степени и характера воздействия определенных факторов, отыскание рациональных значений технологических параметров и их оптимизация. Последний пункт для нас наиболее интересен и, вообще говоря, универсален для различных задач, но именно он сопряжен с указанными уже сложностями. В лабораторной практике чаще всего [4–7] используются разнообразные колбы-реакторы и перемешивающие устройства. Гидродинамика же в современных промышленных экстракторах более проста: растворитель просачивается сквозь неподвижный слой материала; это создает дополнительное преимущество в виде самофильтрации мисцеллы от мелкой пыли.

Для организации экстракции широко применяется циркуляция растворителя или мисцеллы через материал, в том числе использование лабораторных приборов для исчерпывающей экстракции. Зачастую используются большие гидромодули, чтобы достичь высокого выхода масла.

Актуальность же исследований в области экстракции растительных масел в производственных интересах сохраняется. Дело в том, что вполне автономно развиваются технологии подготовки материала к экстракции: оптимизируется структура материала, снижается температура предварительного отжима масла, удается уменьшить содержание масла в жмыхах. Эти изменения вызывают необходимость в изучении влияния перечисленных факторов на процесс экстракции, характеристики ее продуктов. Не остается постоянным и положение гексана как единственного коммерчески пригодного экстрагента.

В сфере бизнеса и производства меняется отношение к содержанию понятия конкурентоспособности продукта. Больше внимания уделяется безопасности процесса, изучается возможность внедрения экстракторов небольшой производительности. В связи с этим пересматривается ведущая роль экстракторов орошения, как более взрывоопасных. В пользу экстракторов погружения может говорить растущий интерес к таким интенсифицирующим экстракцию воздействиям как ультразвук [8–12] и микроволновое излучение [12–13], применяемым в сплошной жидкой среде. Влияние кипения растворителя также не исследовано в полной мере [14].

Технологии добывания масла (помимо отжима) можно разделить на экстракцию органическими растворителями при условно атмосферном давлении, экстракцию при высоком давлении жидкостями в суперкритическом состоянии и высвобождение масла после ферментативной обработки с помощью воды. Две последних категории технологически, по необходимым для них условиям, резко отличны от первой, для которой можно надеяться на разработку более-менее универсальной методики необходимой для подбора технологических параметров, несмотря на то, что полярность применяемого растворителя оказывает сильное влияние на характер и состав продуктов.

Наиболее перспективным конкурентом гексана среди органических растворителей видится этиловый спирт [15]. Снижение гидромодуля является одной из основных задач этанольной экстракции не только потому, что даже абсолютированный спирт проигрывает здесь гексану в лучшем случае в 3 раза, но еще и потому, что чем меньше гидромодуль при использовании спирта, тем больший выход масла из мисцеллы достигим за счет её охлаждения, что составляет одно из самых эффективных экономических преимуществ спиртовой экстракции. В связи с этим желательно получать более концентрированные спиртовые мисцеллы, нежели обычно получают в случае применения гексана (25–30 %). Как показывает теория и практика [16], это возможно, хотя маслячность шрота при этом растет. Более выгодными для этой цели оказываются экстракторы орошения. Однако, если пересмотреть отношение к остаточному содержанию масла в шроте, можно добиться введения спиртовой экстракции в практику и, как следствие, достижения ее конечных преимуществ – получения экстракционного масла и шрота пищевого достоинства.

Таким образом из приведенных обстоятельств вытекает цель – разработать методику для изучения процесса экстракции растительных масел, которая:

- была бы экономичной с точки зрения расходов на материалы, оборудование, временных затрат;
- простой и удобной в использовании;
- обеспечивала бы как можно более высокую точность при измерении входных и выходных параметров, а также минимум потерь вещества (включая растворитель) во время экстракции и в процессе сбора продуктов;
- обеспечивала бы как можно более полное отделение мисцеллы от шрота после экстракции и поддержание при этом необходимой температуры;
- была бы по возможности гибкой и универсальной: позволяла бы варьировать растворителем, температурой (вплоть до кипения), способом контакта материала и растворителя (орошение, погружение), гидромодулем (особенно в сторону его уменьшения);

- не создавала бы такой гидродинамической обстановки, которую сложно было бы повторить или учесть в других, в первую очередь в промышленных, конструкциях экстракторов.

Достижение этой цели обеспечит возможность применение методики в исследованиях технологического характера.

#### **Изложение основного материала исследований.**

В качестве экстракционной ячейки была выбрана градуированная пробирка объемом 20 см<sup>3</sup> (цена деления 0,2 см<sup>3</sup>) со шлифом (14/23). Загрузка материала в пробирку – 3–5 г (объем жмыха не должен быть больше 10 см<sup>3</sup>). Масса навески при этом может быть измерена с точностью используемых весов. Жмых должен быть предварительно измельчен, а его гранулометрический состав – установлен.

Расположение материала, если планируется экстракция по методу погружения, – у дна пробирки, на которое размещается ложное днище, вырезанное из фторопластовой ленты, круглой формы, диаметром незначительно меньшим внутреннего диаметра пробирки. Во фторопластовом днище шилом проделаны отверстия, в том числе одно по центру через которое продевается леска, закрепленная с обратной стороны днища с помощью узелка. На леску сверху нанизывается при необходимости кружок из фильтровальной бумаги по диаметру пробирки.

Ложное днище с фильтриком с помощью шпателя укладывается на дно пробирки и через воронку засыпается измельченный жмых (рис. 1). Если экстракцию предполагается проводить методом орошения, то в нижнюю часть пробирки помещается фторопластовая конструкция, имеющая 2 ножки. Высота их и нижний уровень засыпанного материала будут варьироваться в зависимости от величины принятого гидромодуля. Стекая со слоя материала, мисцелла собирается под фторопластовым днищем. Такая конструкция позволяет экспериментировать с избытком растворителя, приближающимся к нулю. Перед началом опыта необходимо по возможности точнее определить растворителемкость жмыха (по аналогии с более частным термином – бензоёмкостью).

Обратный холодильник со шлифом, установленный над пробиркой, исключает потери растворителя во время экстракции. В случае экстракции по методу орошения через холодильник подается растворитель с помощью капельницы Ехадгор (рис. 2).

Нагрев осуществляется с помощью электроплитки, которая передает тепло глицериновой бани. Контроль температурой включает также контактный термометр и усилительное устройство УКТ-4.

Емкость для бани – стеклянный термостойкий стакан диаметром 65 см и высотой 121 см. Контроль температуры осуществляется по

контактному термометру, ртутный резервуар которого размещен посередине высоты стакана у его стенки, а также с помощью ртутного термометра по ГОСТ 9871–75, измеряющего температуру у дна стакана и термопары мультиметра DT 838, пропущенной через обратный холодильник непосредственно в зону экстракции (два последних измерительных прибора на рис. 2 не показаны).

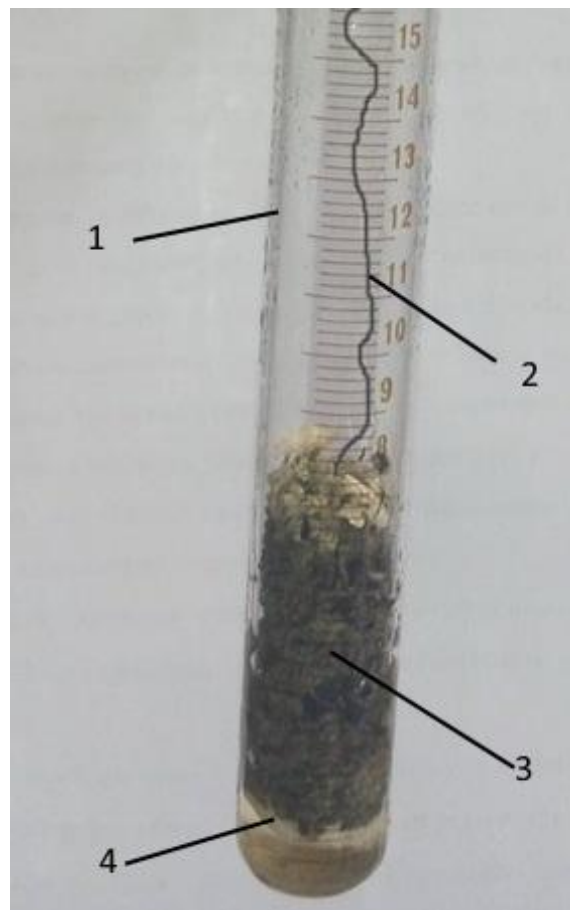


Рис. 1. Экстракционная ячейка: 1 – пробирка, 2 – леска, 3 – жмых, 4 – фторопластовое ложное днище

Объем глицерина в стакане варьируется так, чтобы покрывать материал с растворителем в пробирке. При этом можно видеть, (рис. 2) что верхняя часть пробирки и ее шлиф находятся над стаканом. Таким образом верхняя часть пробирки работает как холодильник, что дает возможность применять короткие обратные воздушные холодильники на шлифе. При извлечении пробирки со жмыхом на ее место ставится пустая пробирка для поддержания уровня глицерина в стакане. Глицерин-сапонификат нелетуч, легко смывается, но имеет высокую вязкость, вследствие чего возникает градиент температур по высоте стакана в 2–3 °С. Испытывая также влияние инерции нагревателя, которую фиксирует контактный термометр, температура в глицериновой бани экстракции недостаточно хорошо поддается управлению, что имеет значение вблизи температуры (или диапазона)

кипения растворителя при необходимости изучить влияние этого явления на экстракцию.

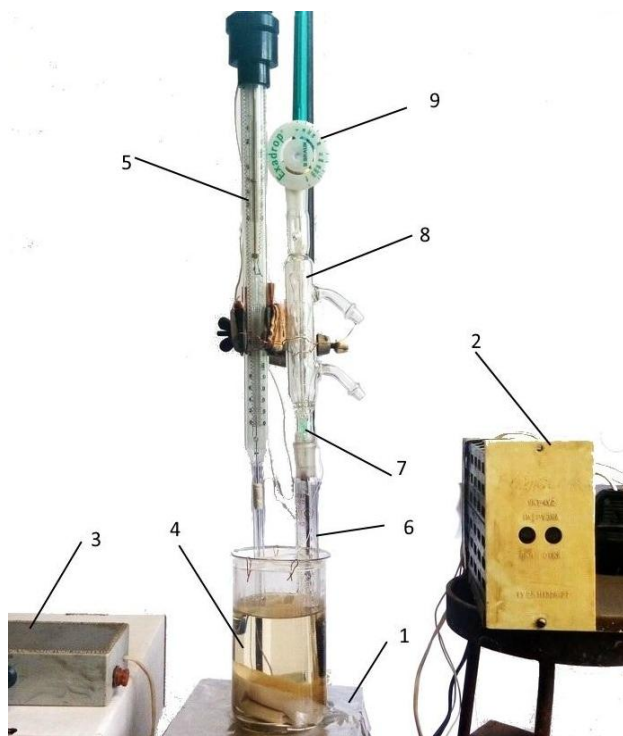


Рис. 2. Экстракционная установка: 1 – электроплитка, 2– усилительное устройство УКТ-4, 3 – симисторный регулятор, 4 – глицериновая баня, 5 – контактный термометр, 6 – пробирка, 7 – каплеформирующая часть дозатора (иголка), 8 – обратный холодильник, 9 – регулятор капельницы-дозатора (Ехадроп)

Стабилизации температурного режима  $\pm 1^\circ\text{C}$  удастся достичь с помощью включения в управляющий температурой контур симисторного регулятора мощности тока, а также применения перемешивающего устройства, скомпонованного так, чтобы не мешать расположению 5-ти пробирок в стакане (отверстие под 6-ую зарезервировано под контактный термометр). Диаметр верхней части штатива – 64 см; отверстия под пробирку – 19 см, отверстия для мешалки – 9 см. Компоновка штатива и мешалки показана на рис. 3. Высота турбинки – 1 см, длина винтовой лопасти – 1 см. Толщина верхнего диска – 0,4 см. Высота штатива – 120 см.

Пробирка закрепляется на штативе в подвешенном состоянии, так чтобы дно пробирки находилось выше турбинки. Для этого на пробирке выше диска создается утолщение из разрезанной вдоль полипропиленовой гибкой трубки, которое фиксируется с помощью проволоки. Модель штатива и перемешивающего устройства, а также держатель двигателя (рис. 4) выполнены в программе AutoCAD 2016 и распечатаны на 3D-принтере из пластика ABS. В качестве привода взят электромоторчик МДП-1.

Выступ держателя зажимается в лапке на штативе, на котором крепится и лапка контактного термометра.

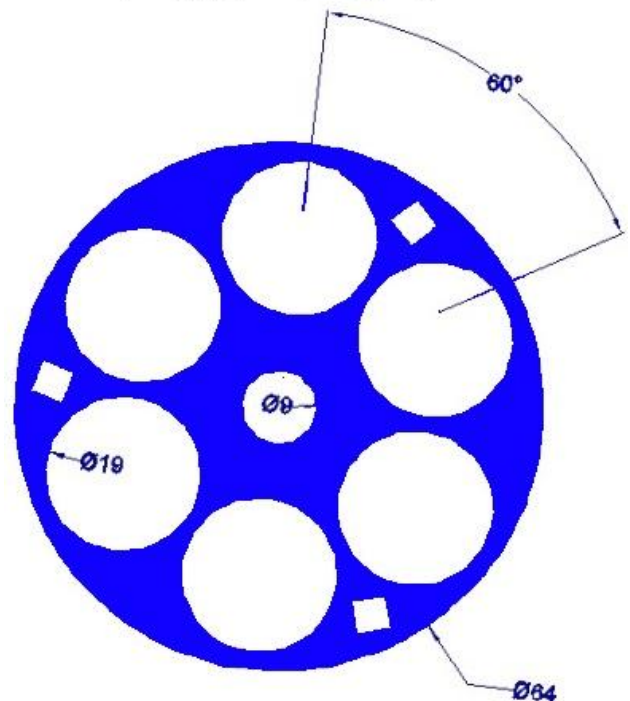
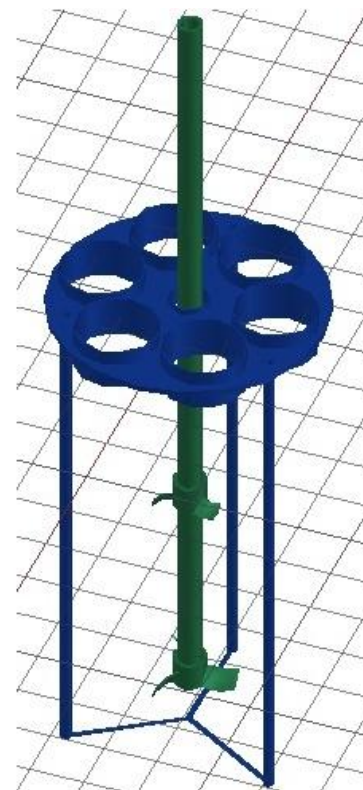


Рис. 3. Штатив для пробирок и мешалки

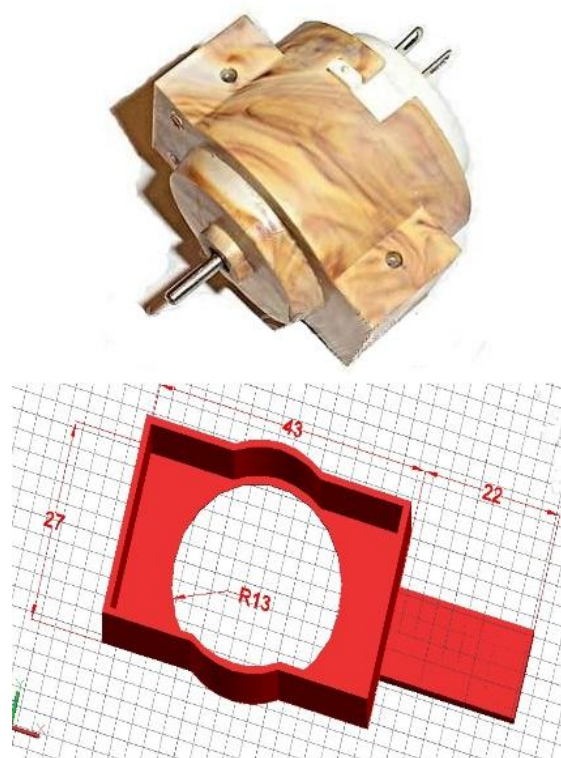


Рис. 4. Електромоторчик МДП-1 и его держатель

Если 3D-принтер не способен распечатать мешалку с заданными параметрами, предлагается сделать ее разборной (рис. 5).

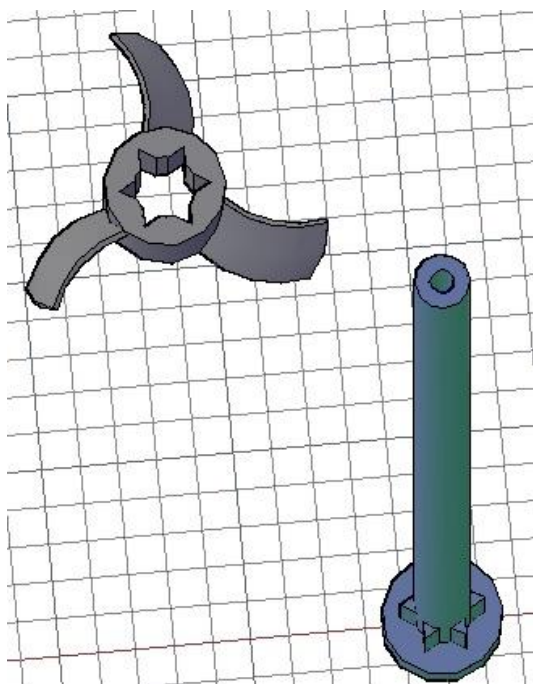


Рис. 5. Узел мешалки

Перед экстракцией по методу погружения на контактном термометре выставляют нужную температуру, после достижения которой пробирку с навесками жмыха погружают в глицериновую баню и после повторного достижения выставленной температуры добавляют необходимое количество растворителя по каплям из бюретки.

Время, необходимое для достижения температуры экстракции после добавления растворителя в одну пробирку при гидромодуле 1:1 составляет не более 2-х минут. По окончании экстракции изымают пробирку из глицериновой бани и переносят ее на водяную, высотой по шлиф пробирки, где поддерживается температура, равная температуре экстракции.

Обратный холодильник снимается и материал, погруженный в растворитель, осторожно поднимается путем поднятия за лёску фторопластового днища. После того как шрот занимает положение над мисцеллой, упираясь в сужение при шлифе, подёргиванием за лёску проводят стряхивание излишка мисцеллы, которая стекает на дно пробирки, в течение 2-х минут. После этого окончательно вынимают пробирку, наклоняют её над листом бумаги и с помощью шпателя осторожно выгружают материал на бумагу, не позволяя мисцелле смочить шрот, а шроту провалиться под фторопластовое днище, которое также изымают из пробирки. Снимают с лески фильтровальную бумагу с пылью, осевшей на ней; шрот полностью собирают во взвешенный бюкс, а пробирку закрывают притёртой пробкой.

Из пробирки отгоняют растворитель, а экстрактивные вещества высушивают до постоянной массы. Для определения количества примесей и / или экстрактивных веществ, не растворяющихся в масле после удаления экстрагента, содержимое пробирки промывают гексаном несколько раз (по 5–7 мл) при слабом нагревании, каждый раз декантируя слой растворителя после отстаивания. Пробирку с остатком снова сушат до постоянной массы. До постоянной массы также доводят фильтр и шрот.

Характеристика подсолнечного жмыха, взятого для пробной экстракции гексаном, при температуре 55–57 °С и гидромодуле 1:1 приведена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика подсолнечного жмыха

Показатель	Значение
Гранулометрическая характеристика	Крупка 3–4 мм
Влажность	6,26 (± 0,15) %
Масличность (на с.в.)	16,8 (± 0,5) %
Насыпная плотность	0,45 (± 0,02) г/см <sup>3</sup>
Растворителеёмкость (к гексану, 60 ± 2 °С)	0,20 ± 0,02 г (р-ля) / г (шрота)

Пять образцов жмыха подвергались экстракции различное время (от 5-ти до 120-ти минут). Результаты экстракции в виде выхода масла

по отношению к исходному его количеству в жмыхе (на с. в.) и соответствующих концентраций мисцелл, установленных по предложенной в статье методике, занесены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты экстракции по новой методике

№	Время, мин	Выход масла, %	Концентрация мисцеллы, %
1	5	55,9	9,6
2	10	60,0	10,2
3	30	68,7	11,8
4	50	73,7	12,9
5	120	78,8	12,5

Для каждого опыта был составлен материальный баланс экстракции по сухим веществам. Продуктами экстракции, кроме масла и шрота, являлись пыль, прошедшая через перегородку в мисцеллу (пыль 1), и уловленная фильтром (пыль 2).

Количество исходного жмыха принято за 100 %, от которых рассчитана доля продуктов и их сумма (табл. 3).

Таблица 3. Материальный баланс экстракции

№	Доля продуктов экстракции, %				
	Масло	Пыль 1	Пыль 2	Шрот	Сумма
1	10,0	0,1	0,1	89,1	99,4
2	10,8	0,2	0,2	88,3	99,4
3	12,3	0,3	0,2	88,0	100,8
4	13,2	0,3	0,1	86,6	100,3
5	14,1	0,2	0,1	86,4	100,9

Анализ таблицы показывает, что сходимость баланса  $\pm 0,6$  %, что, безусловно, является хорошим результатом. Предложенный в методике фильтр улавливает лишь 25–50 % пыли. Осыпь со жмыха в виде пыли, если бы она не была учтена в балансе, давала бы дополнительную погрешность в количестве 0,2–0,5 %, что для большинства целей вполне допустимо. Определение количества пыли значительно сокращает время анализа, однако, в случае применения спирта как экстрагента пыль смешивается с веществами, выпадающими в осадок из мисцеллы или нерастворимыми в гексане.

#### Выводы и перспективы дальнейшего развития данного направления.

Разработана экономичная и гибкая методика экстракции, пригодная для детального изучения этого процесса через определение выхода масла и других экстрактивных веществ прямым способом. Недостатком методики может быть признана ее относительная трудоемкость, а именно: затратность по времени (2 рабочих дня для получения зависимости из 5-ти точек) и сложность отгонки растворителя из пробирок, особенно в случае со спиртом. На устранение этих недостатков должны быть направлены последующие усилия.

**Список литературы:** 1. *Shurtleff W.* History of soybeans and soyfoods in Germany (1712–2015) / W. Shurtleff, A. Aoyagi. – Lafayette, CA : Soyinfo Center, 2015. – 1476 p. 2. *Захаренко А.Ю.* Экспериментальные исследования экстрагирования подсолнечного жмыха с использованием этанола / А.Ю. Захаренко, В.В. Гирман, П.Ф. Петик // Масложировой комплекс. 2009. – № 1 (24). – С. 41–45. 3. *Матюхов Д.В.* Технологія екстрагування соняшникової олії ступінчастим зрошуванням етиловим спиртом : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.06 / Д.В. Матюхов ; наук. кер. Ф.Ф. Гладкий ; Харківський політехнічний ін-т, нац. техн. ун-т. – Харків, 2014. – 148 с. 4. *Fernández M.B.* Kinetic study of canola oil and tocopherol extraction / M.B. Fernández, E.E. Perez, G.H. Crapiste, S.M. Nolasco // Journal of Food Engineering. 2012. – Vol. 111, № 4. – P. 682–689. 5. *Meziane S.* Kinetic study of oil extraction from olive foot cake / S. Meziane, H. Kadi, O. Lamrous // Grasas y Aceites. 2006. – Vol. 57, № 2. – P. 175–179. 6. *Bäumler E.* Comparison of safflower oil extraction kinetics under two characteristic moisture conditions / E. Bäumler, M.B. Fernández, S.M. Nolasco, E.E. Pérez // Brazilian Journal of Chemical Engineering. – 2014. – Vol. 31, № 2. – P. 553–559. 7. *Rodrigues Da Costa, Christianne Elisabete.* Response surface methodology applied to the analysis of rice bran oil extraction process with ethanol / Da Costa Rodrigues, Christianne Elisabete, R. Oliveira // International Journal of Food Science & Technology. 2010. – Vol. 45, № 4. – P. 813–820. 8. *Хмелев В.Н.* Многофункциональные ультразвуковые аппараты и их применение в условиях малых производств, сельском и домашнем хозяйстве : монография / В.Н. Хмелев, О.В. Попова. – Барнаул : [б. и.], 1997. – 168 с. : ил. – ISBN5-7568-0078-6 : Б. ц. 9. *Li H.* High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soybeans / H. Li, L. Pordesimo, J. Weiss // Food Research International. 2004. – Vol. 37, № 7. – P. 731–738. 10. *Zhang Z. S.* Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed / Z. S. Zhang, L. J. Wang, D. Li [et al.] // Separation and Purification Technology. 2008. – Vol. 62, № 1. – P. 192–198. 11. *Bimacr M.* Optimization of ultrasound-assisted extraction of crude oil from winter melon (*Benincasa hispida*) seed using response surface methodology and evaluation of its antioxidant activity, total phenolic content and fatty acid composition / M. Bimacr, R.A. Rahman, F.S. Taip [et al.] // Molecules (Basel, Switzerland). 2012. – Vol. 17, № 10. – P. 11748–11762. 12. *Cravotto G.* Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves / G. Cravotto, L. Boffa, S. Mantegna [et al.] // Ultrasonics sonochemistry. 2008. – Vol. 15, № 5. – P. 898–902. 13. *Taghvaei M.* Optimization of microwave-assisted extraction of cottonseed oil and evaluation of its oxidative stability and physicochemical properties / M. Taghvaei, S.M. Jafari, E. Assadpoor [et al.] // Food chemistry. 2014. – Vol. 160. – P. 90–97. 14. *Остроушко В.Л.* Экстрагирование в системе «твердое тело – жидкость» / В.Л. Остроушко, В.Ю. Папченко // Вост.-Европ. журн. передовых технологий. 2012. – № 4/6. – С. 12–14. 15. *Матюхов Д.В.* Рафинационный эффект этилового спирта в добычании и переработке подсолнечного масла / Д.В. Матюхов // Сборник научных трудов SWorld. – Одесса : КУПРИЕНКО, 2013. – Том 4. – Вып. 1. – С. 63–68. 16. *Белобородов В.В.* Основные процессы производства растительных масел [Текст] : научное издание / В.В. Белобородов. – М. : Пищевая промышленность, 1966. – 478 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Shurtleff W.* History of soybeans and soyfoods in Germany (1712–2015) / W.

- Shurtleff, A. Aoyagi. – Lafayette, CA : Soyinfo Center, 2015. – 1476 p. **2. Zakharenko A. Y.** Eksperimental'nye issledovaniya ehkstragirovaniya podsolnechnogo zhykha s ispol'zovaniem ehtanola / A.Y. Zakharenko, V.V. Girman, P.F. Petik // Maslozhirovoj kompleks. 2009. – № 1 (24). – S. 41–45.
- 3. Matyukhov D.V.** Tekhnologiya ekstraguivannyya sonyashnikovoi olii stupinchatim zroshuvannyam etilovim spirtom : dis. ... kand. tekhn. nauk : 05.18.06 / D.V. Matyukhov ; nauk. ker. F. F. Gladkiy ; KHarkivskiy politekhnichnij in-t, nats. tekhn. un-t. – Kharkiv, 2014. – 148 s. **4. Fernández M. B.** Kinetic study of canola oil and tocopherol extraction / M. B. Fernández, E. E. Perez, G. H. Crapiste, S. M. Nolasco // Journal of Food Engineering. 2012. – Vol. 111, № 4. – P. 682–689. **5. Meziane S.** Kinetic study of oil extraction from olive foot cake / S. Meziane, H. Kadi, O. Lamrous // Grasas y Aceites. 2006. – Vol. 57, № 2. – P. 175–179. **6. Bäumlér E.** Comparison of safflower oil extraction kinetics under two characteristic moisture conditions / E. Bäumlér, M.B. Fernández, S.M. Nolasco, E.E. Pérez // Brazilian Journal of Chemical Engineering. 2014. – Vol. 31, № 2. – P. 553–559. **7. Rodrigues Da Costa, Christianne Elisabete.** Response surface methodology applied to the analysis of rice bran oil extraction process with ethanol / Da Costa Rodrigues, Christianne Elisabete, R. Oliveira // International Journal of Food Science & Technology. 2010. – Vol. 45, № 4. – P. 813–820. **8. Khmelev V.N.** Mnogofunktsional'nye ul'trazvukovye apparaty i ikh primenenie v usloviyakh mal'kikh proizvodstv, sel'skom i domashnem khozyajstve : monografiya / V. N. Khmelev, O.V. Popova. – Barnaul : [b. i.], 1997. – 168 s. : il. – ISBN5-7568-0078-6 : B. ts. **9. Li H.** High intensity ultrasound-assisted extraction of oil from soybeans / H. Li, L. Pordesimo, J. Weiss // Food Research International. 2004. – Vol. 37, № 7. – P. 731–738. **10. Zhang Z.S.** Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed / Z.S. Zhang, L.J. Wang, D. Li [et al.] // Separation and Purification Technology. 2008. – Vol. 62, № 1. – P. 192–198. **11. Bimakr M.** Optimization of ultrasound-assisted extraction of crude oil from winter melon (*Benincasa hispida*) seed using response surface methodology and evaluation of its antioxidant activity, total phenolic content and fatty acid composition / M. Bimakr, R.A. Rahman, F.S. Taip [et al.] // Molecules (Basel, Switzerland). 2012. – Vol. 17, № 10. – P. 11748–11762. **12. Cravotto G.** Improved extraction of vegetable oils under high-intensity ultrasound and/or microwaves / G. Cravotto, L. Boffa, S. Mantegna [et al.] // Ultrasonics sonochemistry. 2008. – Vol. 15, № 5. – P. 898–902. **13. Taghvaei M.** Optimization of microwave-assisted extraction of cottonseed oil and evaluation of its oxidative stability and physicochemical properties / M. Taghvaei, S.M. Jafari, E. Assadpoor [et al.] // Food chemistry. 2014. – Vol. 160. – P. 90–97. **14. Ostroushko V.L.** EHkstragirovanie v sisteme «verdoe telo – zhidkost» / V.L. Ostroushko, V.Y. Papchenko // Vost.-Evrop. zhurn. peredovykh tekhnologij. 2012. – № 4/6. – S. 12–14. **15. Matyukhov D.V.** Rafinatsionnyj ehffekt ehtilovogo spirta v dobyvanii i pererabotke podsolnechnogo masla / D.V. Matyukhov // Sbornik nauchnykh trudov SWorld. – Odessa : KUPRIENKO, 2013. – Tom 4. – Vypusk 1. – P. 63–68. **16. Beloborodov V.V.** Osnovnye protsessy proizvodstva rastitel'nykh masel [Tekst] : nauchnoe izdanie / V.V. Beloborodov. – M. : Pishhevaya promyshlennost', 1966. – 478 p. : il.

Поступила (received) 06.07.2016

*Библиографические описания / Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions*

**Совершенствование методики изучения экстракции компонентов масличного сырья / Д. В. Матюхов, Н. А. Кривонос** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X : НТУ «ХП», 2016. – № 19 (1191). – С. 18–24. – Библиогр.: 16 назв. – ISSN 2220-4784.

**Вдосконалення методики дослідження екстрагування компонентів олійної сировини / Д. В. Матюхов, Н. А. Кривоніс** // Вісник НТУ «ХП». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X : НТУ «ХП», 2016. – № 19 (1191). – С. 18–24. – Бібліогр.: 16 назв. – ISSN 2220-4784.

**An improvement of oil-bearing materials extraction technique for investigation purposes / D. V. Matukhov, N. A. Kryvonos** // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – P. 18–24. – Bibliogr.: 16 titles. – ISSN 2220-4784.

*Сведения об авторах / Відомості про авторів / About the Authors*

**Матюхов Дмитрий Владимирович** – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380992879160; e-mail: [dmliamge@gmail.com](mailto:dmliamge@gmail.com).

**Матюхов Дмитро Володимирович** – кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380992879160; e-mail: [dmliamge@gmail.com](mailto:dmliamge@gmail.com).

**Matukhov Dmytriy Vladimirovich** – Ph.D. (Candidate of Technical Sciences), Associate Professor (Docent), Department of fat technology and products of fermentation, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel: +380992879160; e-mail: [dmliamge@gmail.com](mailto:dmliamge@gmail.com).

**Кривонос Наталья Александровна** – бакалавр, кафедра технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380633344966; e-mail: [natakryvonos@gmail.com](mailto:natakryvonos@gmail.com).

**Кривоніс Наталія Александрівна** – бакалавр, кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380633344966; e-mail: [natakryvonos@gmail.com](mailto:natakryvonos@gmail.com).

**Kryvonos Natalia Aleksandrovna** – Bachelor, Department of the fat technology and products of fermentation, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel.: +380633344966; e-mail: [natakryvonos@gmail.com](mailto:natakryvonos@gmail.com).



УДК 615.074

**О. Ф. АКСЬОНОВА, І. С. ПЛЮГІНА, М. В. АРТАМОНОВА, Н. В. ШМАТЧЕНКО****ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТІВ У РОСЛИННИХ ДОБАВКАХ, ОТРИМАНИХ ЗА КРІОГЕННИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ**

Методами тонкошарової хроматографії та спектрофотометрії досліджено якісний та кількісний склад антиоксидантного комплексу кріопаст з моркви, гарбуза та кріопорошків із обліпихи, суданської троянди, що зумовлений наявністю жиророзчинних вітамінів, поліфенолів та антоціанів. Підібрано оптимальні умови визначення антиоксидантів методом тонкошарової хроматографії. На основі аналізу спектрів поглинання екстрактів рослинних кріодобавок зроблено висновки про якісний та кількісний склад їх антиоксидантного комплексу.

**Ключові слова:** кріопаста, кріопорошок, морква, гарбуз, обліпиха, суданська троянда, тонкошарова хроматографія, спектрофотометрія, екстракція.

Методами тонкослойной хроматографии и спектрофотометрии исследован качественный и количественный состав антиоксидантного комплекса криопаст из моркови, тыквы и криопорошков из облепихи, суданской розы, обусловленный наличием жирорастворимых витаминов, полифенолов и антоцианов. Подобраны оптимальные условия определения антиоксидантов методом тонкослойной хроматографии. На основе анализа спектров поглощения экстрактов растительных криодобавок сделаны выводы о качественном и количественном составе их антиоксидантного комплекса.

**Ключевые слова:** криопаста, криопорошок, морковь, тыква, облепиха, суданская роза, тонкослойная хроматография, спектрофотометрия, экстракция.

By thin layer chromatography and spectrophotometry studied qualitative and quantitative composition of the antioxidant complex of frozen products from carrots, pumpkin and sea buckthorn, Sudanese rose, due to the presence of fat-soluble vitamins, polyphenols and anthocyanins. Optimal conditions for determining antioxidants TLC. Based on the analysis of the absorption spectra of extracts of plant frozen products made conclusions about the qualitative and quantitative composition of the antioxidant complex.

Keywords: frozen foods, carrots, pumpkin, sea buckthorn, Sudanese rose, thin layer chromatography, spectrophotometry, extraction.

**Вступ.** Останнім часом на ринку харчових добавок з'явилися нові натуральні рослинні добавки – кріопаста та кріопорошки, які можуть бути використані у технологіях мармеладно-пастильних виробів для підвищення вмісту біологічно-активних речовин, надання смаку та кольору [1]. Розроблено технологію мармеладу желейного з використанням водно-спиртових екстрактів кріас-порошків із чорноплідної горобини та суцвіття нагідок, спиртового екстракту кріас-порошку з листя кропиви [2]. Відомою є технологія желейного мармеладу на агарі з кріопорошком із гарбуза [3]. Проводиться робота щодо розробки технологій мармеладу желейно-фруктового та маршмеллоу з використанням рослинних кріопаст та кріопорошків [4–7].

Рослинна сировина, з якої виробляють кріопаста та кріопорошки є джерелом антиоксидантів, таких як каротиноїди, токофероли, феноли, флавоноїди, дубильні речовини та проантоціанідини. Цей факт зумовлює їх корисні властивості у боротьбі з вільними радикалами, які є причиною виникнення цілого ряду захворювань, включаючи рак, нейродегенеративні розлади та запалення [8]. Саме тому значна кількість наукових досліджень присвячена вивченню природних антиоксидантів, як засобів для профілактики і лікування захворювань.

**Аналіз останніх досліджень та літератури.** Одним із основних компонентів, що обумовлює антиоксидантну активність рослинних добавок із обліпихи, суданської троянди, шипшини є вітамін С, який відноситься до водорозчинних вітамінів та характеризується своєю нестабільністю, здатністю досить швидко окиснюватися киснем повітря [9–12], руйнуватися під час температурної обробки.

Треба зазначити, що не дивлячись на значний

вклад вітаміну С в антиоксидантну активність рослинних добавок, є й інші компоненти, що зумовлюють антиоксидантну дію кріодобавок з рослинної сировини. До таких відносяться каротиноїди, токофероли, поліфенольні сполуки та антоціани, які проявляють до того ж синергетичний ефект щодо антиоксидантної дії [13].

Каротиноїди – це один з найважливіших класів природних сполук, що містяться у рослинній сировині. У харчовій промисловості вони широко застосовуються як природні барвники, які до того ж відіграють важливу провітамінну та антиоксидантну роль [14, 15]. Відомо, що  $\beta$ -каротин має 100% провітамінну активність (провітамін А), у той час як  $\alpha$ - та  $\gamma$ -каротини проявляють лише 50 % провітамінної активності.

Каротиноїди – це полієнові вуглеводні ряду тетрагерпенів ( $C_{40}$  – сполуки) із структурою, що складається з ізопренових одиниць. Завдяки великій кількості сполучених подвійних зв'язків ці сполуки поглинають світло у видимій області спектру та мають забарвлення від жовтого до червоного. В залежності від ступеня окиснення каротиноїди поділяють на каротини – ненасичені вуглеводні та фітоксантини або ксантофіли – оксигенвмісні каротиноїди. Фітоксантини містять в своєму складі гідроксі-, метокси-, карбокси-, кето- та епоксигрупи. В рослинному світі широко розповсюджені вуглеводневі каротиноїди типу  $C_{40}H_{56}$  ( $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -каротини, лікопін) та фітоксантини з однією гідроксильною групою  $C_{40}H_{56}O$  (крітоксантин), з двома гідроксильними групами  $C_{40}H_{56}O_2$  (зеаксантин, лютеїн), з альдегідною групою  $C_{30}H_{40}O_2$  ( $\beta$ -цитраїн).

У таблиці 1 наведено структури каротиноїдів [16, 17].

Таблиця 1. Назви та структура каротиноїдів

Назва каротиноїду	Структура каротиноїду
α-каротин	
β-каротин	
Лікопін	
Ізокриптоксан	
Лютеїн	
Антераксантин	
Ауроксантин	
Кантаксантин	

Ще одним антиоксидантом, який належить до жиророзчинних вітамінів є вітамін Е. Ряд сполук, до яких зазвичай застосовують назву «Вітамін Е» включає декілька представників – похідних хроману, які є природними антиоксидантами, що мають протекторну дію щодо окиснення ненасичених ліпідів, запобігають руйнуванню клітинних мембран, в наслідок чого використовуються для профілактики цілого ряду захворювань. Крім того, до групи «Вітаміну Е» відносять виявлені у деяких природних джерелах супутники токоферолів – токотриєноли. α-, β-, γ-, ξ-, δ-, ε-, та η-токотриєноли – аналоги відповідних токоферолів, що відрізняються від них структурою бокового поліізопреноїдного ланцюга [18]. Нижче наведено загальну формулу токоферолів та токотриєнолів (рис. 1).

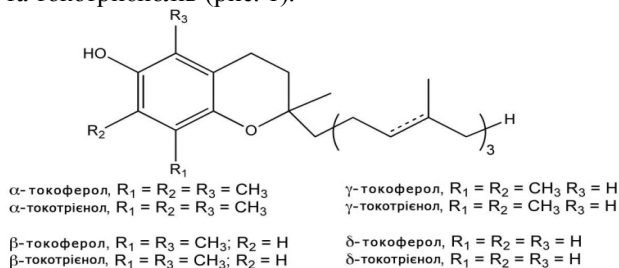


Рис. 1. Загальна формула токоферолів та токотриєнолів

Одним із найбільш поширених і численних класів природних сполук, які проявляють біологічну і антиоксидантну активність, є поліфеноли. Вони містяться в овочах, фруктах, зерні, приправах, а також у вині, зеленому та чорному чаї, каві, какао та інших продуктах, і мають антиканцерогенну, антибактеріальну та протизапальну дію, попереджують розвиток багатьох захворювань [19–22]. Вміст окремих поліфенолів у рослинах визначає їх забарвлення, аромат та смак [23]. Особливу цінність представляють біофлавоноїди, що мають антиканцерогенні, антисклеротичні та антиалергічні властивості. За антиоксидантною активністю вони в десятки разів перевищують вітаміни С, Е і каротиноїди. Особливо активним є симбіоз біофлавоноїдів [24]. Основні джерела цих антиоксидантів – фрукти, овочі, ягоди, мед, чай, червоне вино, рослинні олії.

Фенольні сполуки – це один з найбільш поширених і численних класів біологічно активних речовин, що містять ароматичні кільця з гідроксильною групою, тобто, особливістю цих сполук є наявність вільного або зв'язаного фенольного гідроксилу. У рослинній сировині фенольні сполуки містяться у вільному стані або у вигляді глікозидів. Їх вміст може складати до 30% і вище (дубильні речовини). За хімічною структурою всі фенольні сполуки ділять на 3 основні групи: з одним або двома ароматичними кільцями, полімерні фенольні сполуки. До сполук із одним ароматичним кільцем відносяться: прості феноли, кислоти, оксикоричні кислоти та їх похідні, кумарини хромони. До фенолокислот відносять протокатехову кислоту, галову, саліцилову та ін.

Найбільш відновленими флавоноїдами є катехіни, а найбільш окисненими – флаваноли. Відновлені сполуки (катехіни, лейкоантоціанідіни) безбарвні, а окиснені мають жовто-помаранчеве забарвлення. Флавоноїди зустрічаються як у вільному стані (катехіни), так і у вигляді глікозидів. Катехіни відносять до речовин, що відрізняються Р-вітамінною активністю. Їх використовують при лікуванні захворювань, пов'язаних із порушеннями функцій капілярів і при набряках. Флавоноїди дуже поширені в рослинному світі, при цьому відрізняються винятковим різноманіттям типів. У природі особливо широко поширені флаваноли і флаван-3-оли (катехіни) [24].

Антоціани – глікозиди антоціанідінів і похідні однієї і тієї ж ароматичної структури – флавілієвого катіону. Цей катіон складається з бензопірілієвого ядра і фенольного кільця [25]. Антоціанідіни через свої структури (незначна частка полярних гідроксильних груп до загальної молекулярної масі катіону флавілію) погано розчиняються в основному природному розчиннику – у воді, тому в рослинах антоціанідіни існують у водорозчинній формі у вигляді глікозидованих похідних – антоціанів. Різноманіття антоціанів пояснюється тим, що вуглеводні залишки можуть бути представлені як моносахаридами, так і різними ди-, три- і тетрасахаридами [26, 27]. До того ж у багатьох антоціанів деякі гідроксильні групи етильовані або ацильовані. На рис. 2 представлено

загальну структуру природних аніонів, а в табл. 2 наведено основні антоціани рослинної сировини.

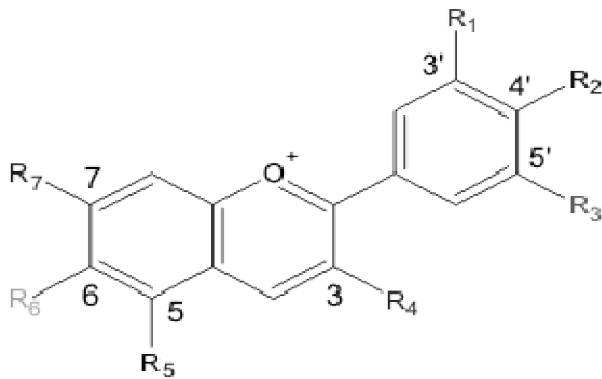


Рис. 2. Загальна структура антоціанів

Таблиця 2. Основні антоціани рослинної сировини

Антоціани	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
Цианідин	-OH	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Дельфінідин	-OH	-OH	-OH	-OH	-OH	-H	-OH
Пеларгонідин	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Мальвідин	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OCH <sub>3</sub>	-OH	-OH	-H	-OH

Для дослідження каротиноїдів, токоферолів, поліфенолів, антоціанових сполук використовують різні методи – хроматографічні (високоєфективна рідинна хроматографія, тонкошарова хроматографія), спектроскопічні (УФ, ІЧ) а також метод ЯМР [28–31].

Дослідженням антиоксидантного комплексу сировини рослинного походження приділено багато уваги у науковій літературі. Відомості про детальне дослідження антиоксидантів кріопаст із моркви, гарбуза та кріопорошків із обліпихи, суданської троянди у літературі відсутні. Тому дослідження антиоксидантного комплексу рослинних добавок, що були отримані шляхом криогенного подрібнення є актуальним завданням.

**Мета і постановка задачі дослідження.** Метою роботи було дослідити антиоксидантний комплекс, зумовлений наявністю каротиноїдів, токоферолів, поліфенолів та антоціанів у кріопастах та кріопорошках із рослинної сировини. Визначити кількісний вміст антиоксидантів у кріодобавках та порівняти з даними для вихідної рослинної сировини.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- провести якісне визначення жиророзчинних антиоксидантів кріопаст із моркви, гарбуза і кріопорошку з обліпихи методом тонкошарової хроматографії (ТШХ);

- провести якісне визначення антоціанів у кріопорошку із суданської троянди методом ТШХ;

- провести кількісне визначення антиоксидантів кріодобавок спектрофотометричним методом.

### Матеріали та методи дослідження.

Досліджувані кріопаста було виготовлено в лабораторних умовах за криогенною технологією згідно [1]. В якості початкової сировини використовували: моркву сорту «Вітамінна б», гарбуз сорту «Новинка». У дослідженнях використовували кріопорошок із обліпихи (ПАТ «Кріокон», Україна) та з суданської троянди (ПП «НВП Кріас Плюс», Україна) (рис. 3).

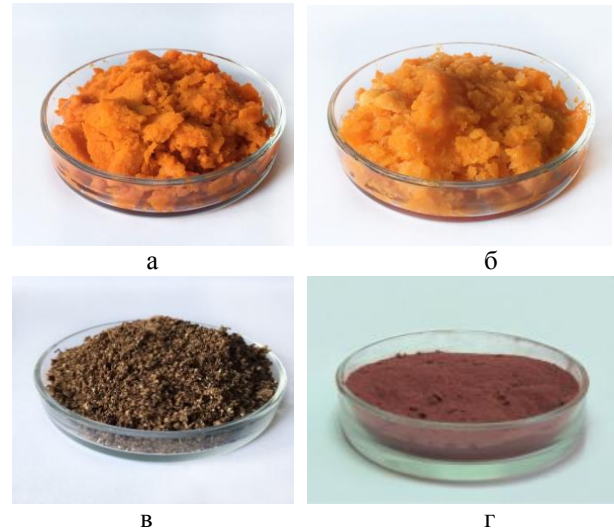


Рис. 3. Досліджувані кріодобавки: а – кріопаста з моркви; б – кріопаста з гарбуза; в – кріопорошок із обліпихи; г – кріопорошок із суданської троянди

Дослідження якісного складу жиророзчинних антиоксидантів кріопаст із моркви, гарбуза і кріопорошку з обліпихи проводили методом тонкошарової хроматографії.

Для виділення жиророзчинних вітамінів наважку Для виділення жиророзчинних вітамінів наважку кріопаста масою 10 г (у перерахунку на суху речовину) поміщали у круглдонну колбу, додавали 15 мл гексану та кип'ятили на водяній бані із зворотним холодильником протягом 45 хв. Після чого екстракт відділяли та центрифугували. Кратність екстракції дорівнювала трьом. Екстракти кріопаст із моркви та гарбуза мали жовто-оранжеве забарвлення, екстракт кріопорошку з обліпихи – жовте.

Екстрагування антоціанів із кріопорошку суданської троянди проводили 40% етиловим спиртом. Для чого наважку кріопорошку масою 2 г поміщали у плоскодонну колбу з притертою кришкою, додавали 10 мл етилового спирту та перемішували на магнітній мішалці за температури 23±2 °С протягом 15...20 хвилин. Екстракт мав насичений пурпурний колір.

Хроматографування екстрактів кріодобавок проводили з використанням силікагелевої пластинки марки «Sorbfil» (10×10 см) у системі розчинників гексан – хлороформ (3:1) (для виявлення каротино-

ідів та токоферолів) та у системі н-бутиловий спирт – оцтова кислота – вода (4:1:2) (для виявлення антоціанів). Як розчини «свідки» для визначення каротиноїдів та токоферолів було обрано препарати «Вітамін Е», «Вітамін А» та «АЕвіт» виробництва ПАО «Київський вітамінний завод».

Аналіз антоціанового комплексу кріопорошку з суданської троянди проводили використовуючи літературні дані щодо значень  $R_f$  окремих антоціанів та антоціанідинів [34].

Довжина шляху пробігу розчинників становила 8 см. Для проявлення плям використовували 5% спиртовий розчин фосформолібденової кислоти у випадку дослідження каротиноїдів та токоферолів. Антоціани визначали без використання розчину-проявника, оскільки антоціанові барвники мають забарвлення.

Кількісне визначення антиоксидантів здійснено спектрофотометричним методом. Спектри екстрактів кріодобавок знімали на спектрофотометрі СФ-46 у УФ- та видимій областях. Товщина поглинаючого шару становила 1 см.

**Результати досліджень.**

Як було зазначено вище, морква крім  $\beta$ -каротину містить  $\alpha$ - та  $\gamma$ -каротини. Гарбуз також має досить складний каротиноїдний склад [32, 33]. Тому за допомогою ТШХ спочатку було досліджено каротиноїдний склад кріопаст із моркви та гарбуза. На рис. 4 наведено хроматограму «свідків». Де  $R_f$  вітаміну А дорівнює 0,77, вітаміну Е – 0,90.



Рис. 4. Хроматограма препаратів: 1 – «Вітамін Е», 2 – «Вітамін А», 3 – «АЕвіт»

Результати дослідження кріопаст із гарбуза та моркви представлено на рис. 5.

Ідентифікацію на хроматограмі  $\beta$ -каротину проводили без використання детектуючого розчину, у видимому світлі за характерним жовто-оранжевим забарвленням плям.

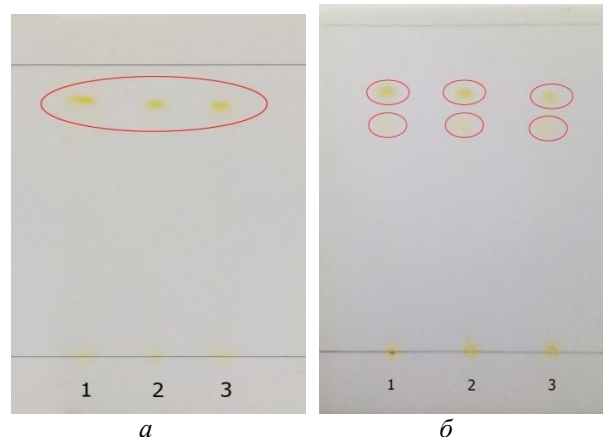


Рис. 5. Вигляд хроматограм екстрактів кріопаст із моркви (а) та гарбуза (б)

У таблиці 3 наведено результати ідентифікації хроматографічних зон на хроматограмах

Таблиця 3. Ідентифікація хроматографічних зон на хроматограмах кріопаст з моркви та гарбуза та кріопорошку з обліпихи

Об'єкт дослідження	$R_f \pm 0,02$	Висновок
Кріопаста з моркви	0,86	Присутній $\beta$ -каротин
Кріопаста з гарбуза	0,76 0,83	Присутній неідентифікований каротиноїд та $\beta$ -каротин
Кріопорошок із обліпихи	0,84 0,90	Присутні $\beta$ -каротин і вітамін Е

Результати дослідження підкисленого етанольного екстракту кріопорошку з суданської троянди представлено на рис. 6. Ідентифікацію антоціанових пігментів проводили без використання детектуючого розчину, у видимому світлі за характерним забарвленням.

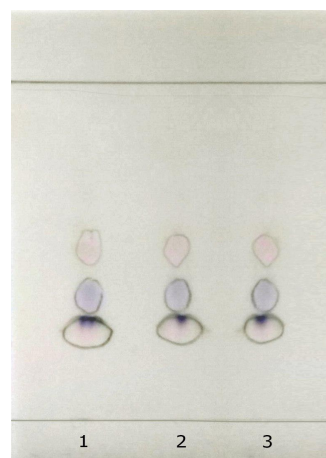


Рис. 6. Вигляд хроматограми підкисленого етанольного екстракту кріопорошку з суданської троянди

Проведений аналіз кріопорошку суданської троянди методом ТШХ показав, що антоціановий склад представлено головним чином трьома пігментами. Висновок зроблено на основі того, що після хроматографування на пластині чітко визначаються три зони, які мають характерне забарвлення (табл. 4).

Таблиця 4. Ідентифікація хроматографічних зон на хроматограмах кріопорошку з суданської троянди

Об'єкт дослідження	$R_f \pm 0,02$	Висновок
Кріопорошок суданської троянди	0,19	Присутні: не ідентифікована сполука, імовірно, похідне ціанідину дельфінідин-3,5-диглюкозид, мальвїдин-3,5-диглюкозид
	0,35	
	0,44	

Спираючись на літературні дані [34] зроблено висновок, що пігмент із  $R_f=0,35$ , який має сине забарвлення є похідним дельфінідину; пігмент із  $R_f=0,44$  забарвлений у рожевий колір є похідним мальвїдину.

Пігмент із  $R_f=0,19$  не ідентифікований, але виходячи з [35] можна зробити припущення, про те, що він є похідним ціанідину.

Після визначення якісного складу антиоксидантного комплексу кріодобавок було проведено спектрофотометричне дослідження їх кількісного складу. Нижче приведено спектри гексанових екстрактів кріодобавок. Оскільки за літературними даними обліпиха та морква містять як токоферолі, так і каротиноїди, то для екстрактів цих кріодобавок було знято спектри в УФ (рис. 8) та видимій області (рис. 9). Також на рис. 9 наведено спектр поглинання екстракту кріодобавки з обліпихи.

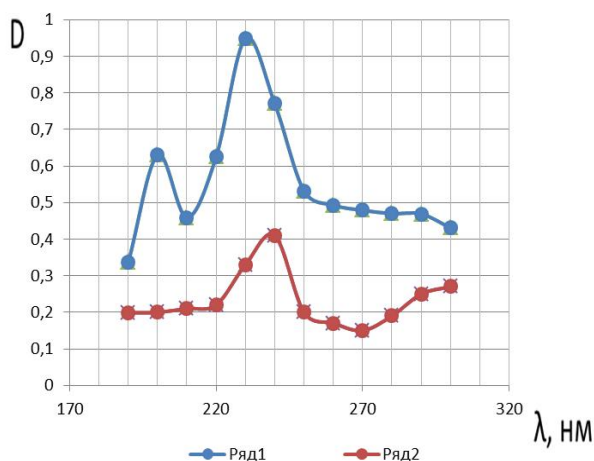


Рис. 8. Спектри поглинання гексанових екстрактів рослинних добавок в УФ області: 1 – кріопорошок із обліпихи; 2 – кріопаста з моркви

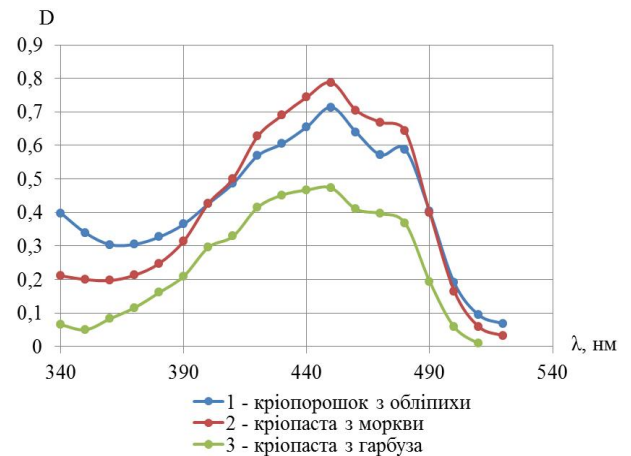


Рис. 9. Спектри поглинання гексанових екстрактів рослинних добавок у видимій області: 1 – кріопорошок із обліпихи; 2 – кріопаста з моркви; 3 – кріопаста з гарбуза

Згідно літературних даних максимум поглинання токоферолів спостерігається за довжини хвилі 279 нм [36]. Аналіз УФ-спектрів гексанових екстрактів кріодобавок із обліпихи та моркви вказує на відсутність токоферолів, оскільки відсутній максимум поглинання за довжини хвилі 279 нм. На відсутність токоферолів також вказує відсутність характерних синіх плям на хроматограмах гексанових екстрактів кріодобавок з гарбуза та моркви після їх обробки детектуючим розчином – фосформолібденовою кислотою.

На рис. 10, 11 наведено спектри поглинання водно-спиртового екстракту кріопорошку з суданської троянди у видимій та УФ-області.

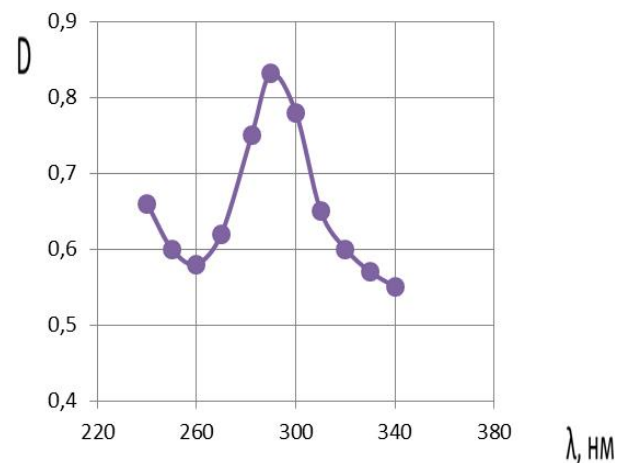


Рис 10. Спектр поглинання водно-спиртового екстракту кріопорошку із суданської троянди в УФ-області

Наявність максимуму поглинання в УФ частині спектра за довжини хвилі 283 нм свідчить про присутність в екстракті групи сполук, в тому числі антоціанів та лейкоантоціанів.

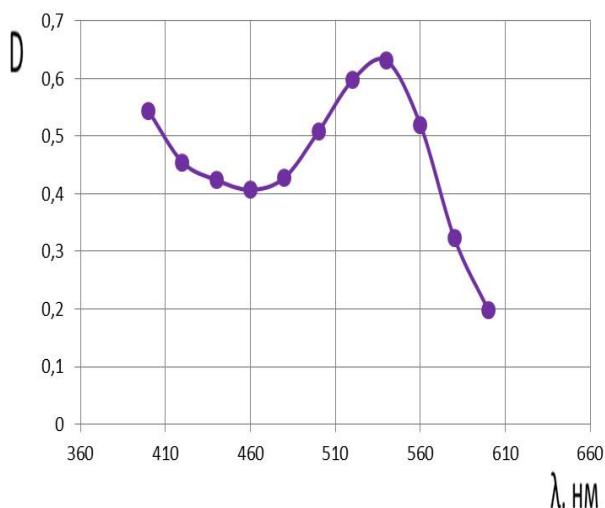


Рис 11. Спектр поглинання водно-спиртового екстракту кріопорошку із суданської троянди у видимій області

У видимій області (рис. 11) максимум поглинання для водно-спиртового екстракту кріопорошку з суданської троянди достатньо виражений і знаходиться в межах 480...560 нм, що свідчить про наявність в екстракті барвних речовин антоціанової природи.

Характеристика екстрактів рослинних кріодобавок наведена у таблиці 5.

Таблиця 5. Характеристика екстрактів рослинних кріодобавок

Кріодобавка	Середовище	Область поглинання, нм	λ <sub>max</sub> , нм
Кріопаста з моркви	Гексан	340-500	450, 479
Кріопаста з гарбуза	Гексан	340-500	450
Кріопорошок з обліпихи	Гексан	250-300	279
Кріопорошок із суданської троянди	40%	260-340	283
	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	480-600	535

За літературними даними [33] спектри поглинання каротиноїдів у більшості випадків характеризуються наявністю трьох максимумів поглинання або двох максимумів поглинання і плеча.

Аналіз одержаних результатів показує, що до складу кріопаст із моркви та гарбуза, кріопорошку з обліпихи входить один і той самий каротиноїд, оскільки в спектрах усіх екстрактів спостерігається максимум поглинання за довжини хвилі 450 нм. Спектри поглинання екстрактів кріопасті з моркви та кріопорошку з обліпихи мають другий максимум поглинання – за довжині хвилі 480 нм.

З літературних джерел відомо, що максимуми світлопоглинання β-каротину в гексані відповідають наступним значенням – 425, 450, 477 нм.

Таким чином можна зробити висновок, що головний внесок у профіль спектру поглинання гексанових екстрактів кріопасті з моркви та кріопорошку з обліпихи робить дійсно β-каротин. Це ж саме дово-

дить аналіз хроматограм. До того ж на відміну від спектру екстракту кріопорошку з обліпихи, спектр моркви містить не чітко виражений пік, а має плече в області 480 нм, це можна пояснити наявністю ще одного каротиноїда. Скоріше за все α-каротину, який у має максимуми поглинання 422, 445, 473 нм у гексані. На хроматограмах, отриманих за методом ТСХ для кріопасті з гарбуза є дві плями (R<sub>f1</sub> = 0,76 ± 0,02; R<sub>f2</sub> = 0,83 ± 0,02), що свідчить про наявність у гексановому екстракті двох різних речовин. Профіль спектру поглинання кріопасті з гарбуза має лише один чітко виражений пік за довжини хвилі 450 нм. Це вказує на наявність β-каротину та дає змогу зробити припущення про присутність в екстракті ще одного каротиноїду. Найбільш вірогідною є присутність або α-каротину (422, 445, 473 нм) або зеаксантину (424, 449, 476 нм). Результати кількісного визначення жиророзчинних антиоксидантів у досліджуваних кріодобавках наведено у таблиці 6.

Таблиця 6. Вміст жиророзчинних вітамінів у рослинних кріодобавках

Показник	Морква		Гарбуз		Обліпиха	
	вихідна сировина [31]	кріопаста	вихідна сировина [31]	у кріопасті	вихідна сировина [31]	кріопорошок
Вміст β-каротину, мг/100г	9	17,23 ± 0,02	1,5	5,94 ± 0,02	1,5	1,10 ± 0,02
Вміст вітаміну Е, мг/100 г	0,63	–	–	–	10,30	–

Установлено, що вміст антоціанів у кріопорошку з суданської троянди становить не менше 4,2%, що корелює з літературними даними для вихідної сировини.

**Висновки та перспективи досліджень.** Методом тонкошарової хроматографії проведено ідентифікацію жиророзчинних антиоксидантів у кріопастах із моркви та гарбуза, кріопорошку з обліпихи та антоціанів у кріопорошку з суданської троянди.

Отримано та проаналізовано спектри поглинання екстрактів кріопаст з моркви, гарбуза і кріопорошків із обліпихи, суданської троянди.

Установлено, що вміст антоціанів у кріопорошку із суданської троянди корелює із вмістом у вихідній сировині.

Визначено кількісний вміст жиророзчинних антиоксидантів у досліджуваних рослинних кріодобавках. Установлено, що вміст β-каротину у кріопорошку з обліпихи корелює із вмістом за літературними даними для вихідної сировини. Для кріопасті з моркви та гарбуза β-каротину перевищує значення для вихідної сировини приблизно в 2 та 4 рази відповідно. Доведено, що досліджувані кріопаста з моркви та кріопорошок з обліпихи не містили вітаміну Е.

- Список літератури:** 1. Павлюк Р.Ю. Криво- і механохімія в технологіях пищевих производств [Текст]: монографія / Р.Ю. Павлюк, В.В. Погарская, О.О. Юрьева и др. – Харьков : Доміно, 2015. 255 с. 2. Ломачинский В.В. Технология получения плодово-овощных криопорошков [Текст] : монографія / В.В. Ломачинский, Г.И. Касьянов. / Краснодар : Экоинвест, 2009. – 102 с. 3. Касьянов, Г.И. Производство и использование криопорошков из овощей и фруктов [Текст] : Г.И. Касьянов, Ломачинский В.В. // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2010. – № 3. – С. 113–114. 4. Артамонова М.В. Технология мармеладу желеиноного з використанням криас-порошків рослинного походження [Текст]: монографія/ М.В. Артамонова, Г. М. Лисюк, Н.Ф. Туз. – Харків: ХДУХТ, 2015. – 134 с. 5. Артамонова М.В. Використання рослинних криопаст у технології желеїних виробів [Текст] / М. В. Артамонова, Н. В. Шматченко // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. – 2014. – Вип. 46. – Т. 2. – С. 177–180. 6. Повноцінне харчування: інноваційні аспекти технології, енергоєфективної переробки, зберігання та маркетингу [Текст] / Колективна монографія під ред. проф. В. В. Євлаш, проф. В. О. Потапова, проф. Н. Л. Савицької. – Х. : ХДУХТ, 2015. – С. 144–171. 7. Артамонова М.В. Шляхи удосконалення технології желеїних виробів // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць / Редкол.: О. І. Черевко (відпов. ред.) та ін.; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків, 2005. – 435 с. 8. Handbook of Antioxidants / Ed. Packer L., Cadenas E. – New York: CRC Press, 2001. – 732 P. 9. Davies M.B. Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry / M.B. Davies, J. Austin, D.A. Partridge.-London: Royal Society of Chemistry, 1991. – 154 P. 10. Vitamins in Food: Analysis, Bio-availability, and Stability / ed. Ball G.F.M. – Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 2004. – 787 p. 11. Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences, Second Edition/ Ed. Eitenmiller R. R. et al. – New York: CRC Press, 2007. – 664 p. 12. Handbook of Vitamins / Ed. Zempleni J. et al. – New York: CRC Press LLC, 2007. – 489 p. 13. Palozza P., Krinsky M.I. (1992). Communication.  $\beta$ -Carotene and  $\alpha$ -tocopherol are synergistic antioxidants. Arch. Biochem. Biophys. 297: p. 184–187. 14. Speek AJ, Speek – Saichua S, Schreurs WHP (1988). Total carotenoids and  $\beta$ -carotene contents of Thai vegetables and effects of processing. Food Chem. 27: p. 245–251. 15. Tee ES, Lim CL (1991).The carotenoid composition and content of Malaysian vegetables and fruits by the AOAC and HPLC methods. Food Chem. 3: 309–339. 16. Terao J. Antioxidant activity of  $\beta$ -carotene related carotenoids in solution. Lipids. 1989, 24(7): 659-661 p. 17. Хроматографическое определение натуральных и искусственных каротиноидов в пищевых продуктах. О. Б. Рудаков, Л. И. Перикова, В. М. Болотов, Г. А. Сташина. Вестник ВГУ. Серия Химия, Биология, Фармация. 2004. №1. – С. 78 – 84. 18. Chandan K. Sen, Sativa Khanna, Sashwati Roy, Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols, NIH Public Acces., March, 78 (18), 2088 – 2098 (2006). 19. Yang T.T.C. Inhibitory effect of Chinese green tea on endothelial cell-induced LDL oxidation [Текст] / T. T. C. Yang, M. W. L. Koo // Atherosclerosis. – 2000. – Vol. 148, № 1. – P. 67–73. 20. Yu H.N. Effects of Epi-Gallocatechin Gallate on PC-3 Cells Cytoplasm Membrane in the Presence of Cu<sup>+</sup>/H. N. Yu, J.-J. Yin, S.-R. Shen // Food Chem. – 2006. – Vol. 95. – P. 108 – 115. 21. Complex effects of different green tea catechins on human platelets / G. Lill, S. Voit, K.Schror, A.-A.Weber // FEBS Letters. – 2003. – Vol. 546, № 2. – P. 265 – 270. 22. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.И., Денисова А.Є., Демідов І.М., Капустенко П.О., Арсеньєва О.П., Білоус О.В., Ольховська О.І. Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи). Підручник. – К.: «Центр учбової літератури». 2016. – С. 279–390. 23. Validated solid–liquid extraction method for the HPLC determination of polyphenols in apple tissues: comparison with pressurized liquid extraction [Текст] / R.M. Alonso-Salces, A. Barranco, E.Corta, A.Berrueta, B.Gallo // Talanta. – 2005. – Vol. 65. – P. 654 – 662. 24. Гудковський В.А. Природные антиоксиданты фруктов и овощей - источник здоровья человека [Текст] // Сб. науч. тр. ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1998. – С. 30–35. 25. Нечаев А.П., Кочеткова А.А., Зайцев А.Н. Пищевые добавки. М.: МГУПП. 1997. 63 с. 26. Танчев С.С. Антоцианы в плодах и овощах. М.: Пищевая пром-сть. 1980. 304 с. 27. Скорикова Ю.Г. Полифенолы плодов и ягод и формирование цвета продуктов. М.: Пищевая пром-сть, 1973. 232 с. 28. Ahmad S. Review on methods used to determine antioxidant activity [Текст] / S. Ahmad, M. A. Arshad, S. Ijaz[et al.] // 2014. — Vol. 1, № 1. – P. 35–40. 29. Antolovich M. Analyst methods for testing antioxidant activity [Текст] / M. Antolovich, P. D. Prenzler, E. Patsalides[et al.] // Analyst. 2002. – Vol. 127. – P. 183–198. 30. Badarinath A.V. A review on in-vitro antioxidant methods : comparisons , correlations and considerations [Текст] / A.V. Badarinath, K.M. Rao, C.M.S. Chetty[et al.] // International Journal of PharmTech Research. 2010. – Vol. 2, № 2. – P. 1276–1285. 31. Pellegrini N. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays [Текст] / N. Pellegrini, M. Serafini, B. Colombi[et al.] // J. Nutr. 2003. – Vol. 133, № 9. – P. 2812–2819. 32. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 227 с. 33. Печинский С.В., Курегян А.Г. Структура и биологические функции каротиноидов // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2013. – № 9. – С. 4–15. 34. Курхнер Ю. Тонкослойная хроматография в двух томах. Перевод с английского к.х.н. Д.Н. Соколова и к.т.н. М.И. Яновского, под редакцией докт. хим. наук проф. В.Г. Березкина изд-во Мир, М. 1981. 35. Макаревич С.Л., Чулков А.Н., Дейнека В.И., Третьяков М.Ю., Дейнека Л.А., Шатровская В.И. Плоды Rosa spinosissima – ценный материал для получения напитков с высоким антиоксидантным потенциалом / Научные ведомости. Серия медицина.

Фармация. 2011. №22 (117). Выпуск 16/2, С. 188-192. **36.** Писарев Д.И., Новиков О.О., Романова Т.А. Разработка экспресс-метода определения каротиноидов в сырье растительного происхождения // Научные ведомости БелГУ. Серия: Медицина. Фармация. – 2010. – № 22 (93). – Вып. 12/2. – С. 119–122.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Pavljuk R.Ju., Pogarskaja V.V., Jur'eva, O.O. (2015). Krio- i mehanohimija v tehnologijah pishhevyh proizvodstv. Har'kov : Domino, p. 255. **2.** Lomachinskij V.V., Kas'jano, G.I. (2009). Tehnologija poluchenija plodoovoshnyh krioporoshkov. Krasnodar : Jeko.invest, p. 102. **3.** Kas'janov G I., Lomachinskij V.V. (2010). Proizvodstvo i ispol'zovanie krioporoshkov iz ovoshnej i fruktov. Izvestija VUZov. Pishhevaja tehnologija, 3, p. 113–114. **4.** Artamonova M.V., Lysyuk H.M., Tuz N. F. (2015). Tekhnologiya marmeladu zheleynoho z vykorystannjam krias-poroshkiv roslynnoho pokhodzhennja. Kharkiv: KhDUKhT, p. 134. **5.** Artamonova M.V., Shmatchenko N.V. (2014). Vykorystannja roslynnykh kriopast u tekhnologiji zheleynykh vyrobiv. Naukovi pratsi Odes'koyi natsional'noyi akademiji kharchovykh tekhnologiy, 46, 2. – P. 177–180. **6.** Yevlash V.V., Potapov V.O., Savyts'ka N.L. (2015). Povnotsinne kharchuvannja: innovatsijni aspekty tekhnologiji, enerhoefektyvnoyi pererobky, zberihannja ta marketynhu. KhDUKhT, 144–171. **7.** Artamonova M.V. (2005). Shlyakhy udoskonalennja tekhnologiji zheleynykh vyrobiv. Prohresyvni tekhnika ta tekhnologiji kharchovykh vyrobnystv restorannoho hospodarstva i torhivli: Zb. nauk. prats'. Khark. derzh. un-t kharchuvannja ta torhivli, 435 p. **8.** Packer L., Cadenas E. (2001). Handbook of Antioxidants. New York: CRC Press, 732 p. **9.** Davies, M. B., Austin, J., Partridge D.A. (1991). Vitamin C: Its Chemistry and Biochemistry. Royal Society of Chemistry, 154 p. **10.** Ball, G.F.M. (2004). Vitamins in Food: Analysis, Bioavailability, and Stability. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd, 787 p. **11.** Eitenmiller R.R. (2007). Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences, Second Edition. New York: CRC Press, 664 p. **12.** Zempleni J. Handbook of Vitamins. New York: CRC Press LLC. 2007, 489 p. **13.** Palozza P, Krinsky NI. (1992). Communication.  $\beta$ -Carotene and  $\alpha$ -tocopherol are synergistic antioxidants. Arch. Biochem. Biophys., 297, p. 184–187. **14.** Speek, AJ, Speek – Saichua, S, Schreurs, WHP. (1988). Total carotenoids and  $\beta$  - carotene contents of Thai vegetables and effects of processing. Food Chem., 27, p. 245–251. **15.** Tee, ES, Lim, CL. The carotenoid composition and content of Malaysian vegetables and fruits by the AOAC and HPLC methods. Food Chem. 1991, 3, p. 309–339. **16.** Terao J. Antioxidant activity of  $\beta$  - carotene related carotenoids in solution. Lipids. 1989, 24 (7), p. 659–661. **17.** Rudakov, O.B., Perikova, L.I., Bolotov, V.M., Stashina, G.A. Hromatograficheskoe opredelenie natural'nyh i iskusstvennyh karatinoidov v pishhevyh produktah. Vestnik VGU. Serija Himija, Biologija, Farmacija. 2004. 1, p. 78–84. **18.** Chandan K. Sen, Sativa, Khanna, Sashwati, Roy. Tocotrienols: Vitamin E Beyond Tocopherols. NIH

Public Acces., March. 2006, 78 (18), p. 2088–2098. **19.** Yang T.T.C., Koo M.W.L. Inhibitory effect of Chinese green tea on endothelial cell-induced LDL oxidation. Atherosclerosis. 2000, 148, 1, p. 67–73. **20.** Yu H.N., Yin, J.J., Shen, S.-R. Effects of Epi-Gallocatechin Gallate on PC-3 Cells Cytoplasm Membrane in the Presence of Cu<sup>+</sup> Yu. Food Chem. 2006, 95, p. 108–115. **21.** Lill G., Voit, S., Schror, K., Weber, A.-A. Complex effects of different green tea catechins on human platelets. FEBS Letters. 2003, 546, 2, p. 265–270. **22.** Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I., Denisova A.E., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Bilous O.V., Ol'hovs'ka O.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikladah i zadachah (innovacijni zahodi). Pidruchnik. – K.: «Centr uchbovoi literaturi». 2016. – P. 279–390. **23.** Alonso-Salces R.M., Barranco A., Corta E. Validated solid-liquid extraction method for the HPLC determination of polyphenols in apple tissues: comparison with pressurized liquid extraction. Talanta. 2005, 65, p. 654–662. **24.** Gudkovskij V.A. Prirodnye antioksidanty fruktov i ovoshnej - istochnik zdorov'ja cheloveka. Sb. nauch. tr. VNIIS im. I.V. Michurina. Michurinsk. 1998, p. 30–35. **25.** Nechaev A.P., Kochetkova A.A., Zajcev A.N. Pishhevye dobavki. MGUPP. 1997, 2, 63 p. **26.** Tanchev S.S. Antociany v plodah i ovoshhah. Pishhevaja prom-st', 1980, 3, 304 p. **27.** Skorikova Ju.G. Polifenoly plodov i jagod i formirovanie cveta produktov. Pishhevaja prom-st', 1973, 232 p. **28.** Ahmad, S., Arshad M.A., Ijaz S. Review on methods used to determine antioxidant activity. 2014, 1, 1, p. 35–40. **29.** Antolovich M., Prenzler P.D., Patsalides E. Analyst methods for testing antioxidant activity. Analyst. 2002, 127, p. 183–198. **30.** Badarinath A.V., Rao K.M., Chetty C.M.S. A review on in-vitro antioxidant methods : comparisions , correlations and considerations. International Journal of PharmTech Research. 2010, 2, 2, p. 1276–1285. **31.** Pellegrini N., Serafini M., Colombi B. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in italy assessed by three different in vitro assays. J. Nutr. 2003, 133, 9, 2812–2819. **32.** Himicheskij sostav pishhevyh produktov. Spravochnye tablicy soderzhanija osnovnyh pishhevyh veshhestv i jenergeticheskoj cennosti pishhevyh produktov. Pishhevaja promyshlennost'. 1976, 227 p. **33.** Pechinskij S.V., Kuregian A.G. Struktura i biologicheskie funkcii karotinoidov. Voprosy biologicheskoi, medicinskoj i farmacevticheskoi himii. 2013, 9, p. 4–15. **34.** Irehner Ju. Tonkoslojnaja hromatografija v dvuh tomah. 1981. Izdatel'stvo "Mir". Moskva. **35.** Makarevich S.L., Chulkov A.N., Dejneka V.I. Plody Rosa spinosissima – cennyj material dlja poluchenija napitkov s vysokim antioksilantnym potencialom. Nauchnye vedomosti. Serija medicina. Farmacija. 2011, 22 (117), 16/2, p. 188–192. **36.** Pisarev D.I., Novikov O.O., Romanova T.A. Razrabotka jekspress-metoda opredelenija karatinoidov v syr'e rastitel'nogo proishozhdenija. Nauchnye vedomosti BelGU. Serija: Medicina. Farmacija 2010, № 22 (93), 12/2, p. 119–122.

Поступила (received) 23.05.2016



*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Дослідження антиоксидантів у рослинних добавках, отриманих за криогенними технологіями / О. Ф. Аксьонова, І. С. Пілюгіна, М. В. Артамонова, Н. В. Шматченко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 25–33. – Бібліогр.: 36 назв. – ISSN 2220-4784.

**Исследования антиоксидантов в растительных добавках, полученных по криогенными технологиям / Е. Ф. Аксенова, И. С. Пилигина, М. В. Артамонова, Н. В. Шматченко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 25–33. – Бібліогр.: 36 назв. – ISSN 2220-4784.

**Investigations antioxidants in herbal supplements, obtained by cryogenic technology / O. F. Aksenova, I. S. Piliugina, M. V. Artamonova, N. V. Shmatchenko** // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students's scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19(1191). – p. 25–33. Bibliog.:36 titles. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Аксьонова Олена Федорівна** – кандидат технічних наук, доцент, Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків; тел.: (050) 576-40-56; e-mail: [aksenova@hduht.edu.ua](mailto:aksenova@hduht.edu.ua)

**Aksenova Olena Fedorivna** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Associate Professor at the Department of Chemistry, Microbiology and Hygiene of Food; tel.: (050) 576-40-56; e-mail: [aksenova@hduht.edu.ua](mailto:aksenova@hduht.edu.ua)

**Аксёнова Елена Федоровна** – кандидат технических наук, доцент, Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков; тел.: (050) 576-40-56; e-mail: [aksenova@hduht.edu.ua](mailto:aksenova@hduht.edu.ua)

**Пілюгіна Інна Сергіївна** – старший викладач, Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків; тел.: (098) 428-63-27; e-mail: [inna.piliugina@ukr.net](mailto:inna.piliugina@ukr.net)

**Piliugina Inna Serhiivna** – Associate professor, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Associate Professor at the Department of Chemistry, Microbiology and Hygiene of Food; tel.: (098) 428-63-27; e-mail: [inna.piliugina@ukr.net](mailto:inna.piliugina@ukr.net)

**Пилигина Инна Сергеевна** – старший преподаватель, Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков; тел.: (098) 428-63-27; e-mail: [inna.piliugina@ukr.net](mailto:inna.piliugina@ukr.net)

**Артамонова Майя Володимирівна** – кандидат технічних наук, доцент, Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків; тел.: (050) 576-40-56; e-mail: [artamonova\\_maya@hduht.edu.ua](mailto:artamonova_maya@hduht.edu.ua)

**Artamonova Maiia Volodymirivna** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Docent, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Associate Professor at the Department of technology of bread, confectionary, pasta and food concentrates; tel.: (050) 576-40-56; e-mail: [artamonova\\_maya@hduht.edu.ua](mailto:artamonova_maya@hduht.edu.ua)

**Артамонова Майя Владимировна** – кандидат технических наук, доцент, Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков; тел.: (050) 576-40-56; e-mail: [artamonova\\_maya@hduht.edu.ua](mailto:artamonova_maya@hduht.edu.ua)

**Шматченко Наталя Василівна** – аспірант, Харківський державний університет харчування та торгівлі, м. Харків; (050) 576-40-56; e-mail: [shmatchenko\\_nat@hduht.edu.ua](mailto:shmatchenko_nat@hduht.edu.ua)

**Shmatchenko Natalia Vasylivna** – Grade student; Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Associate Professor at the Department of technology of bread, confectionary, pasta and food concentrates; tel.: (063) 966-33-12; e-mail: [shmatchenko\\_nat@hduht.edu.ua](mailto:shmatchenko_nat@hduht.edu.ua)

**Шматченко Наталья Васильевна** – аспирант, Харьковский государственный университет питания и торговли, г. Харьков; (050) 576-40-56; e-mail: [shmatchenko\\_nat@hduht.edu.ua](mailto:shmatchenko_nat@hduht.edu.ua)

УДК 664.36

Є. І. ШЕМАНСЬКА, І. О. ШЕВЧЕНКО, О. А. ЛИТВИНЕНКО

**ВИКОРИСТАННЯ КУПАЖОВАНИХ ЖИРОВИХ ОСНОВ  
В ТЕХНОЛОГІЇ СПРЕДІВ**

У статті визначена теоретична і практична основа для створення нової групи жирових продуктів функціонального призначення, які гарантують раціональне співвідношення омега-3 та омега-6 кислот з врахуванням норм їх споживання. Науково обґрунтовано використання рослинних олій в якості джерела есенціальних кислот та біологічно активних речовин. Розроблено спреди, які відрізняються збалансованим співвідношенням незамінних жирних кислот  $\omega - 6 / \omega - 3$  як 4 : 1 і можуть бути використані як жировий компонент харчування людини та для виробництва оздоровчо-профілактичних продуктів.

**Ключові слова:** спред, есенціальні жирні кислоти, співвідношення омега-3/омега-6 кислот, біологічна цінність, жирнокислотний склад.

В статье определена теоретическая и практическая основа для создания новой группы жировых продуктов функционального назначения, которые гарантируют рациональное соотношение омега-3 и омега-6 кислот с учетом норм их потребления. Научно обосновано использование растительных масел в качестве источника эссенциальных кислот и биологически активных веществ. Разработаны спреды, которые отличаются сбалансированным соотношением незаменимых жирных кислот  $\omega - 6 / \omega - 3$  как 4: 1 и могут быть использованы как жировой компонент питания человека и для производства оздоровительно-профилактических продуктов.

**Ключевые слова:** спред, эссенциальные жирные кислоты, соотношение омега-3/омега-6 кислот, биологическая ценность, жирнокислотный состав.

In order to enrich food ration of the population essential fatty acids were investigated by blending of vegetable oils which give a balanced composition of polyunsaturated fatty acid and conventional flavor characteristics. *Materials and methods.* Physical and chemical quality of oils were determined by standard methods; design of experiments and optimization of technological processes was performed by the experimental and statistical methods based on the software package MathCad; fatty acid composition of oil was determined by method of gas chromatography. *Results.* A new theoretical and practical basis for the creation of new group of fat products of functional purpose that ensure rational ratio of omega-3 and omega-6 acids with accounting the norms of consumption is determined in the article. Using of vegetable oils as a source of essential acids and bioactive substances is proved. The data on the construction of fat bases produced from milk fat, natural and modified vegetable oils and fats that provide predetermined consumer properties of functional dairy fat products are presented. *Conclusions.* Developed spreads differ a balanced ratio of essential fatty acids,  $\omega-6 / \omega-3$  as 4: 1, and can be used as a component of the fatty human diet and for the production of preventive health purposes.

**Keywords:** spread, essential fatty acids, ratio  $\omega-3/\omega-6$  acids, biological value, fatty acid composition

**Вступ.**

Збереження здоров'я та збільшення тривалості життя людини – одна з актуальних проблем сучасності. Одним з підходів до вирішення вказаної проблеми є створення продуктів функціонального харчування, які не відрізняються за смаком та зовнішнім виглядом від традиційних, поліпшують здоров'я, сприяють зниженню розвитку хвороб та користуються повсякденним попитом [1]. Олієжирові продукти повинні бути не тільки носієм енергії та пластичного матеріалу, але і важливим джерелом фізіологічно функціональних інгредієнтів: поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), жиророзчинних вітамінів, фосфоліпідів та інших біологічно активних компонентів. Особливе значення надається присутності в продуктах есенціальних (незамінних) полінасичених жирних кислот, до яких в першу чергу слід віднести лінолеву ( $C_{18:2}$ ) та ліноленову ( $C_{18:3}$ ) кислоти. Лінолева кислота є основним представником довголанцюгових жирних кислот родини омега-6 ( $\omega-6$ ), а  $\alpha$ -ліноленова кислота

– еквівалентом довголанцюгових жирних кислот родини омега-3 ( $\omega-3$ ).

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.**

На сьогоднішній день залишається дискусійним питання щодо оптимального співвідношення окремих класів жирних кислот ліпідів харчових продуктів, але більшість науковців додержуються єдиної думки, що найбільшу біологічну ефективність ліпідів зумовлює рівень вмісту омега-3 кислот. Згідно рекомендацій Інституту харчування РАМН співвідношення  $\omega-6/\omega-3$  поліненасичених жирних кислот в раціоні здорової людини повинно складати 10:1, а для лікувального харчування – від 3:1 до 5:1. На підставі клінічних та експериментальних досліджень закордонних вчених співвідношення кислот  $\omega-6$  та  $\omega-3$ , що рекомендується складає від 4:1 до 2:1 [2].

© Є.І. Шеманська, І.О. Шевченко, О.А. Литвиненко, 2016

За даними завідувача кафедри гігієни харчування Національного медичного університету імені О.О. Богомольця проф. В.І. Ципріяна співвідношення жирних кислот родин  $\omega$ -6: $\omega$ -3 в ідеальному жирі повинно складати 4:1 [3].

До  $\omega$ -6 жирних кислот відносять лінолеву ( $C_{18:2}$ ),  $\gamma$ -ліноленову ( $C_{18:3n6}$ ) та арахідонову ( $C_{20:4}$ ). Ліолева кислота може бути в організмі подовжена та десатурована до арахідонової, а остання є попередником утворення ейкозаноїдів. Ліолевою кислотою збагачена переважна кількість рослинних олій. Довголанцюгові  $\omega$ -3 кислоти виробляються морськими водоростями і планктоном. Риба та морські тварини харчуються планктоном, риб'ячий жир є основним джерелом ейкозапентаєнової (6–10 %) та докозагексаєнової (10–15 %) кислоти для людини. В рослинних джерелах зустрічається, в основному,  $\alpha$ -ліноленова кислота, яка міститься в значних кількостях у волоських горіхах (8–10 %) і лише у деяких олійних культурах і, відповідно, рослинних оліях: лляній (35–65 %), ріжівій (30–42 %), конопляній (14–28 %), ріпаковій (6–13 %), соєвій (5–14 %), олії зародків пшениці (4–10 %). Дослідженнями вчених встановлено, що живий організм не синтезує лінолеву і ліноленову кислоти, вони можуть надходити лише з їжею. Залежно від вихідної жирної кислоти синтезуємі ейкозаноїди мають різну структуру і біологічну дію на організм, часто прямо пропорційну. Ейкозаноїди, утворені з  $\omega$ -3 жирів, а саме із ейкозапентаєнової кислоти, мають протизапальну, протиалергічну дію, розріджують кров та попереджають утворення тромбів, покращують кровообіг, розширюють кровоносні судини та знижують артеріальний тиск. Навпаки, ейкозаноїди, синтезуємі з арахідонової кислоти ( $\omega$ -6), сприяють розвитку запалення, алергії, злипанню тромбоцитів і утворенню тромбів, звужують судини. Виключенням є простагландин E1, який утворюється з  $\gamma$ -ліноленової кислоти ( $\omega$ -6) і має протизапальну дію, уповільнює визволення гістаміна, зменшуючи алергічний компонент запалення. Клінічними дослідженнями доведено, що дефіцит в клітинах есенціальних поліненасичених жирних кислот (особливо  $\omega$ -3) формує високий потенціал запалення [4]. Дослідження закордонних вчених [5] вказують про вплив  $\omega$ -3 індексу як фактору ризику коронарної серцевої хвороби.

Молочні продукти з підвищеним вмістом жиру вже давно стали незамінними продуктами харчування в багатьох країнах. Вони мають високу харчову цінність і відіграють важливу фізіологічну роль як джерело енергії та пластичного матеріалу для організму. Недоліками їх є ресурсоемність, калорійність і високий вміст холестерину. Зокрема молочний жир має дефіцит (менше 5%) незамінних поліненасичених жирних кислот, таких як ліолева, ліноленова, арахідонова, високий вміст холестерину (до 240 мг на 100 г). До того ж склад молочного жиру є непостійним і коливається залежно від періоду року і умов харчування корів [6, 7].

За таких умов стає актуальною концепція зниження масової частки молочного жиру в харчових продуктах для досягнення направлено збалансованого складу компонентів.

При розробці рецептур і технології отримання емульсійних продуктів, особливо спредів, враховують дефіцит в харчуванні населення важливих жирних кислот, фосфоліпідів і жиророзчинних вітамінів. Жирнокислотний склад ліпідного комплексу спредів, які розробляють останнім часом, регулюють комбінуванням молочної основи з різними нетрадиційними для молочної промисловості видами рослинних олій. В якості сировини для проектування жирової основи спредів при оптимізації їх жирнокислотного складу в роботі запропоновані композиції з молочного жиру, кокосової та ріпакової олій.

#### **Мета роботи.**

Метою роботи є розробка технології купажованих жирових основ зі збалансованим складом есенціальних жирних кислот для виробництва вершково-рослинних спредів підвищеної біологічної цінності.

#### **Методи досліджень.**

Органолептичні та фізико-хімічні показники розроблених спредів досліджено згідно стандартних методик ДСТУ 4445:2005 «Спреди та суміші жирові». Жирнокислотний склад визначено на газорідинному хроматографі Agilent 6890 (США).

#### **Викладання основного матеріалу досліджень.**

З метою покращення біологічної цінності та оптимізації жирнокислотного складу спредів запропоновано застосування рослинних олій, які містять у складі жирних кислот  $\omega$ -3 альфа-ліноленову кислоту понад 5 %. Досліджено і проаналізовано особливості жирнокислотного складу ряду рослинних олій і для подальших досліджень обрано рафіновану ріпакову олію з погляду на те, що ця олія виробляється на деяких олієжирових підприємствах України у промислових об'ємах та має сприятливий для купажування баланс  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 (1:2–1:3) [8].

Наступним компонентом купажованих жирових основ є тропічні олії. Консистенція жиру, яка визначається твердістю, в основному залежить від кількісного співвідношення твердої та рідкої фракцій жиру, а також від фізичних властивостей твердих фракцій. Більшість рослинних саломасів містить від 18 до 32 % високоплавкої твердої фракції з температурою плавлення 50–51 °С. Зниження високоплавкої та підвищення низькоплавкої фракції у жировій основі проводять за рахунок додавання тропічних олій. В табл. 1 наведено основні характеристики тропічних олій, які використовуються в маргариновому виробництві.

Відповідно табл. 1, кокосова олія є дуже бажаним компонентом жирової основи завдяки низькій температурі плавлення та сприятливому співвідношенню  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 жирних кислот.

Таблиця 1. Основні характеристики тропічних олій

Найменування показника	Кокосова олія [9]	Пальмоядрова олія [10]	Пальмова олія [11]
Масова частка твердих тригліцеридів, % при 20 °С	30,1-38,8	34,2-45,5	22-31
Насичені жирні кислоти, %	93,8-85,5	87,2-77,3	56,8-44,5
Мононенасичені кислоти, %	5,2-11,5	12,0-19,0	36,7-43,0
Лінолева ( $\omega$ -6) кислота, %	1,0-2,5	0,8-3,5	6,5-12,0
$\alpha$ -ліноленова ( $\omega$ -3) кислота, %	До 0,5	До 0,2	До 0,5
Коефіцієнт ПНЖК/НЖК	0,01-0,04	0,01-0,05	0,11-0,28
Співвідношення $\omega$ -3/ $\omega$ -6	1:5	1:17,5	1:24

З метою оптимізації жирнокислотного складу запропоновано створення спредів на основі молочного жиру, соняшникового саломасу та кокосової олії з додаванням рафінованої ріпакової олії. Розрахунок купажованих жирових основ згідно рекомендацій дієтологів проведено за допомогою розробленої методики на основі лінійного програмування в пакеті програм *MathCad* [12] з використанням жирнокислотного складу олій, що одержано при їх ідентифікації [13, 14].

Експериментально визначено співвідношення компонентів суміші, яке забезпечує задану

консистенцію. Для наступних досліджень обрано жирові основи, які гарантують раціональне співвідношення омега-3/омега-6 жирних кислот з врахуванням норм їх споживання (рецептури 1 та 2), а також традиційний спред без додавання ріпакової та кокосової олій (рецептура 3).

#### Обговорення результатів.

Виготовлено зразки спредів, які досліджено на відповідність діючій нормативній документації. Органолептичні та фізико-хімічні показники розроблених спредів наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Органолептичні та фізико-хімічні показники вершково-рослинних спредів

Найменування показника	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3	Норма показника [15]
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна, щільна консистенція, відсутні вкраплення жиру іншої консистенції			Однорідна або зерниста, щільна, у розтопленому стані – прозора, без осадку
Смак та запах	Специфічний присмак і запах молочного жиру, відсутній присмак рослинних олій.			Специфічний присмак і запах молочного жиру. Дозволено незначний присмак рослинних олій
Колір	Жовтий	Жовтий	Світло-жовтий	Від світло-жовтого до жовтого, однорідний за всією масою
Температура плавлення жиру, °С	28	27	27	Від 27 до 36
Масова частка транс-ізомерів олеїнової кислоти в жирі, в перерахунку на метилеладат, %	6,66	7,21	7,27	Не більше ніж 8
Кислотність жирової фази, градусів Кеттсторфера	0,37	0,37	0,39	Не більше ніж 2,5
Пероксидне число, ммоль активного кисню/кг	3,2	3,1	2,8	При випуску з заводу – 5, наприкінці зберігання – 10

Дані табл. 2 свідчать, що розроблені спреди відповідають вимогам ДСТУ 4445:2005 [15]. Введення рафінованої ріпакової олії не вплинуло на органолептичні характеристики спредів, температура плавлення і кислотність відповідають встановленим нормам. Слід відмітити, що рівень транс-ізомерів

жирних кислот не перевищує встановленої у маргариновій продукції норми 8 %.

Критеріями біологічної цінності продукту прийнято співвідношення поліненасичених, мононенасичених і насичених жирних кислот,  $\omega$ -3 та  $\omega$ -6 есенціальних жирних кислот (табл. 3).

Таблиця 3. Жирнокислотний склад спредів та вершкового масла

Найменування продуктів	Вміст жирних кислот (у % від загальної маси)				Співвідношення $\omega$ -3/ $\omega$ -6
	Насичені жирні кислоти	Ненасичені жирні кислоти			
		$\omega$ -9 (олеїнова)	$\omega$ -6 (лінолева)	$\omega$ -3 ( $\alpha$ -ліноленова)	
Вершкове масло	62,71	24,21	4,80	0,90	1:5
Рецептура 1	36,14	38,60	12,73	2,86	1:4,5
Рецептура 2	33,71	40,32	12,76	3,10	1:4,1
Рецептура 3	42,45	23,81	23,29	0,23	1:99,1

Вміст ненасичених жирних кислот у складі спредів свідчить про їх високу харчову та фізіологічну цінність. За результатами наших досліджень, співвідношення  $\omega$ -3/ $\omega$ -6 кислот у складі спредів складає (1/4,1...1/4,5). Вказане співвідношення есенціальних жирних кислот відповідає рекомендованому дієтологами для оздоровчо-профілактичного харчування. Слід відмітити, що рівень транс-ізомерів жирних кислот у розроблених спредах не перевищує встановленої у маргариновій продукції норми 8 %.

#### Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Особливості технології виробництва спредів дозволяють застосовувати поряд з молочними компонентами значну кількість компонентів рослинного походження, головним чином рослинних

олій. Завдяки їх присутності спреди порівняно з вершковим маслом набувають ряду споживчих переваг: не замерзають в холодильнику, мають пластичну консистенцію, містять більшу кількість вітамінів і біологічно активних речовин, меншу кількість холестеролу.

Проведені дослідження показали, що розроблені спреди підвищеної біологічної цінності наближаються до формули збалансованого харчового раціону і можуть бути рекомендовані до використання у оздоровчо-профілактичному і дієтичному харчуванні. Збалансоване співвідношення омега-3/омега-6 кислот відрізняє спреди від традиційних аналогів на основі соняшникової олії.

**Список літератури:** 1. *Gibson G.R.* Functional food: concept to product / G.R. Gibson, C.M. Williams. – CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. 2000. – 356 p. 2. *Morlion B.J.* What is the optimum w-3 to w-6 fattyacid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in post-operative trauma? / B.J. Morlion, E. Torwesten, K. Wrenger, C. Puchstein, P. Furst // *Clinical Nutrition*. 1997. – Vol. 16 (Suppl. 2). – P. 49. 3. Гігієна харчування з основами нутриціології: Підручник; У 2 кн. – Кн. 1 / І.І. Аністратенко, Т.М. Білко, О.В. Благодарєва та ін.; За ред. проф. В.І. Ципріяна. – К.: Медицина, 2007. – 528 с. 4. *Титов В.Н.* Общность атеросклероза и воспаления: специфичность атеросклероза как воспалительного процесса [Електронний ресурс] / В.Н. Титов // *Российский кардиологический журнал*. 1999. – № 5. – Режим доступу до журн.: <http://medi.ru/doc/6690510.htm> 5. *Harris W.S.* The omega-3 indexes a risk factor for coronary heart disease / *W.S. Harris* // *Am. J. Clin. Nutr.* 2008. – Vol. 87 (suppl). – P. 1997S–2002S. 6. *Петрина А.* Нове в технологіях спредів з наповнювачами / А. Петрина, Г. Тимчук, О. Грек // *Продукты&ингредиенты*. 2010. – № 2 (66). – С. 32–33. 7. *Товажянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О., Арсєньєва О.П., Ольховська О.І., Орлова Є.І.* Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах. Підручник. – К.: Центр учбової літератури. 2011. – 832 с. 8. *Nosenko T.* Rape seeds as a source of feed and food proteins / *Tamara Nosenko, Tetyana Kot, Volodymyr Kichshenko* // *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2014. – Vol. 64. – № 2. – P. 109–114. 9. Олія кокосова. Технічні умови постачання: ДСТУ 4562:2006. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с. – (Національний стандарт України). 10. Олія пальмоядра. Технічні умови постачання: ДСТУ 4563:2006. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 18 с. – (Національний стандарт України). 11. Олія пальмова. Загальні технічні умови: ДСТУ 4306:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 18 с. – (Національний стандарт України).

12. *Матвєєва Т.В.* Математичне обґрунтування складання сумішей олій / Т.В. Матвєєва, П.Ф. Петік, З.П. Федякіна // *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2013. – № 3/6 (63). – С. 26–28. 13. *Zholdosh M.* Modeling composition of the mixed oils by blending / *Mariya Zholdosh, Evgeniya Shemanska, Irina Radzievska* // *Ukrainian Journal of Food Science*. – 2014. – Vol. 2. – Issue 1. – P. 22–28. 14. *Shemanska E.* Prospects for Creating blended functional purpose oil / *E. Shemanska, I. Radzievska* // *Scientific works of university of food technologies*. – Plovdiv: University of Food Technologies. 2015. – Volume LXII. – P. 401–404. 15. Спреди та суміші жирові. Загальні технічні умови: ДСТУ 4445:2005. – [Чинний від 2006-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2006. – 25 с. – (Національний стандарт України).

**Bibliography (transliterated):** 1. *Gibson G.R.* Functional food: concept to product / G.R. Gibson, C.M. Williams. – CRC Press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. 2000. – 356 p. 2. *Morlion B.J.* What is the optimum w-3 to w-6 fatty acid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in post-operative trauma? / B.J. Morlion, E. Torwesten, K. Wrenger, S. Puchstein, R. Furst // *Clinical Nutrition*. 1997. – Vol. 16 (Suppl. 2). – P. 49. 3. *Anistratenko I.I., Bilko T.N., Blahodareva A.V., etc.* – Ed. by Professor Tsypryan V.I. *Higiєna kharchuvannia z osnovamy nutrytsiologii*: Pidruchnik; U 2 kn. – Kn. 1 [Food hygiene with basics of nutritiology]. – Kyiv: publishing house MEDYTSYNA, 2007. – 528 p. 4. *Titov V.N.* Obschnost ateroskleroza i vospaleniya: spetsifichnost ateroskleroza kak vospalitel'nogo protsesa [The community of atherosclerosis and inflammation: the specificity of atherosclerosis as an inflammatory process] / V.N. Titov // *Rossiiskiy kardiologicheskii zhurnal* [Russian cardiological journal]. 1999. – №5. – access mode.: <http://medi.ru/doc/6690510.htm> 5. *Harris W.S.* The omega-3 index as a risk factor for coronary heart disease / *W.S. Harris* // *Am. J. Clin. Nutr.* 2008. – Vol. 87 (suppl). – 1997–2002 p. 6. *Petrina A.* Nove v tekhnologiyah sprediv z napovnyuvachamy [New in technologies of spreads with fillers] / *A. Petrina,*

- G. Timchuk, O. Grek // Produkty&ingridienty [Products&ingredients]. 2010. – № 2 (66). – P. 32–33. **7.** *Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Ol'hovs'ka O.I., Orlova E.I.* Zagal'na tehnologija harchovoї promislovosti u prikladah i zadachah. Pidruchnik. – K.: Centr uchbovoї literaturi. 2011. – 832 p. **8.** *Nosenko T.* Rape seeds as a source of feed and food proteins / *Tamara Nosenko, Tetyana Kot, Volodymyr Kichshenko* // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2014. – Vol. 64. – No. 2. – 109–114 p. **9.** Oliia kokosova. Tekhnichni umovy postachannia: DSTU 4562:2006. – [Chynnyi vid 2008-01-01]. – Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. – 18 p. – (Natsionalnyi standart Ukrainy). **10.** Oliia palmoiadrova. Tekhnichni umovy postachannia: DSTU 4563:2006. – [Chynnyi vid 2008-01-01]. – Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2007. – 18 p. – (Natsionalnyi standart Ukrainy). **11.** Oliia palmova. Zahalni tekhnichni umovy: DSTU 4306:2004. – [Chynnyi vid 2005-07-01]. – Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2005. – 18 s. – (Natsionalnyi standart Ukrainy). **12.** *Matveeva T.V.* Matematychnе obgruntuvannya skladannya sumishey oliy [Mathematical justification of blending oils] / *T.V. Matveeva, P.F. Petik, Z.P. Fedyakina* // Shidno-evropeysky zhurnal peredovyh tekhnolohiy [Eastern European journal of advanced technologie]. 2013. – № 3/6 (63). – P. 26–28. **13.** *Zholdosh M.* Modelling composition of the mixed oils by blending / *Mariya Zholdosh, Evgeniya Shemanska, Irina Radziewska* // Ukrainian Journal of Food Science. 2014. – Vol. 2. – Issue. 1. – P. 22–28. **14.** *Shemanska E.* Prospects for Creating blended functional purpose oil / *E. Shemanska, I. Radziewska* // Scientific works of university of food technologies. – Plovdiv: University of Food Technologies. 2015. – Vol. LXII. – P. 401–404. **15.** Spreddy ta sumishi zhyrovi. Zahalni tekhnichni umovy: DSTU 4445:2005. – [Chynnyi vid 2006-07-01]. – Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006. – 25 p. – (Natsionalnyi standart Ukrainy).

Поступила (received) 23.06.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Використання купажованих жирових основ в технології спредів / Є. І. Шеманська, І. О. Шевченко, О. А. Литвиненко** // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Інноваційні дослідження в наукових роботах студентів. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 34–38. – Бібліогр.: 15 назв. – ISSN 2220-4784.

**Использование купажированных жировых основ в технологии спредов / Е. И. Шеманская, И. А. Шевченко, Е. А. Литвиненко** // Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Інноваційні дослідження в наукових роботах студентів. – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 34–38. – Библиогр.: 15 назв. – ISSN 2220-4784.

**Using of blendedfat bases intechology of spreads / E. I. Shemanska, I. O. Shevchenko, O. A. Litvinenko.** Bulletin of NTU «KhPI», Series: Innovative research in the scientific work of students. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – P. 34–38. – Bibliogr.: 15 titles. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Шеманська Євгенія Іванівна** – кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології жирів і парфумерно-косметичних продуктів, Національний університет харчових технологій, м. Київ, тел.: +380442879167; e-mail: [shemanska@ukr.net](mailto:shemanska@ukr.net).

**Шеманская Евгения Ивановна** – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии жиров и парфюмерно-косметических продуктов, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, тел.: +380442879167; e-mail: [shemanska@ukr.net](mailto:shemanska@ukr.net).

**Shemanska Evgeniya Ivanivna** – Ph. D. (Candidate of Technical Sciences), Associate Professor (Docent), Department of Technology of fats and perfume and cosmetic products, National University of Food Technologies, Kyiv, tel.: +380442879167; e-mail: [shemanska@ukr.net](mailto:shemanska@ukr.net).

**Шевченко Ірина Олегівна** – магістрант, кафедра технології жирів і парфумерно-косметичних продуктів, Національний університет харчових технологій, м. Київ, тел.: +380442879167; e-mail: [hatty2@rambler.ru](mailto:hatty2@rambler.ru).

**Шевченко Ирина Олеговна** – магістрант, кафедра технологии жиров и парфюмерно-косметических продуктов, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, тел.: +380442879167; e-mail: [hatty2@rambler.ru](mailto:hatty2@rambler.ru).

**Shevchenko Iryna Olegovna** – *undergraduate*, Department of Technology of fats and perfume and cosmetic products, National University of Food Technologies, Kyiv, tel.: +380442879167; e-mail: [hatty2@rambler.ru](mailto:hatty2@rambler.ru).

**Литвиненко Олена Анатоліївна** – кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, тел.: +380577076495; e-mail: [ealitinenko@yandex.ua](mailto:ealitinenko@yandex.ua).

**Литвиненко Елена Анатольевна** – кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, тел.: +380577076495; e-mail: [ealitinenko@yandex.ua](mailto:ealitinenko@yandex.ua).

**Litvinenko Olena Anatoliyivna** – Ph. D. (Candidate of Technical Sciences), Associate Professor (Docent), Department of Technology of fats and fermentation products, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkv, tel.: +380577076495; e-mail: [ealitinenko@yandex.ua](mailto:ealitinenko@yandex.ua).

УДК 519.722:004.043

**М. М. КОЗУЛЯ****ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНА КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ СТАНУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ**

У статті розглянуті задачі формування методологій аналізу даних стосовно складних системних утворень на основі знання-орієнтованих систем у комплексній оцінці стану. Розглядається оцінка відхилення від априорі прийнятого природного регулювання гомеостазу «об'єкт (система) – навколишнє середовище». Розв'язання оцінки відхилення розглядає змістовність управління як встановлення початкової рівноваги на будь-якому рівні організації системи. Сформовано схему алгоритмічного забезпечення оцінки стану системних об'єктів на основі запровадження функції відповідності у вигляді інформаційної ентропії і аналізу ризик-факторів. Розглянуто аналіз предметної області, що дозволило виділити й деталізувати основні бізнес-процеси. Розглянута практична реалізація знання-орієнтованого інформаційного забезпечення для розв'язання завдань в системі моніторингових систем управління якістю складними системами.

**Ключові слова:** знання-орієнтовані системи, ризик-аналіз, функція відповідності, оцінка якості, інформаційні потоки, інформаційно-алгоритмічне забезпечення.

В статье рассмотрены задачи формирования методологий анализа данных относительно сложных системных образований на основе знание-ориентированных систем в комплексной оценке состояния. Рассматривается оценка отклонения от априори принятого естественного регулирования гомеостаза "объект (система) – окружающая среда". Решение оценки отклонения рассматривает содержательность управления как установления начального равновесия на любом уровне организации системы. Сформирована схема алгоритмического обеспечения оценки состояния системных объектов на основе внедрения функции соответствия в виде информационной энтропии и анализа риск-факторов. Рассмотрен анализ предметной области, который позволил выделить и детализировать основные процессы. Рассмотрена практическая реализация знание-ориентированного информационного обеспечения для решения задач в системе мониторинговых систем управления качеством сложных систем.

**Ключевые слова:** знание-ориентированные системы, риск-анализ, функция соответствия, оценка качества, информационные потоки, информационно-алгоритмическое обеспечение.

The article discussed the problem of data analysis methodologies formation regarding the complex system formations based on knowledge-based systems in comprehensive state assessment. The deviation estimation from priori accepted natural regulation of homeostasis "object (the system) – the environment" is considered. The decision of the variations assessment considers how content-rich management establishes an initial equilibrium at any level of system organization. Algorithmic scheme is formed for assessment of the system objects state based on the implementation of compliance function in the form of information entropy and analysis of risk factors. Considered domain analysis allowed to identify and refine the basic processes. We consider the practical implementation of the knowledge-based information support for problems solving in the monitoring system of quality management systems of complex systems.

**Keywords:** knowledge-based systems, risk analysis, compliance function, quality evaluation, information flows, information and algorithmic support.

**Вступ.**

Основні дослідження роботи спрямовані на визначення комплексу системних методів пізнання складних системних об'єктів для підвищення ефективності інформаційних технологій інтелектуальної обробки даних і якості подання результатів для прийняття рішень урегулювання соціально-еколого-економічних відносин на основі ідентифікації знань. Знання-орієнтовані системи у комплексній оцінці стану складних систем дозволяють полегшити розв'язання задач сталого розвитку, де необхідним є врахування природи різномірних систем з відповідною базою галузевих знань.

**Мета і постановка задачі дослідження.**

Метою роботи є розробка інформаційної і алгоритмічної підтримки реалізації системних методів визначення стану складних системних об'єктів для підвищення ефективності прийняття рішень в сфері управління якістю складними

системами, урегулювання їх безпечності на основі ідентифікації знань. У роботі передбачено вирішити такі задачі:

1) удосконалення методичного забезпечення аналізу даних стосовно стану складних системних утворень, що об'єктивно обумовлено необхідністю співіснування техногенних і природних систем;

2) розроблення алгоритмічного забезпечення оцінки стану системних об'єктів на основі запровадження функції відповідності у вигляді інформаційної ентропії і аналізу ризик-факторів;

3) забезпечення автоматизації обробки інформаційних потоків даних моніторингових досліджень складних об'єктів на основі інформаційно-програмного комплексу з використанням знання-орієнтованих баз даних.

**Матеріали досліджень.**

У системному аналізі для задач оптимального управління, прийняття рішень в умовах прояву ситуації неінформативності, відсутності знань

розглядається завдання розкриття невизначеності.

У системах, що розвиваються, періодично змінюються закони поведінки, структура, шляхи еволюції, внутрішня симетрія, відбувається розділ систем на актуалізовану й потенційну частини й т.п. У концепції динамічних систем замість незмінних протягом життя законів і закономірностей, у яких прагнення до рівноваги є правилом, запроваджуються періодично мінливі закони і закономірності (способи поведінки), у яких рівновага стає виключенням. Нерівноважність визначається як сутність еволюції і функціональності складних систем.

Для аналізу складних утворень застосовується принцип самоорганізації системи, відповідно до якого рухомій матерії властиві тенденції довільної організації в більше складні системи при спонтанній деградації з ростом неупорядкованості, що характеризується функцією ентропії. Цей принцип є відбиттям того очевидного факту, що навколишня дійсність виявляє поряд із процесами розсіювання енергії безліч процесів, у яких енергія не розсіюється, а, навпаки, концентрується з утворенням більше складних систем з більше простих [1–5].

Незважаючи на універсальність значення ентропії для різних галузей знань, навіть у межах однієї дисципліни ентропія, трактується по-різному, узагальнюючи обставини, ситуації, явища, що відносяться до поняття перетворення (переклад із грецької). Таке подання ентропії пов'язано з її відношенням до характеристики процесів, що суттєво для системного об'єкта дослідження «(система – зовнішнє середовище) – система – процес – (стан системи)' – (система' – зовнішнє середовище)» [6].

Кінцевий стан складної системи встановлюється за структурною ентропією, відповідно до якої формується прагнення системи до рівноваги за об'єктивними вимогами другого закону термодинаміки [1]. Зовнішнє навколишнє середовище за своїм станом і дією на об'єкт і системи спричиняє невідповідності у розвитку складових об'єкта чи елементів системи. Усунення виникаючої при цьому нестабільності пов'язано з процесами адаптації, виникнення локальних складових інформаційної ентропії (ІЕ). Сукупність локальних ІЕ визначає інтегральну складову ІЕ, яка відповідає за ступінь досягнення рівня незавершеності адаптації.

Узгодженість об'єкта і навколишнього середовища, тобто встановлення стаціонарності їх відносин, адаптованості один до одного ідентифікується через зростання рівня структурної ентропії за порогові значення, що обумовлює

інформаційну ентропію при зростанні її інтегральної складової. Збільшення ентропії до її максимуму в точці невідповідності обумовлює перехід до ймовірнісного стану, перетворення структурної в інформаційну ентропію з доведенням до нуля її локальної складової і наближенням до максимуму функції інтегральної ентропії.

Така послідовність станів, процесів складає сутність гармонійності взаємодії (природної стаціонарної функціональності) об'єкта і навколишнього середовища, систем внутрішнього об'єктного середовища.

Оцінка відхилення від апріорі прийнятого природного регулювання гомеостазу «об'єкт (система) – навколишнє середовище» визначається як виникнення і розвиток ризику. Розв'язання цієї задачі розглядає змістовність управління як встановлення початкової рівноваги на будь-якому рівні організації системи. За умови створення цілеспрямованої системи певної якості реалізують керовані зміни за системою заходів спеціалізованого управління. Досягнення точки відповідності гарантується при мінімальному ризику прийняття рішення: не втручання, а контроль самовільної адаптації за рахунок довільних процесів; регулювання і управління до максимального упорядкування і самоорганізації об'єкта ( $\Delta S \rightarrow 0, S_1 \rightarrow \min \rightarrow \Delta S > 0, S_2 \rightarrow \max$ ) (рис. 1) [7].

За моніторинговою інформацією формуються вибірки початкових даних, враховуючи наявність відомого і достатнього обсягу значень  $\eta = y_j$  для встановлення точного значення  $\xi$ , що покладені в основу навчальної вибірки такого виду:

$$\left( x_1^{(\eta, \xi)}, x_2^{(\eta, \xi)}, y^{(\eta, \xi)} \right) \left( \eta, \xi = \overline{1, K} \right), \quad (1)$$

де  $x_1^{(\eta, \xi)}, x_2^{(\eta, \xi)}, y^{(\eta, \xi)}$  – відповідно значення вхідних і вихідних змінних з характеристик об'єктів досліду  $\eta = y_j$  і  $\xi$ ;  $K$  – загальна кількість експериментальних даних у навчальній вибірці.

База правил формується за прийнятою процедурою з урахуванням складності об'єкта і отриманих за входами/розрахунками двох показників (змінні  $x_1, x_2$ ). Серед моніторингових характеристик об'єктів встановлюють їх мінімальні та максимальні значення, які за даних умов відображають можливості досягнення бажаних цілей. Подібним чином аналізують вихідні дані – стан систем у незадовільному ( $y^{\min}$ ) і відповідному до вимог за прийнятним природним/допустимим рівнем ( $y^{\max}$ ):



$$x_1 \in [x_1^{\min}, x_1^{\max}], x_2 \in [x_2^{\min}, x_2^{\max}], y \in [y^{\min}, y^{\max}].$$

Відповідно до прийняття рішень в умовах невизначеності [8] і надання еколого-економічної оцінки стану об'єкта при неточності вхідної інформації [9] відображають певним чином розподіл простору змінних.

Він формується за точковою оцінкою функції належності, враховуючи особливості наданого об'єкта системного аналізу у вигляді «стан0 – процес – стан0 (стан1)», встановлення  $x_1 / \xi$  за умови існування (наслідками)  $x_2 / \eta$ , що дозволяє оцінити  $x_1 / \xi$  за знанням  $x_2 / \eta$ .

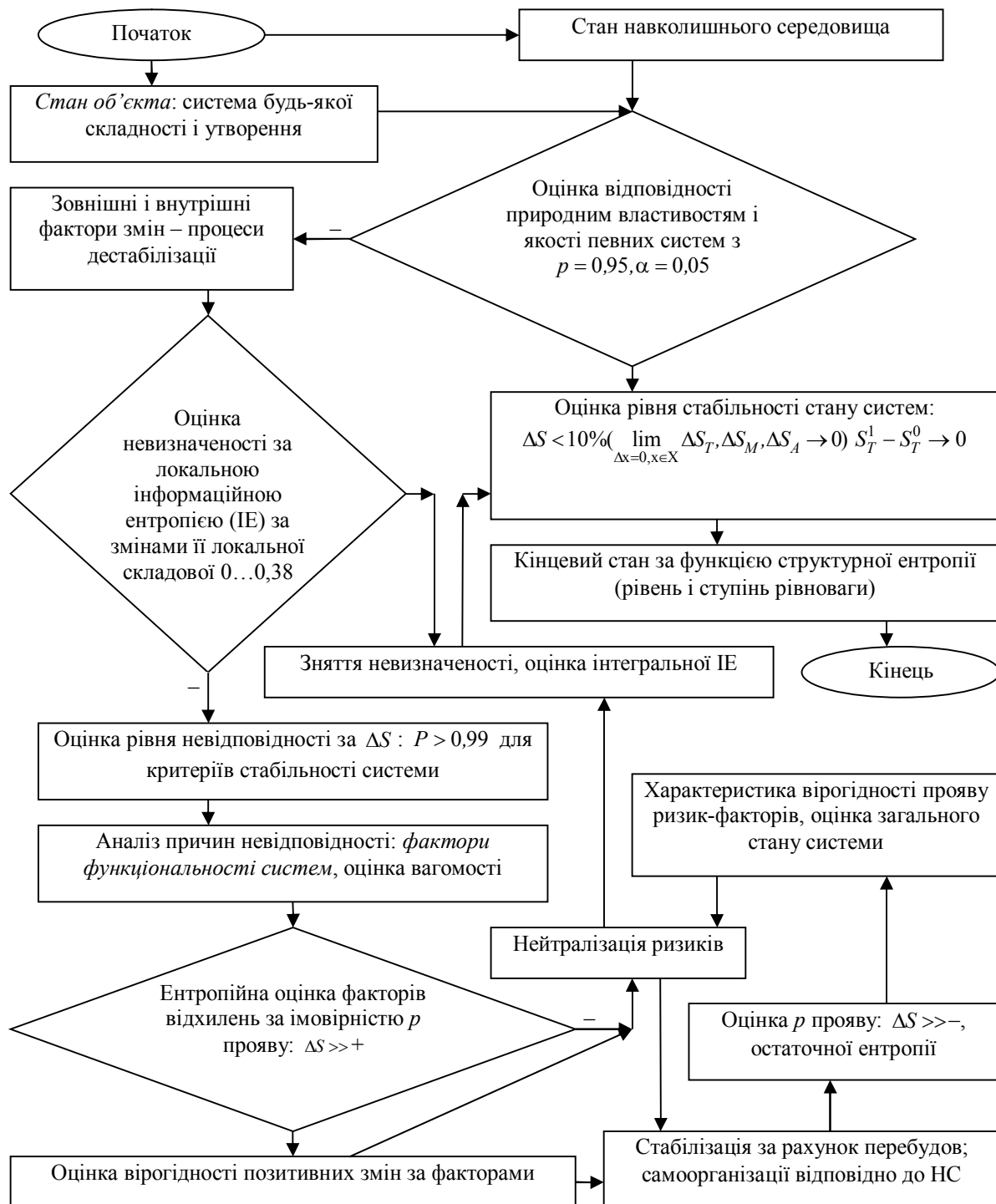


Рис. 1. Ентропійна оцінка стану системи і ризик-факторів

На практиці застосування запропонованого підходу формування знання-орієнтованого інформаційного забезпечення застосовано для розв'язання завдань в системі екологічного моніторингу.

Аналіз предметної області дозволив виділити й деталізувати такі основні бізнес-процеси (роботи) (рис. 2).

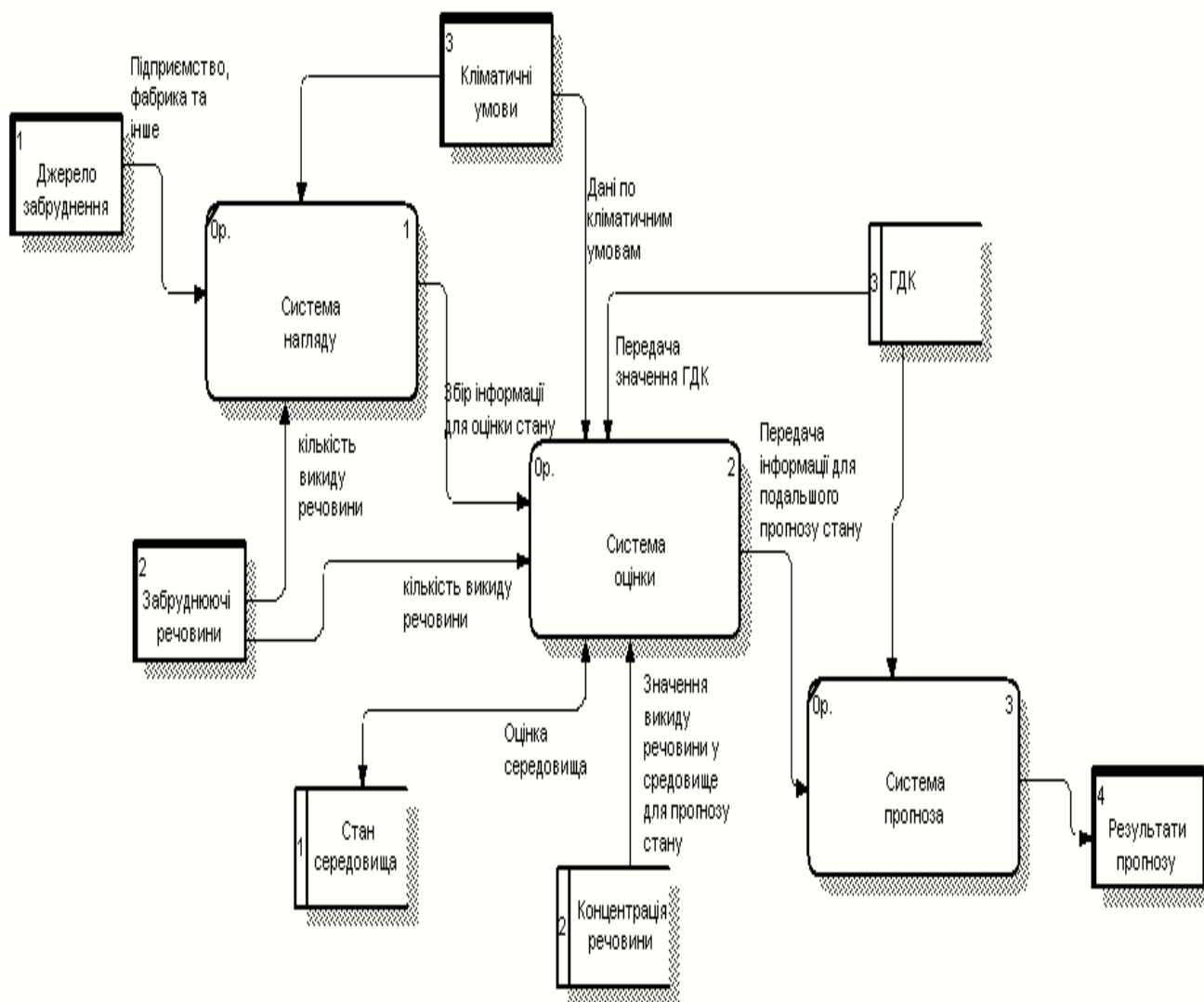


Рис. 2. Діаграма потоків даних

#### Висновки даного дослідження і перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

У роботі розроблено інформаційне і алгоритмічне забезпечення реалізації системних методів визначення стану складних системних об'єктів, що дозволило отримати такі результати:

1) запровадити удосконалення методичного забезпечення оцінки складних систем з метою формування комплексної знання-орієнтованої системи аналізу досліджуваного об'єкта;

2) розробити алгоритмічне забезпечення ентропійної оцінки стану системи і ризик-факторів для удосконалення методик оцінки стану складних систем (рис. 1);

3) показана практична реалізація знання-орієнтованого інформаційного забезпечення застосовано для розв'язання завдань в системі екологічного моніторингу на прикладі діаграми потоків даних (рис. 2).

**Список літератури:** 1. Прангишвили И. В. Энтропийные и другие системные закономерности:

Вопросы управления сложными системами/ И.В. Прангишвили; Ин-т проблем управления им. В.А.

- Трапезникова. – М.: Наука, 2003. – 428 с. **2.** Панченков А.Н. Энтропия. / А.Н. Панченков – Н.Новгород, «Интерсервис», 1999. – 592 с. **3.** Панченков А. Н. Энтропия-2. / А. Н. Панченков // Н.Новгород, «Интерсервис», 2002. – 713 с. **4.** Бухкало С.І. Екологічна безпека як складова концепції утилізації відходів для комплексних підприємств енергетичного міксу / С.І. Бухкало // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2014. – № 49. – с. 42–56. **5.** Бухкало С.І. Анализ эколого-правовой базы комплексной утилизации отходов полимеров / С.И. Бухкало, Н.Н. Зипунников, О.И. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 140–145. **6.** Clausius R. Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie / R. Clausius // Ann. Phys. Folge 2. – 1865. – Bd. 125. – P. 353 – 400. **7.** Козуля М.М. Інформаційно-програмне забезпечення реалізації системних методів визначення стану складних систем / М. М. Козуля // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Інтелектуальні системи та прикладна лінгвістика». – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – С. 46–47. **8.** Овезгельдыев А. О. Синтез и идентификация моделей многофакторного оценивания и оптимизации / Овезгельдыев А. О., Петров Э. Г., Петров К. Э.. – К. : Наукова Думка, 2002. – 163 с. **9.** Козуля Т. В. Методологія екологічного моніторингу та управління природно-техногенними об'єктами. Навчальний посібник / Т.В. Козуля. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. – 288 с.
- Bibliography (transliterated):** **1.** Prangishvili I.V. (2003). Jentropijnye i drugie sistemnye zakonomernosti: Voprosy upravlenija slozhnymi sistemami; In-t problem upravlenija im. V.A. Trapeznikova, M.: Nauka, 428 p. **2.** Panchenkov A.N. (1999). Jentropija. N.Novgorod, «Interservis», 592 s. **3.** Panchenkov A.N.. Jentropija-2. N.Novgorod, «Interservis», 2002. 713 p. **4.** Bukhhalo S.I. Ekologichna bezpeka jak skladova koncepcii utilizacii vidhodiv dlja kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu / S.I. Bukhhalo // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2014. – No. 49. – P. 42–56. **5.** Bukhhalo S.I. Analiz jekologo-pravovoj bazy kompleksnoj utilizacii othodov polimerov / S.I. Bukhhalo, N.N. Zipunnikov, O.I. Ol'hovskaja i dr. // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 140–145. **6.** Clausius R. (1865). Über verschiedene für die Anwendung bequeme Formen der Hauptgleichungen der mechanischen Wärmetheorie, Ann. Phys. Folge 2., Bd. 125, P. 353 – 400. **7.** Kozulia M.M. Informacijno-programne zabezpečennja realizacii sistemnih metodiv viznachennja stanu skladnih sistem. Materiali V Vseukrains'koi naukovo-praktichnoi konferencii «Intelektual'ni sistemi ta prikladna lingvistika», 2016. Har'kov: NTU «HPI», P. 46–47. **8.** Ovezgel'dyev A. O., Petrov Je. G., Petrov K. Je. (2002). Sintez i identifikacija modelej mnogofaktornogo ocenivanija i optimizacii. K. : Naukova Dumka, 163 p. **9.** Kozulia T.V. (2015). Metodologija ekologichnogo monitoringu ta upravlinnja prirodno-tehnogennimi ob'ektami. Navchal'nij posibnik. Harkiv : NTU «HPI», 288 p.

Поступила (received) 12.07.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Знання-орієнтована комплексна методика оцінки стану складних систем / М. М. Козуля // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 39–43 – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Знание-ориентированная комплексная методика оценки состояния сложных систем / М. М. Козуля // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 39–43 – Бібліогр.: 9 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Knowledge-based comprehensive methodology of complex systems state assessment / М. М. Kozulia // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – P. 39–43 . Bibliog.: 9 titles. – ISSN 2220-4784.**

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Козуля Марія Михайлівна** – аспірант кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем НТУ «ХПІ»; тел. (099) 787-20-70; e-mail: [mariya\\_kozulya@mail.ru](mailto:mariya_kozulya@mail.ru).

**Козуля Мария Михайловна** – аспірант кафедри інтелектуальних комп'ютерних систем НТУ «ХПІ»; тел. (099) 787-20-70; e-mail: [mariya\\_kozulya@mail.ru](mailto:mariya_kozulya@mail.ru).

**Kozulia Mariia Mikhailovna** – post-graduate student of intelligent computer systems National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»; tel. (099) 787-20-70; e-mail: [mariya\\_kozulya@mail.ru](mailto:mariya_kozulya@mail.ru).

УДК 519.713: 631.411.6

**Д. І. ЄМЕЛЬЯНОВА****РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ**

У статті розроблено алгоритмічне забезпечення встановлення рівня екологічності систем навколишнього природного середовища. Надане алгоритмічне забезпечення дозволяє встановити негативні фактори порушення гомеостазу природно-техногенних систем, надати комплексну оцінку екологічної якості природно-техногенних об'єктів. За запропонованим алгоритмом оцінки якості складного системного утворення з використанням MIPS-чисел, ризик-характеристик щодо стану об'єктів і факторів, пов'язаних з порушенням їх екологічності, одержано комплексну оцінку території дослідження (полігон твердих побутових відходів (ПТВВ) у Харківській області (м. Дергачі) і м. Рівне) з визначенням показників напруження і процесів дестабілізації екологічної безпеки. Проведені розрахунки на заданих територіях надали такі результати: за дією хімічних факторів впливу на водні системи відповідно до нормативів стану екологічний ризик на території Дергачівського і Рівненського ПТВВ визначений як прийнятний, чинником дестабілізуючої дії визнано хлориди.

**Ключові слова:** ризик-аналіз, комплексна оцінка якості, MIPS-аналіз, індекс забруднення водного середовища.

В статье разработано алгоритмическое обеспечение установления уровня экологичности систем окружающей среды. Предложенное алгоритмическое обеспечение позволяет установить негативные факторы нарушения гомеостаза природно-техногенных систем, провести комплексную оценку экологического качества природно-техногенных объектов. По предложенному алгоритму оценки качества сложного системного образования с использованием MIPS-чисел, риск-характеристик состояния объектов и факторов, связанных с нарушением их экологичности, получено комплексную оценку территории исследования (полигон твердых бытовых отходов (ПТБВ) в Харьковской области (г. Дергачи) и г. Ровно) с определением показателей напряжения и процессов дестабилизации экологической безопасности. Проведенные расчеты позволили определить следующие результаты: по действию химических факторов воздействию на водные системы в соответствии с нормативами состояния экологического риска на территории Дергачевского и Ровенского ПТБВ определен как приемлемый, фактором дестабилизирующей действия признаны хлориды.

**Ключевые слова:** риск-анализ, комплексная оценка качества, MIPS-анализ, индекс загрязнения водной среды.

The article provides an algorithmic support which determines the ecological level of systems of natural environment. The given algorithmic support allows identifying negative factors disturbing the homeostasis of man-made systems, and provides complex ecological quality assessment of man-made objects. Using the proposed algorithm of the quality assessment of a complicated systematic formation based on MIPS-numbers, risk-characteristic as to the conditions of objects and factors connected with ecological state disturbance, we have received a complex assessment of the studied territory (hard domestic waste landfill (HDWL) in Kharkiv region (the town of Dergachi) and Rivne city(Ukraine), with the pressure indices and ecological security destabilization processes being estimated. The calculations at the given territories have shown the following results: by the activity of chemical influence on the water systems according to the standards of conditions, the environmental risk on Dergachi and Rivne HDWL was determined as acceptable; chlorides were recognised as a destabilizing factor.

**Keywords:** risk analysis, complex quality assessment, MIPS-analysis, water pollution index.

**Вступ.**

Доцільність розробки комплексної методики оцінки екологічності природно-техногенних систем (ПТС) пов'язана з необхідністю запровадження додаткових аспектів дослідження у функціональність методичного і інформаційного забезпечення існуючих методик з контролю якості моніторингових систем, які дозволяють вирішувати тільки вузькоспеціалізовані завдання відповідно до висновків згідно з аналізом їх функціональності та ефективності.

**Мета і постановка задачі дослідження.**

Метою роботи є розробка інформаційної і алгоритмічної підтримки розв'язання задачі комплексної оцінки екологічності природно-техногенних об'єктів, що передбачає вирішення таких завдань:

1. Визначення удосконалень для формування комплексної системи методичного забезпечення оцінки екологічності факторів навантаження техногенних систем на стан природної складової об'єктів дослідження;

2. Розробка алгоритмічного забезпечення встановлення рівня екологічності систем навколишнього природного середовища (НПС) з метою визначення негативних факторів порушення гомеостазу ПТС, надання комплексної оцінки екологічної якості об'єктів дослідження;

3. Практична реалізація наданої методики комплексної оцінки екологічності стану техногенно-навантажених об'єктів з метою забезпечення об'єктивності управлінських рішень.

**Матеріали досліджень.**

Розробка нових підходів у формуванні методичного забезпечення для розв'язання задач якості обумовлена зверненням до нового уявлення про структурно-функціональний стан об'єкта дослідження, який визначається як системне об'єднання для досягнення мети сталого розвитку. В межах ПТС необхідно врахувати природні, техногенні, соціальні процеси, тісно пов'язані з екологічною і соціальною складовими об'єкта дослідження, який має характерні системні властивості:

1) внутрішня єдність і цілісність складових - кожна властивість і елемент залежать від їхнього місця і призначення у функціонуванні системного об'єкта;

2) різноспрямованість взаємозв'язків з навколишнім середовищем (НС) - зовнішній негативний вплив розглядається як навантаження на компоненти НПС і здоров'я населення;

3) складна структура - окремі складові підпорядковуються цілому і являють собою підсистеми.

Таким чином, у розробці комплексної системи

методичного забезпечення оцінки екологічності природно-техногенних об'єктів запропоновані та обґрунтовані такі удосконалення.

По-перше, відповідно до задач сталого розвитку вагомим завданням стає визначення регулюючих механізмів внутрішньої самоорганізації систем або підтримки цих процесів. Звідси необхідність для аналітичної системи «стан об'єкта – процес взаємодії з НС – стан стаціонарності/ дестабілізації – процеси саморегулювання – кінцевий стан об'єкта» пропозиції щодо розгляду різномірних етапів з оцінки відповідності функціям якості, які повинні зазначати розв'язання окремих завдань, загального завдання з досягнення екологічності і безпечності у стані об'єкта.

Таким чином, отримані на кожному послідовному етапі оцінювання відповідності зазначені ціллю функціонування складових систем об'єкта, що у кінцевому результаті є основою для надання комплексної характеристики якості, яка становить мету з управління екологічністю і безпечністю системних природно-техногенних утворень. Дослідження на рівні цільових функцій дозволить виявити негативні фактори дестабілізації і порушення стійкості об'єкта при існуючих вимогах щодо стаціонарності і послідовного розвитку окремих систем і об'єкта в цілому.

По-друге, акцентується увага на комплексності у підході формування математичного забезпечення для об'єкта дослідження. У існуючих методиках здебільше декомпозиція об'єкта являє собою диференціювання цілого за окремими властивостями, критеріями, що приводить до отримання результату у вигляді інтегрованої кількісної оцінки.

У запропонованому методичному забезпеченні усувається аспект інтегральності з переведенням змісту визначень на комплексне урахування складових системного об'єкта відповідно до цілі і мети дослідження.

По-третє, в кінцевій оцінці зазначаються кількісні загальні характеристики. У відповідності до вище названих двох аспектів необхідності розробки комплексної методики слід звернути увагу на надання загальної оцінки стану і процесів внутрішнього характеру, пов'язаних зі стабілізацією і загальною детальною оцінкою факторів, показників відповідно до цілі регулювання системи і об'єктів.

Згідно з проаналізованими удосконаленнями у статті пропонується розробити алгоритм комплексної оцінки екологічності ПТС для компоненту водного середовища НПС. Екологічність ПТС за MIPS-аналізом визначається на основі MI-чисел і показників кількості продукції. MI-числа є характеристиками загальної кількості природної сировини (у кг або т), яка необхідна для виробництва або утилізації 1 кг (т) основного продукту:

$$MIPS_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n MI_i \cdot C_i \cdot x_j}{S_j}$$

де  $MI_i$  – матеріальна інтенсивність і-ї забруднюючої речовини для водного середовища;

$C_i$  – концентрація і-ї забруднюючої речовини у водному середовищі;

$x_j$  – загальна кількість викидів для j-го об'єкта дослідження;

$S_j$  – результати діяльності у вигляді продуктивності систем, кількості виготовленої продукції тощо [2].

MIPS-оцінка визначає негативні фактори впливу на ПТС за трьома складовими: екологічною (ресурси), економічною (технологія), соціальною (вплив на людину).

Визначення ризиків негативного техногенного впливу на НПС встановлюється через зв'язок індексів забруднення компонентів природного середовища із встановленим (прийнятним) рівнем екологічного ризику [3, 4]:

$$Risk_j = a \cdot \exp[b \cdot (1 - I_j)],$$

де  $Risk_j$  – екологічний ризик за j-м видом забруднення (дослідженні забруднення водного середовища);

$a, b$  – константи екологічної сталості для України ( $a = 4,99 \cdot 10^{-6}$ ,  $b = -7,557$ );

$I_j$  – індекс забруднення, наданий за j-м видом забруднення (у дослідженні забруднення водного середовища):

$$I_j = \exp\left\{-\left[\exp(1,135 - 3,293 \cdot 10^{-1} \cdot IZV)\right]\right\},$$

де  $IZV$  – індекс забруднення водної системи, розрахований за формулою

$$IZV = \frac{C_i}{GDK \cdot K_i},$$

де  $C_i$  – концентрація у водному об'єкті і-го інгредієнта;

$GDK$  – гранично допустима концентрація у водному об'єкті і-го інгредієнта;

$K_i$  – клас небезпеки і-го інгредієнта для водного середовища (табл. 1).

Таблиця 1. Класифікація якості води за показником ІЗВ

Клас якості	Значення ІЗВ	Характеристика якості
I	≤ 0,3	чиста
II	> 0,3-1,0	відносно чиста
III	> 1,0-2,5	помірно забруднена
IV	> 2,5-4,0	забруднена
V	> 4,0-6,0	брудна
VI	> 6,0-10,0	дуже брудна
VII	> 10,0	надзвичайно брудна

Оцінка рівня екологічного ризику здійснюється відповідно до прийнятих допустимих його значень (табл. 2) [5].

Таблиця 2. Класифікація рівнів екологічного ризику на об'єкти НПС

Рівень ризику	Значення ризику
Неприйнятний	$>10^{-6}$
Прийнятний	$10^{-6}-10^{-8}$
Безумовно прийнятний	$<10^{-8}$

Таким чином, послідовність комплексного використання MIPS-аналізу та визначення ризик-параметрів впливу на об'єкти НПС з визначенням небезпечних факторів дестабілізації стану НПС здійснюється відповідно до запропонованого алгоритму (рис. 1).

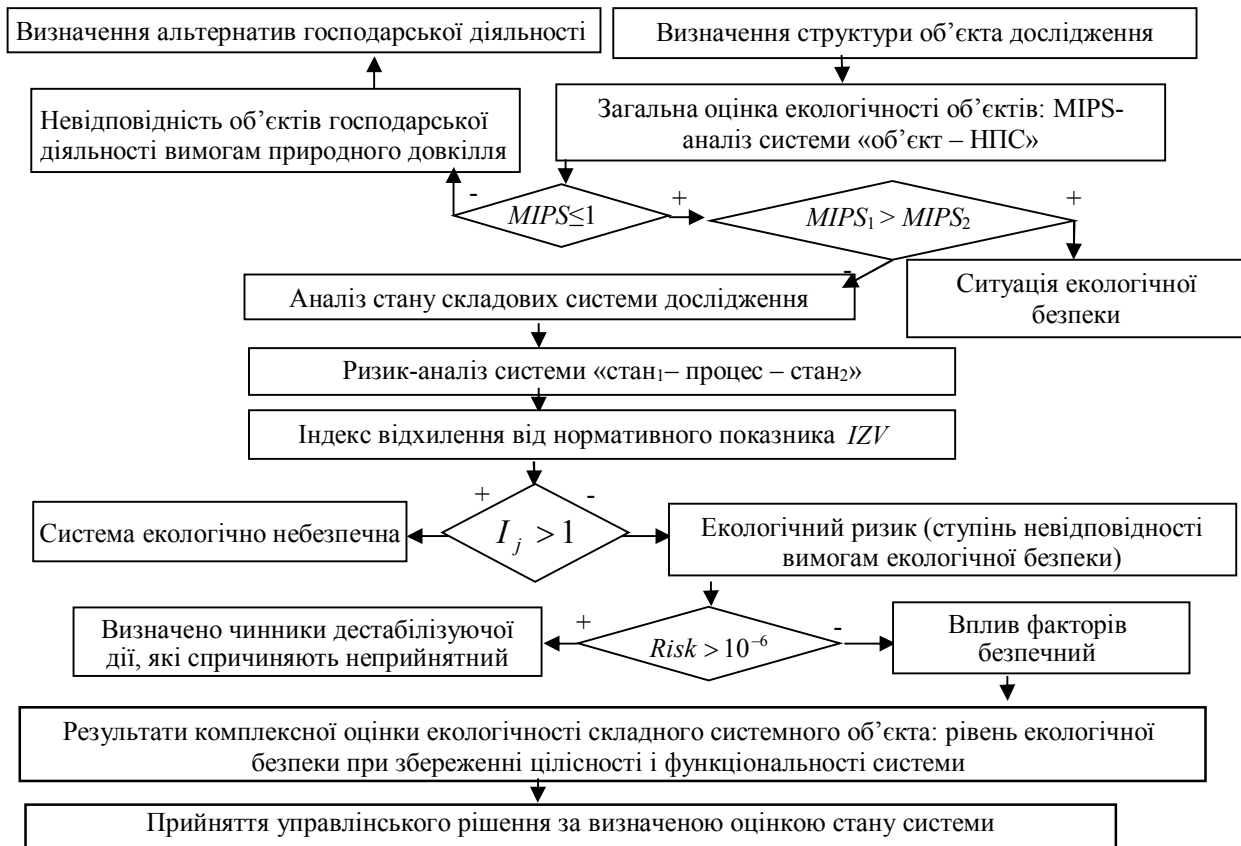


Рис. 1. Алгоритм комплексної оцінки екологічності системних об'єктів

Реалізація методики комплексної оцінки екологічності природно-техногенних систем проводилась на основі даних екологічного моніторингу діяльності полігонів твердих побутових відходів (ПТПВ) у Харківській області (м. Дергачі) (рис. 2, а) і м. Рівному (рис. 2, б).

Основні характеристики ПТПВ надані у таблиці 3.

Таблиця 3. Загальна характеристика Дергачівського і Рівненського ПТПВ

Характеристики	Рівненський ПТПВ	Дергачівський ПТПВ
Рік заснування	1959	1975
Кількість ТПВ за рік, т	80,000	120,000
Площа, га	18,0	5
Глибина, м	20-30	30
Кількість накопичених ТПВ (млн. т)	3-4	5,9

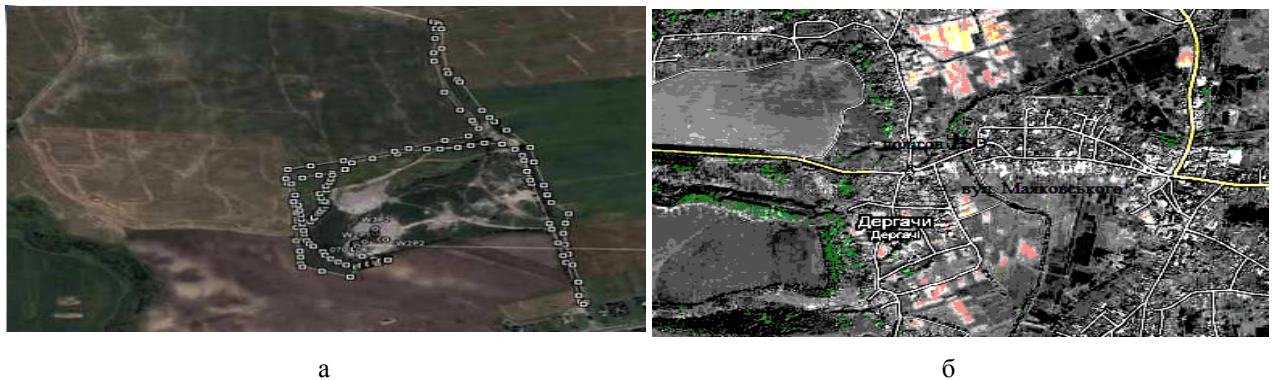


Рис. 2. Карта територій дослідження: а – Рівненський ПТПВ; б – Дергачівський ПТПВ.

За наданим вище алгоритмом оцінки якості складного систем-системного утворення з використанням MIPS-чисел, ризик-характеристик щодо стану об'єктів і процесів, пов'язаних з

порушенням їх екологічності, одержано комплексну оцінку території дослідження з визначенням показників напруження і процесів дестабілізації екологічної безпеки (табл. 4, табл. 5).

Таблиця 4. Розрахунок показників комплексної оцінки екологічності на території Рівненського ПТПВ

Показники мг/дм <sup>3</sup>	Значення	ГДК мг/л	MI	MIPS	K	IЗВ	I	RISK
pH	10,5	8,5	–	–	–	1,24	0,13	1,3·10 <sup>-5</sup>
Хлориди	3533	350	100,9	0,3565	3	3,36	0,36	7,5·10 <sup>-5</sup>
Сульфати	240	500	4,1	0,001	3	0,16	0,05	7,4·10 <sup>-6</sup>
Аміак	н/в	2	10,11		4	–	–	7·10 <sup>-6</sup>
Нітриди	5,15	3,3	93,2	0,0005	2	0,78	0,09	9,9·10 <sup>-6</sup>
Нітрати	29	45	58,01	0,0017	3	0,22	0,05	7,6·10 <sup>-6</sup>
Азот загальн	2100	0,4	33,18	0,0697	3	1750	1	0,0095
Фосфор загальн	39	0,2	–	–	4	48,75	1	0,0095
Фториди	0,026	1,5	7,92	2·10 <sup>-7</sup>	3	0,0058	0,04	7·10 <sup>-6</sup>
Ціаніди	0,007	0,1	167,36	1·10 <sup>-6</sup>	2	0,035	0,05	7·10 <sup>-6</sup>
Свинець	0,39	0,1	15,6	6·10 <sup>-6</sup>	1	3,9	0,42	12·10 <sup>-5</sup>
Мідь	0,00091	0,01	85,51	8·10 <sup>-8</sup>	3	0,03	0,04	7·10 <sup>-6</sup>
Нікель	0,00032	0,1	233,34	7·10 <sup>-8</sup>	2	0,0016	0,04	7·10 <sup>-6</sup>
Ртуть	0,013	0,0005	–	–	1	26	0,99	0,009
Хром загальн	2,3	0,05	221,36	0,0005	3	15,33	0,98	0,008
Залізо	65,5	0,3	193,76	0,0127	4	54,58	1	0,009
Алюміній	1335	0,5	539,21	0,7198	4	667,5	1	0,009
Фенол	0,78	0,005	18,72	10 <sup>-5</sup>	2	78	1	0,009
Вуглеводороди	3,5	0,1	28,23	10 <sup>-4</sup>	2	17,5	0,99	0,008
Галоген органічні сполуки	0,065	0,001	87,55	6·10 <sup>-6</sup>	2	32,565	0,99	0,009

Таблиця 5. Розрахунок показників комплексної оцінки екологічності НПС для Дергачівського ПТПВ

Показники мг/дм <sup>3</sup>	Значення	ГДК мг/л	MI	MIPS	K	IЗВ	I	RISK
Хлориди	3500	350	100,9	0,3532	3	3,33	0,35	7,25·10 <sup>-5</sup>
Сульфати	1000	500	4,1	0,0041	3	0,67	0,08	9,3·10 <sup>-6</sup>
Аміак	20	2	10,11	0,0002	4	2,5	0,26	3,43·10 <sup>-5</sup>
Нітриди	30	3,3	93,2	0,0028	2	4,55	0,5	21·10 <sup>-5</sup>
Нітрати	450	45	58,01	0,0261	3	3,33	0,35	7,25·10 <sup>-5</sup>
Свинець	0,01	0,03	15,6	2·10 <sup>-7</sup>	2	0,167	0,05	7,11·10 <sup>-6</sup>
Мідь	0,0002	0,01	85,51	2·10 <sup>-8</sup>	3	0,077	0,05	7·10 <sup>-6</sup>
Нікель	0,0002	0,1	233,3	5·10 <sup>-8</sup>	2	0,00115	0,04	6,99·10 <sup>-6</sup>

Розрахований екологічний ризик на території Дергачівського і Рівненського ПТПВ за дією

хімічних факторів впливу на водні системи відповідно до нормативів стану (табл. 1) визначений

як прийнятний, чинниками дестабілізуючої дії визнано хлориди, азот, ртуть, фосфор, хром, залізо, алюміній (табл. 4); хлориди, нітрити, нітрати (табл. 5). Отримані результати порівнювалися з наявними оцінками стану даних територій за екологічним моніторингом [6, 7].

**Висновки.** У роботі розроблено інформаційне і алгоритмічне забезпечення розв'язання задачі комплексної оцінки екологічності природно-техногенних об'єктів, що дозволило отримати такі результати:

1) визначені удосконалення для формування комплексної системи методичного забезпечення оцінки екологічності факторів навантаження

техногенних систем на стан природної складової об'єктів дослідження;

2) надано алгоритмічне забезпечення визначення рівня екологічності систем НПС з метою визначення негативних факторів порушення гомеостазу ПТС на основі MIPS- аналізу і ризик-оцінки (рис. 1);

3) показана перспективність реалізації комплексного підходу для розв'язання практичних задач екологічної безпеки на прикладі оцінки рівня безпеки функціонування полігонів твердих побутових відходів в межах різних адміністративних районів (рис. 2, табл. 4, 5).

**Список літератури:** 1. Козуля Т. В. Комплексна екологічна оцінка природно-техногенних комплексів на основі MIPS- і ризик-аналізу. // Т. В. Козуля, Д. І. Ємельянова, М. М. Козуля // Восточноєвропейський журнал передових технологій – Харків, 2014 – №3 (69). – С.8–14. 2. Wernick I K. Material Flows Accounts – A Tool for Making Environmental Policy, WRI Report / I. K. Wernick, F. H. Irwin. // World Resource Institute: Washington, DC, USA, 2005. – 246 p. 3. Статюха Г. О. Системний підхід до оцінювання ризиків при проектуванні промислових об'єктів / Г. О. Статюха, Т. В. Бойко, А. О. Абрамова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – № 14 (56). – С. 8–12. 4. Бойко Т. В. Оцінка ризику промислового підприємства на стадії проектування в рамках стратегії сталого розвитку / Т. В. Бойко, В. І. Бендюг, Б. М. Комариста // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 2, 14 (56). – С. 13–17. 5. Качинский А. Б. Структурный анализ системы обеспечения экологической и природно-техногенной безопасности Украины / А. Б. Качинский, Н. В. Агаркова // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2013. – № 1. – С. 7–15. 6. Солоха М. О. Методологія оцінки впливу стихійних звалищ на екологічний стан (на прикладі Дергачівського району) / М. О. Солоха, Е. О. Кочанов // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Сер.: Екологія. – 2011. – №. 6 – С. 73-76. 7. Лико Д. В. Проблемні питання щодо поводження з відходами та їх утилізації в Рівненській області / Д. В. Лико, І. В. Гушук // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 5. – С. 47-49

**Bibliography (transliterated):** 1. Kozulia T. V., Emelianova D. I., Kozulia M. M. Kompleksna ekologichna ocinka pryrodno-tehnogennykh kompleksiv na osnovi MIPS- i ryzyk-analizu. Vostochnoevropejskyj zhurnal peredovykh tehnologiy – Har'kov, 2014 – №3 (69). – S.8–14. 2. Wernick I K. Material Flows Accounts – A Tool for Making Environmental Policy, WRI Report / I. K. Wernick, F. H. Irwin. // World Resource Institute: Washington, DC, USA, 2005. – 246 p. 3. Statyukha G. O., Boyko T. V., Abramov A. O. (2013). System approach to risk assessment in the design of industrial objects. Kharkiv, Ukraine: Eastern-European Journal of enterprise technologies, Vol. 2, № 14 (56), 8–12. 4. Boyko T., Bendyuh V., Komarysta B. (2012). Risk assessment of industrial objects in the design stage as part of a sustainable development strategy. Kharkiv, Ukraine: Eastern-European Journal of enterprise technologies, 2, 14 (56), 13–17. 5. Kachinskiy A. B., Agarkova N. V. (2013). Structural analysis systems for environmental and natural-technogenic safety of Ukraine. Kyiv, Ukraine: System research & information technologies, 1, 7-15. 6. Solokha M. O., Kochanov E. O. (2011). Methodology of dumps impact assessment on the ecological state (for example Dergachivsky district Kharkov region). Kharkiv, Ukraine: Vestnik KhNU Karazina, 944, 6, 73-76. 7. Liko D. V., Huschuk I. V. (2008) Problematic issues of waste management and recycling in Rivne. Kyiv, Ukraine: Ecology Environment and Life Safety, 5, 47-49.

Поступила (received) 17.05.2016

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Розробка комплексної методики оцінки екологічності природно-техногенних систем / Д. І. Ємельянова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів.– Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 44–48. – Бібліогр.: 7 назв. –ISSN 2220-4784.**

**Разработка комплексной методики оценки экологичности природно-техногенных систем / Д. И. Емельянова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів.– Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 44–48. – Бібліогр.: 7 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Natural and man-made systems complex ecological assessment methodology development / D. I Emelyanova // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 44–48. Bibliog.:7 titles. – ISSN 2220-4784.**

#### Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Ємельянова Дар'я Ігорівна** – аспірант кафедри комп'ютерного моніторингу і логістики НТУ «ХПІ»; тел. (097) 877-89-41; e-mail: sone4ko-2008@yandex.ua.

**Ємельянова Дар'я Ігорівна** – аспірант кафедри комп'ютерного моніторингу і логістики НТУ «ХПІ»; тел. (097) 877-89-41; e-mail: sone4ko-2008@yandex.ua.

**Daria Emelyanova** – post-graduate student of computer monitoring and logistics National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"; tel. (097) 877-89-41; e-mail sone4ko-2008@yandex.ua.



УДК 519.713: 504.064

**М. О. БІЛОВА****НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ З ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЛЯ СИСТЕМНИХ УТВОРЕНЬ**

Проаналізовано науково-теоретичні засади формування інформаційно-методичного забезпечення оцінки рівня екологічності складних об'єктів з позицій концепції сталого розвитку. Визначено стратегію екологічного управління якістю навколишнього середовища, основні механізми екологічної безпеки, систему оцінки безпечності системних об'єктів у контексті концепції сталого розвитку. Надано основні алгоритмічні положення щодо формування методики комплексної оцінки безпечності об'єктів, проаналізовано її недоліки, запропоновані шляхи її удосконалення.

**Ключові слова:** екологічна безпека, сталий розвиток, системне утворення, синергетична парадигма, системний аналіз, алгоритмічне забезпечення.

Проанализированы научно-теоретические основы формирования информационно-методического обеспечения оценки уровня экологичности сложных объектов с позиций концепции устойчивого развития. Определена стратегия экологического управления качеством окружающей среды, основные механизмы экологической безопасности, систему оценки безопасности системных объектов в контексте концепции устойчивого развития. Предоставлено основные алгоритмические положения по формированию методики комплексной оценки безопасности объектов, проанализированы ее недостатки, предложены пути ее совершенствования.

**Ключевые слова:** экологическая безопасность, устойчивое развитие, системное образование, синергетическая парадигма, системный анализ, алгоритмическое обеспечение.

The scientific and theoretical basis of informational and methodological support of environmental assessment of complex objects according to sustainable development concept are analysed. The strategy of environmental quality management, main environmental security mechanisms, the safety evaluation system of system objects according to sustainable development concept are defined. The main components of information support for the conformity assessment of a stationary object to environmental safety system are discussed. It is determined that the display of synergy effects plays significant role at all life stages of system objects as a basis for their integrity and functionality. Taking into consideration the synergy effects allows to enhance the self-organizing effect in the studied object in the emphasis of three basic aspects – environmental, economic and social. The basic algorithms of formation of complex safety evaluation of objects are given, its disadvantages are analyzed, the ways of its improvement are set up.

**Keywords:** environmental safety, sustainable development, system formation, synergetic paradigm, system analysis, algorithmic support.

**Вступ.** Оцінка безпечності об'єктів навколишнього середовища вимагає комплексного підходу з формування інформаційно-методичного забезпечення розрахунку рівня якості об'єктів дослідження відповідно до встановлених моделей стану системних утворень різного рівня складності. Проблемні завдання з визначення загальної відповідності системних утворень вимогам екологічної якості потребують ідентифікації дестабілізуючих факторів у тісному зв'язку з аналізом стану соціально-економічного розвитку, змін у навколишньому середовищі, а також урахуванням невизначеностей і ризиків [1]. Розв'язанню цих проблемних питань присвячені роботи провідних організацій України, серед яких ДУ «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України», Інститут прикладного системного аналізу (ІПСА) України, результати науково-практичних досліджень яких покладені в основу розробки комплексу методичного забезпечення оцінки безпечності складних природно-техногенних об'єктів [2].

Проблемні питання оцінки екологічної безпеки з позицій стратегії сталого розвитку проаналізовані у науково-методичних роботах М. З. Згуровського, Г. О. Білявського, А. Б. Качинського, Б. М. Данілішина, Д. В. Зеркалова, В. І. Парапана, А. Г. Шапара та інших. Розроблені методики в системі екологічної безпеки розраховані на методологію нормативного підходу до визначення стану природних і техногенних об'єктів. Відповідно до сучасних тенденцій вивчення складних утворень

до розгляду залучені такі системні об'єкти, як соціально-економічна система, природно-техногенна система і т.д. Загальна оцінка їх стану зазвичай здійснюється на засадах інтегративного оцінювання якості, що не дозволяє урахувати особливості функціонування об'єкта внутрішнього порядку і за умови його зв'язку з навколишнім середовищем.

У зв'язку з цим ставиться завдання створення комплексної методики оцінки складних систем з урахуванням трьох розрізів сталого розвитку та вагомих факторів його дестабілізації на локальному, регіональному та глобальному рівнях дослідження. Визначення структури такої методики може бути здійснено лише за умови відповідного теоретичного аналізу існуючих наукових досягнень з розробки методичного забезпечення в галузі екологічної безпеки, шляхів його вдосконалення та засобів реалізації.

Однією з основних вимог до методик системи оцінювання є їх універсальність з позицій можливості отримання кінцевого результату як для стану, так і процесів підтримки функціональності системних об'єктів різнорідної природи.

**Метою даної роботи** є обґрунтування методичного забезпечення аналізу стану і відповідності вимогам якості складних об'єктів, що становить основу аналітичного контролю безпечності різнорідних за складом системних утворень будь-якого рівня дослідження. У результаті поєднання системного аналізу, динамічного управління при застосуванні положень теорії синергетики, інформаційної ентропії, метода компараторної

ідентифікації заплановано вирішити такі завдання:

1) визначити методичне забезпечення у теоретико-практичному плані стосовно надання оцінки екологічної безпечності системних об'єктів відповідно до вимог концепції сталого розвитку;

2) встановити інформаційно-методичні підходи забезпечення системного аналізу складних систем з питань екологічної безпеки з урахуванням положень теорій інформації, синергетики, сучасних положень методу компараторної ідентифікації;

3) розробити алгоритмічне забезпечення реалізації запропонованої інформаційно-методичної бази комплексного аналізу та оцінки якості складних утворень.

**Основні результати дослідження.** У даній роботі розглянуто питання щодо зміни парадигми дослідження складних об'єктів з позицій їх системної структури і врахування особливостей функціональності у вигляді «стан – процес – стан» з метою виявлення факторів стабілізації і дестабілізації конкретної досліджуваної системи. Під фактором пропонується розуміти внутрішні і зовнішні чинники впливу на систему, що призводять до змін її властивостей, а також змін у процесах, які мають місце у ній самій і за її участю в інших системах. Визначення таких чинників та умов нейтралізації їх негативного впливу є одним з пріоритетних завдань екологічного управління з підтримки стратегії сталого розвитку економіки відповідно до вимог міжнародної системи екологічної безпеки [3].

З позицій концепції сталого розвитку об'єкти оточуючого середовища розглядаються як ієрархічні за своєю природою системні угруповання, в кожному з яких виділяють екологічну, економічну та соціальну системи з різнорівневими структурними зв'язками між ними, що становить багатоаспектність змісту системного утворення. Визначені еколого-економічні, соціально-екологічні, природно-техногенні системи є складними динамічними угрупованнями, що відповідають за здійснення певних видів діяльності. Поєднання таких систем для вирішення комплексних завдань гармонійного розвитку різнорідних систем в межах одного об'єкта пов'язано з урахуванням положень синергетики, самоорганізації і кооперації. Такі цілепокладаючі структурні об'єднання розглядаються як системні утворення. Основною метою аналізу внутрішніх зв'язків між системами в межах одного об'єкта є вирішення комплексних задач сталого еколого-соціально-економічного розвитку з урахуванням особливостей функціонування самих систем і виконанням їх цілей [4].

У своїй системній єдності модель сталого розвитку базується на реалізації трьох сумісних цілей: забезпечення економічної ефективності, досягнення соціальної справедливості і наслідування екологічних імперативів [5]. У якості методологічної основи дослідження процесів формування систем безпеки і сталого розвитку використовуються міждисциплінарні методи: прогностичні, футурологічні, системні та інші, що комплексно

дозволяють оцінити специфіку проблемних завдань безпеки [2].

Безпека – це особлива сфера діяльності, яка доповнює основний вид діяльності, передбачаючи виникнення зовнішніх або внутрішніх загроз і небезпек для систем і в системах. З точки зору сталого розвитку, це одночасне забезпечення економічної ефективності і економічної безпеки, соціальної справедливості і соціальної безпеки, екологічної безпеки і коеволюційного розвитку [6].

Під терміном «екологічна безпека» розуміють сукупність певних властивостей навколишнього середовища і створюваних цілеспрямованою діяльністю людини умов, за яких з урахуванням економічних, соціальних чинників і науково обгрунтованих допустимих навантажень на об'єкти біосфери утримується на мінімально можливому рівні ризику антропогенний вплив на навколишнє середовище і негативні зміни, що відбуваються в ньому, забезпечується збереження здоров'я людей і виключаються віддалені наслідки цього впливу для теперішнього і наступних поколінь [7]. Відповідно до такої форми самоорганізації системного об'єкта можливо заздалегідь передбачати небезпеки внутрішнього і зовнішнього характеру [5, 8].

Врахування в управлінні чинників самоорганізації систем в єдиний об'єкт на основі кооперативних зв'язків дозволить вирішувати проблеми забезпечення безпеки вже на стадії перетворення потенційних загроз на реальні шляхом визначення, відокремлення і нейтралізації негативних дестабілізуючих факторів впливу на систему [5] (рис. 1). Створення фундаментальної основи для підтримки державного управління в сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання й відтворення природно-ресурсного потенціалу передбачає удосконалення вже існуючих та розробку нових методик оцінки безпечності складних системних утворень [9].

З позиції системного підходу до безпеки необхідним є надання своєчасної і всебічної оцінки небезпек, що очікуються, на основі прогнозування впливу за виявленими тенденціями катастрофічного спаду якості і критичного розвитку факторів дестабілізації. Повний спектр небезпек щодо стану і процесів змін дозволить оцінити поточну ситуацію, зовнішні й внутрішні умови її розвитку з наступним прийняттям зваженого рішення [10].

У системі екологічної безпеки визначають такі складові інформаційного забезпечення оцінки відповідності стаціонарного розвитку об'єкта:

– синергетичність усіх елементів і процесів системного утворення (окреме підприємство, галузь, район, держава, сукупність держав та ін.);

– самовідтворення як збереження цілісності та ощадливого використання наявних ресурсів у системі та системою;

– єдність аналізу та синтезу, коли процеси диференціації, спеціалізації органічно доповнюються процесами інтеграції, об'єднання, універсалізації;

– пропорційність як прагнення до більш ефективного співвідношення між окремими частинами системи і між системами;

– інформованість як правило упорядкування до такого ступеня, згідно з яким у системі не може бути порядку більше, ніж інформації [11].

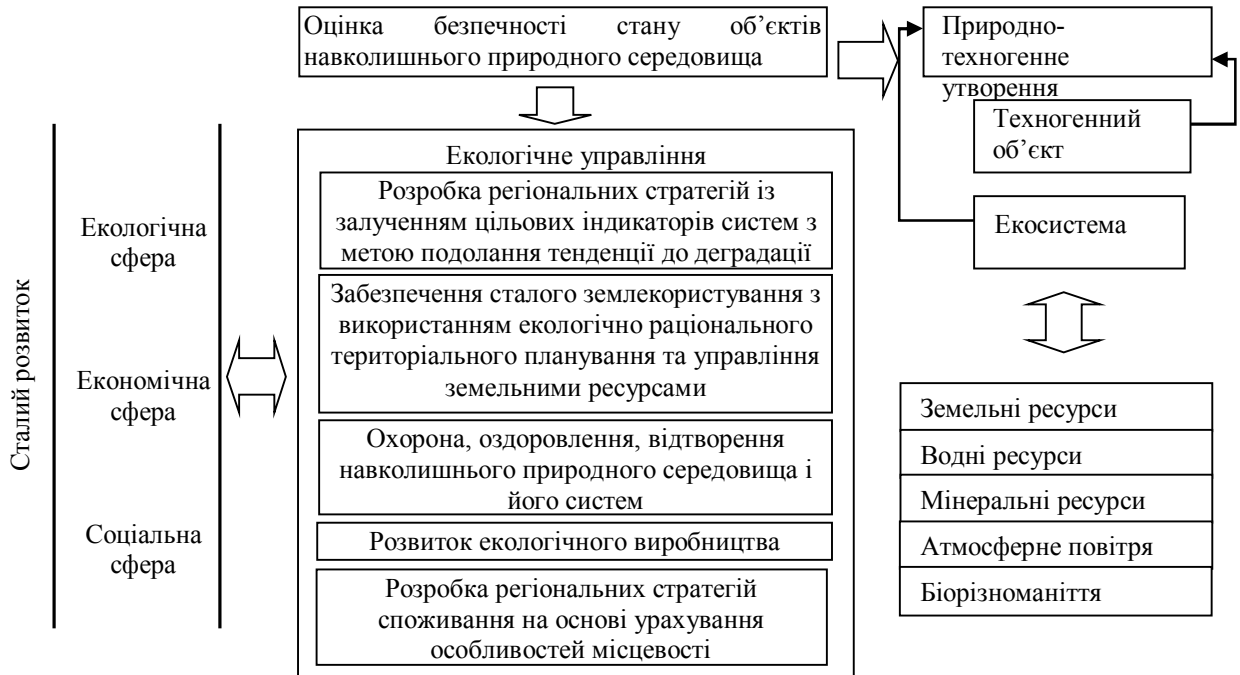


Рис. 1. Стратегія екологічного управління якістю навколишнього середовища у контексті концепції сталого розвитку

До конкретних механізмів забезпечення допустимої динаміки природних і антропогенних факторів екологічної небезпеки на навколишнє середовище і саму людину належать три основних компоненти, які

формують загальну систему безпеки різномірних системних утворень: комплексна екологічна оцінка території, еколого-економічний моніторинг, система управління якістю (рис. 2) [12].



Рис. 2. Механізми екологічної безпеки

При оцінці безпечності складних об'єктів навколишнього середовища протягом достатньо необхідно враховувати здатність кожної системи тривалого часу залишатися незмінною при

постійності оточуючого середовища, мати певний рівень саморегулювання і стійкості, тобто знаходитися у квазістаціонарному стані [13]. За методикою визначення рівня безпечності стану об'єктів формується система кількісних показників витривалості, що є відправною точкою отримання оцінки відповідності дії зовнішнього фактора

границям гомеостазу в об'єкті, ймовірності порушення його в умовах перевищення критичного рівня впливу і реалізації необоротних змін [14]. Система контролю якості навколишнього середовища передбачає реалізацію аналітичної оцінки стану систем дослідженого об'єкта відповідно до наданого методичного забезпечення (рис. 3).

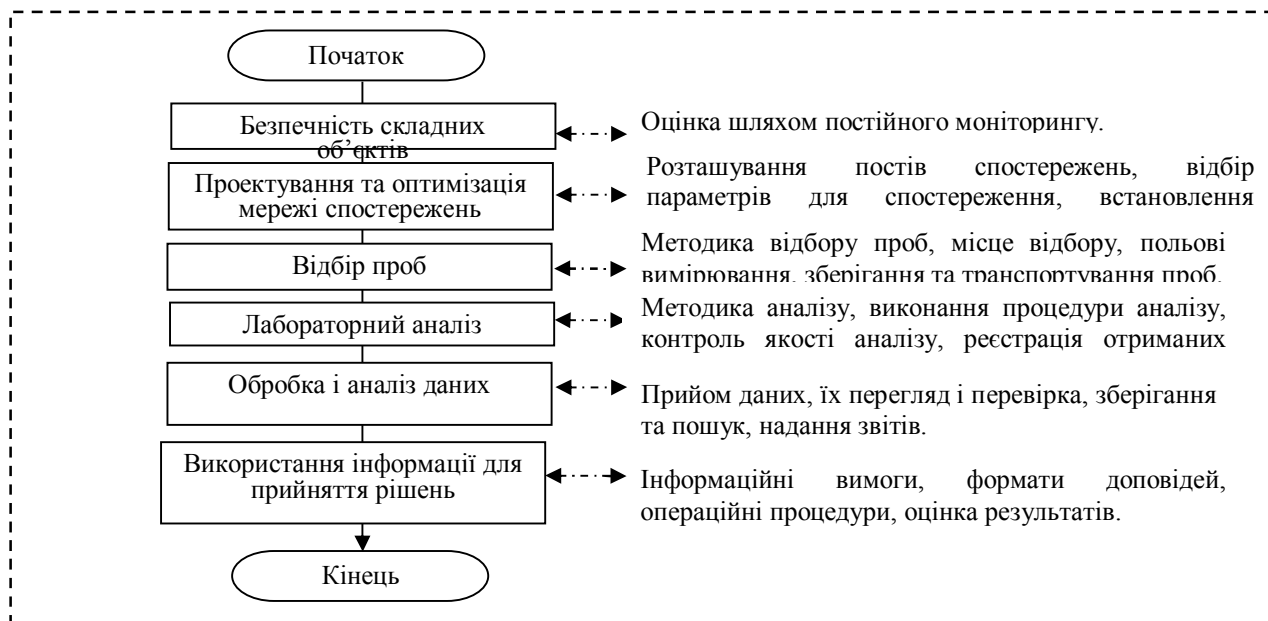


Рис. 3. Схема алгоритму аналітичної оцінки стану систем і її методичне забезпечення

Для визначення інформаційної основи з об'єктивного прийняття рішення щодо урегулювання стану безпечного функціонування об'єкта дослідження необхідною є розробка обґрунтованої системи методичного забезпечення як інформаційно-аналітичної бази виділення чинників дестабілізації та порушень у системі. Мета конкретного завдання з контролю якості дозволяє визначити вибір необхідних методів випробувань, методи оцінки аналітичних результатів; перехресні перевірки вихідних даних оцінювання та засобів інтерпретації результатів.

Для оцінки результатів вимірюваних процедур застосовуються специфічні аналітичні методи з урахуванням необхідної чутливості, точності, усунення шумів, швидкодії і вартості аналізу. Ефективність обраного аналітичного методу визначається інтерпретацією отриманих результатів. Переважна більшість методик оцінки якості і безпечності об'єктів оточуючого середовища орієнтовані на подання результатів аналізу у формі, яка дозволяє здійснити їх порівняння за певною шкалою. Наявність декількох шкал не дозволяє звести до єдиної оцінки якості стан і функціональність об'єкта, для цього необхідна розробка універсальної адаптаційної системи оцінювання.

Сучасний моніторинг об'єктів оточуючого середовища не завершується необхідним аналізом негативних тенденцій у стані об'єкта і наслідків. Розробка наукових основ і принципів системного

моніторингу довілля набуває важливого значення для встановлення факторів дестабілізації, ступеню негативної ураженості систем, обґрунтування критеріїв регулювання темпів сталого розвитку [5] (рис. 4). Досліджувані еколого-економічні, соціально-екологічні, природно-техногенні системи перебувають у стані внутрішньої рівноваги тільки за умови підтримки балансу між асиміляційним потенціалом природного середовища та антропогенним навантаженням, яке не виходить за межі допустимих значень. Прояв синергетичних ефектів відіграє значну роль на всіх рівнях життєдіяльності складних систем як основи відтворення їх цілісності і функціональності [15]. У такому випадку прийняття рішень має ставити на меті досягнення синергії як одночасного та цілеспрямованого функціонування окремих, але взаємозалежних частин складної системи, які забезпечують більш високу загальну ефективність, ніж сумарна ефективність частин, узятих окремо [16].

Термін «синергетика», запропонований Г. Хакеном [17], пов'язується з узгодженістю, когерентністю взаємодії частин при утворенні структури цілого, на так званому адитивному ефекті. При переході від неупорядкованості (хаосу) до порядку в явищах виникає кооперативна поведінка елементів, синергетичний ефект, що становить кореляцію частин цілого. Запровадження у методичне забезпечення оцінки якості положень синергетики дозволило ввести в аналітичну систему процеси як елемент інформаційно-енергетичного

обміну в системі, так і її з зовнішнім середовищем [2, 18, 19].

Урахування синергетичних ефектів дозволяє посилити самоорганізаційний ефект у рамках досліджуваного системного об'єкту при виділенні трьох базових аспектів, а саме – екологічного, економічного та соціального. У рамках синергетичного підходу поняття оцінювання

безпеки з одного боку розуміють як процес вибору, що здійснюється системою під час аналізу можливих альтернатив, а з іншого як процес, завдяки якому збільшуються можливості системи щодо саморегулювання стану підсистем та окремих елементів при наявних впливах і зовнішній дії дестабілізуючого характеру [18].



Рис. 4. Система оцінки безпеки системних об'єктів

Урахування синергетичних ефектів дозволяє посилити самоорганізаційний ефект у рамках досліджуваного системного об'єкту при виділенні трьох базових аспектів, а саме – екологічного, економічного та соціального. У рамках синергетичного підходу поняття оцінювання безпеки з одного боку розуміють як процес вибору, що здійснюється системою під час аналізу можливих альтернатив, а з іншого як процес, завдяки якому збільшуються можливості системи щодо саморегулювання стану підсистем та окремих елементів при наявних впливах і зовнішній дії дестабілізуючого характеру [18].

Застосування математичного моделювання складних системних угруповань з урахуванням синергетичних процесів дозволило використати єдину оціночну базу для різномірних систем у межах одного об'єкту дослідження при впровадженні в аналіз принципів компараторної ідентифікації [2]. Система розглядається як така, що, постійно змінюючись, потребує тільки корегування параметрів для підтримки її функціональності з метою встановлення дієвих механізмів реалізації так званих критичних (біфуркаційних) процесів. Виникнення біфуркаційного стану в елементах і системах складного угруповання передумовою отримання необхідних «знань» системою про відповідність навколишньому середовищу [19].

Стабілізація і гармонізація досягається при встановленні рівноваги в системному утворенні

завдяки певній відповідності вимогам самоорганізації до природної функціональності систем. Збереження стійкості і здатності пристосовуватися до навколишнього середовища об'єкта за положеннями синергетики визначається функцією ентропії, як міри порядку і відповідності, використаної для встановлення умов змін в системі і вивчення перебігу процесів, суттєвими з яких є стабілізуючі за відсутності порушень стану об'єкта. Для інформаційного аналізу кожного зі станів  $A$  системного об'єкта в категорії  $Q$ , пропонується застосувати узагальнену функцію ентропії стану  $A$ :

$$S(A) = \ln \frac{\tilde{I}(A)}{I(A)}, \quad (1)$$

де  $\tilde{I}(A)$  – потужність множини  $S_Q(A, A)$  морфізмів категорії  $\bar{Q}$  з  $A$  у саме себе;

$I(A)$  – потужність множини  $S_Q(A, A)$ , для якої  $S_Q(A, A) \neq \emptyset$  за визначенням поняття категорії, яка містить хоча б один одиничний морфізм.

Така функція ентропії (1) розглядається як цільова функція з оцінки відповідності, що інтерпретується як міра структурованості стану  $A$ , тобто міра структури стану  $A$  по відношенню до його безструктурного аналога. Ентропія (1) визначається як кількість інформації, що пов'язана зі структурою системи [20]:

$$\frac{1}{n} S(\bar{n}) = - \sum_{i=1}^w \frac{n_i}{n} \log \frac{n_i}{n}, \quad n = \sum_{i=1}^w n_i,$$

застосовуваної як ступінь складності системи. Отже, ентропія визначається як міра відповідності складних систем встановленим вимогам безпеки, здійснити оцінку якої пропонується через використання елементів теорії компараторної ідентифікації за рахунок математичного опису

сенсорних систем, встановлення невідомого оператора і його параметрів. У такому випадку, запропоновані удосконалення методичного забезпечення оцінки якості складних об'єктів на основі комплексування методів головних компонент і компараторної ідентифікації (рис. 5).



Рис. 5. Реалізація методичного забезпечення аналізу безпеки системних утворень

#### Висновки даного дослідження і перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Таким чином, у даній роботі визначені умови формування інформаційно-методичного забезпечення оцінки якості та безпеки системних об'єктів різної природи для будь-якого рівня дослідження на основі теорії синергетики з застосуванням ентропійної функції та компараторної ідентифікації відповідності.

Науковим результатом даної роботи є комплексування методик оцінки екологічної

безпеки системних об'єктів, а також їх удосконалення з метою використання у рамках запропонованої аналітичної системи «стан – процес – стан» для забезпечення порівняних результатів для різних аспектів дослідження.

До основних результатів даної роботи з аналізу можливостей формування комплексної універсальної методичної бази оцінювання якості і безпеки системних об'єктів слід віднести таке:

1) встановлення методичного забезпечення сучасних досліджень в системі екологічної безпеки у

контексті концепції сталого розвитку при урахуванні складної ієрархічної структури об'єкту дослідження (рис. 1, 2);

2) визначення алгоритмічного забезпечення реалізації інформаційно-методичної бази аналізу складних системних утворень еколого-економічної, природно-техногенної природи, надано аналіз його основних складових (рис. 3);

3) надання методичного забезпечення оцінки безпечності об'єктів при урахуванні основних положень теорії синергетики з метою подання комплексної об'єктивної інформації для підтримки прийняття рішень щодо урегулювання якості та гомеостатичного розвитку еколого-соціально-економічних систем (рис. 4, 5).

**Список літератури:** 1. *Самойлік М. С.* Оцінка ризиків і загроз ресурсно-екологічній безпеці регіону / *М. С. Самойлік* // Бізнес Інформ. – Х: Видавничий дім «Інжек». – 2014. – №6(437). – С. 185–193. 2. *Козуля Т. В.* Розробка оцінки екологічності техногенних об'єктів на основі методу компараторної ідентифікації / *Т. В. Козуля, М. О. Білова, М. М. Козуля* // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Х.: – 2015. – №5/10(77). – С. 27–34. 3. *Бохан А. В.* Міжнародна екологічна безпека в контексті інноваційного та стійкого розвитку / *А. В. Бохан* // Інвестиції: практика та досвід. – 2010. – № 1. – С. 14–17. 4. *Козуля Т. В.* Теоретико-практические основы методологии комплексной оценки экологичности территориальных и объектовых систем: монография / *Т. В. Козуля*. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 298 с. 5. *Зеркалов Д. В.* Проблеми екології сталого розвитку: Монографія / *Д. В. Зеркалов*. – К.: Основа. – 2013. – 430 с. 6. *Соха Ю. І.* Принципи сталого розвитку і проблема природно-техногенної безпеки / *Ю. І. Соха* // Вісн. Нац. ун-ту «Львів. політехніка». – 2011. – № 698. – С. 103–111. 7. *Хилько М.* Екологічна політика / *М. Хилько*. – К.: Абрис, 1999. – 363 с. 8. Организация Объединенных Наций. Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию. – Режим доступа: URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/riodecl.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml). – Дата звертання : 30 березня 2016. 9. Національна екологічна політика України: оцінка і стратегія розвитку. Документ підготовлено в рамках проекту ПРООН / ГЕН «Оцінка національного потенціалу в сфері глобального екологічного управління в Україні». – К.: Генеза, 2007. – 186 с. 10. *Какутич П. Ю.* Сутність екологічної безпеки в макроекономічному регулюванні сталого розвитку продуктивних сил / *П. Ю. Какутич* // Економіка природокористування і охорони довкілля. — К.: РВПС України НАН України, 2008. – С. 43–49. 11. *Жарова Л. В.* Інноваційна політика щодо екологічного підприємництва та екологізації підприємницької діяльності в Україні: проблеми та перспективи // Проблеми управління інноваційним підприємництвом екологічного спрямування:

Монографія / Заг. ред. *О. В. Прокопенко*. – Суми: ВТД «Університетська книга». – 2007. – С. 152–167. 12. *Загорський В.* Глобальна екологічна проблема в системі національної безпеки / *В. Загорський, А. Ліпенцев, Є. Боришук* // Вісник Національної академії державного управління при Президентові України. – 2011. – Вип. 1. – С. 78–87. 13. *Реймерс Н. Ф.* Природопользование: Словарь-справочник / *Н. Ф. Реймерс*. – М.: Мысль, 1990. – 637 с. 14. *Костерін В. О.* Сталий розвиток продуктивних сил України в умовах соціально-економічних трансформацій / *В. О. Костерін* // Механізм регулювання економіки. – 2006. – №2. – С. 24–32. 15. *Дегтярьова І. Б.* Синергетичні ефекти еколого-економічних систем в умовах інформаційної економіки / *І. Б. Дегтярьова, О. І. Мельник, А. В. Бондар* // Механізм регулювання економіки. – 2013. – № 3. – С. 30–37. 16. *Мельник П. П.* Синергетика як складова методології системи екологічного менеджменту / *П. П. Мельник* // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.2. – С. 292–298. 17. *Хакен Г.* Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / *Г. Хакен*. – М.: Мир, 1985. – 423 с. 18. *Письменний І.* Синергетика як синтезуюча складова методології державного управління / *І. Письменний* // А 43 Актуальні проблеми державного управління : зб. наук. пр. / ред.-кол.: С. М. Серьогін (голов. ред.) та ін. – Д.: Вид-во ДРІДУ НАДУ, 2007. – Вип. 1 (27). – 364 с. 19. Державне управління в Україні: організаційно-правові засади : навч. посібн. / *Н. Р. Нижник, С. Д. Дубенко, В. І. Мельниченко* та ін. / за заг. ред. *Н. Р. Нижник*. – К.: Вид-во УАДУ, 2002. – 164 с. 20. *Levich A. P.* Category-functor modelling of natural systems / *A. P. Levich, A. V. Solov'yov* // Cybernetics and Systems. – 1999. – № 30 (6). – P. 571–585.

**References (transliterated):** 1. *Samoylik M. S.* Otsinka ryzykiv i zahroz resursno-ekolohichnyy bezpetsi rehionu / *M. S. Samoylik* // Biznes Inform. – KH: Vydavnychyy dim «Inzhkek». – 2014. – №6(437). – S. 185–193. 2. *Kozulya T. V.* Rozrobka otsinky ekolohichnosti tekhnohennykh obyektiv na osnovi metodu komparatornoyi identyfikatsiyi / *T. V. Kozulya, M. O. Bilova, M. M. Kozulya* // Skhidno-Yevropeyskyu zhurnal peredovyykh tekhnolohiy. – KH.: – 2015. – №5/10(77). – S. 27–34. 3. *Bokhan A. V.* Mizhnarodna ekolohichna bezpeka v konteksti innovatsiynoho ta stiykoho rozvytku / *A. V. Bokhan* // Investytsiyi: praktyka ta dosvid. – 2010. – № 1. – S. 14–17. 4. *Kozulya T. V.* Teoretyko-praktycheskye osnovy metodolohyy kompleksnoy otsenky ekolohichnosti terrytoryalnykh y obektovykh system: monohrafiya / *T. V. Kozulya*. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. – 298 s. 5. *Zerkalov D. V.* Problemy ekolohiyi staloho rozvytku: Monohrafiya / *D. V. Zerkalov*. – K.: Osнова. – 2013. – 430 s. 6. *Sokha YU. I.* Pryntsyry staloho rozvytku i problema pryrodno-tekhnohennoy bezpeky / *YU. I. Sokha* // Visn. Nats. un-tu «Lviv. politekhnik». – 2011. – № 698. – S. 103–111. 7. *Khylko M.* Ekolohichna

политика / *M. Khylyko*. – К.: Abrys, 1999. – 363 s.

**8.** Orhanyzatsyya Obedynennykh Natsyy. Ryo-de-Zhaneyskaya deklaratsyya po okruzhayushchey srede y razvytyyu. – Rezhym dostupu : URL: [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/declarations/riodecl.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/declarations/riodecl.shtml). – Data zvertannya: 30 bereznya 2016.

**9.** Natsionalna ekolohichna polityka Ukrainy: otsinka i stra-tehiya rozvytku. Dokument pidhotovleno v ramkakh proektu PRO-ON / HEN «Otsinka natsionalnoho potentsialu v sferi hlobalnoho ekolohichnoho upravlinnya v Ukraini». – К.: Heneza, 2007 – 186 s.

**10.** *Kakutysh P. YU.* Sutnist ekolohichnoyi bezpeky v makroekonomichnomu rehulyuvanni staloho rozvytku produktyvnykh syl / *P.YU. Kakutysh* // *Ekonomika pryrodokorystuvannya i okhorony dovkillya*. – К.: RVPS Ukrainy NAN Ukrainy, 2008. – S. 43–49.

**11.** *Zharova L. V.* Innovatsiyna polityka shchodo ekolohichnoho pidpryyemnytstva ta ekolohizatsiyi pidpryyemnytskoyi diyalnosti v Ukraini: problemy ta perspektyvy // *Problemy upravlinnya innovatsiynym pidpryyemnytstvom ekolohichnoho spryamuvannya: Monohrafiya / Zah. red. O. V. Prokopenko*. – Sumy: VTD «Universytet-ska knyha». – 2007. – S. 152–167.

**12.** *Zahorskyi V.* Hlobalna ekolohichna problema v systemi natsionalnoyi bezpeky / *V. Zahorskyi, A. Lipentsev, YE. Borshchuk* // *Visnyk Natsionalnoyi akademiyi derzhavnoho upravlinnya pry Prezydentovi Ukrainy*. – 2011. – Vyp. 1. – S. 78–87.

**13.** *Reymers N. F.* Pryrodopolzovanye: Slovar-spravochnyk / *N. F. Reymers*. – М.: Mysl, 1990. – 637 s.

**14.** *Kostyerin V. O.* Stalyy rozvytok produktyvnykh syl Ukrainy v umovakh sotsialno-ekonomichnykh transformatsiy / *V. O. Kostyerin* // *Mekhanizm rehulyuvannya ekonomiky*. – 2006. – №2. – S. 24–32.

**15.** *Dehtyarova I. B.* Synerhetychni efekty ekoloho-ekonomichnykh system v umovakh informatsiyoi ekonomiky / *I. B. Dehtyarova, O. I. Melnyk, A. V. Bondar* // *Mekhanizm rehulyuvannya ekonomiky*. – 2013. – № 3. – S. 30–37.

**16.** *Melnyk P. P.* Synerhetyka yak skladova metodolohiyi systemy ekolohichnoho menedzhmentu / *P. P. Melnyk* // *Naukovyy visnyk NLTU Ukrainy*. – 2013. – Vyp. 23.2. – S. 292–298.

**17.** *Khaken H.* Synerhetyka: yerarkhiya neustoychyvostey v samoorhanyzuyushchysya systemakh y ustroystvakh / *H. Khaken*. – М.: Myr, 1985. – 423 s.

**18.** *Pysmennyi I.* Synerhetyka yak syntezuyucha skladova metodolohiyi derzhavnoho upravlinnya / *I. Pysmennyi* // *A 43 Aktualni problemy derzhavnoho upravlinnya: zb. nauk. pr. / redkol.: S.M. Serohin (holov. red.) ta in.* – D.: Vyd-vo DRIDU NADU, 2007. – Vyp. 1 (27). – 364 s.

**19.** Derzhavne upravlinnya v Ukraini: orhanizatsiyno-pravovi zasady: navch. posibn. / *N. R. Nyzhnyk, S. D. Dubenko, V.I. Melnychenko ta in.* / za zah. red. *N. R. Nyzhnyk*. – К.: Vyd-vo UADU, 2002. – 164 s.

**20.** *Levich A. P.* Category-functor modelling of natural systems / *A. P. Levich, A. V. Solov'yov* // *Cybernetics and Systems*. – 1999. – № 30 (6). – P. 571–585.

Надійшла (received) 12.07.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Науково-теоретичні положення з формування системи оцінки рівня екологічної безпеки для системних утворень / М. О. Білова** // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 49–56. – Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2220-4784.

**Научно-теоретические положения по формированию системы оценки уровня экологической безопасности для системных образований / М. О. Белова** // *Вісник НТУ «ХПІ»*. Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 49–56. – Бібліогр.: 20 назв. – ISSN 2220-4784.

**Scientific and theoretical theses of formation of the evaluation system for the environmental safety level for system formations / M. O. Bilova** // *Bulletin of National Technical University «KhPI»*. Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov : NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – P 49–56. – Bibliogr.: 20. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Білова Марія Олексіївна** – аспірант кафедри Комп'ютерного моніторингу і логістики НТУ «ХПІ», м. Харків тел.: (050) 323-14-85; e-mail: [maria\\_belova-91@mail.ru](mailto:maria_belova-91@mail.ru)

**Белова Мария Алексеевна** – аспірант кафедри комп'ютерного моніторинга и логістики НТУ «ХПІ», г. Харьков; тел.: (050) 323-14-85; e-mail: [maria\\_belova-91@mail.ru](mailto:maria_belova-91@mail.ru)

**Bilova Mariia Oleksiivna** – post-graduate student, Department of computer monitoring and logistics, NTU "KhPI", Kharkov; tel.: (050) 323-14-85; e-mail: [maria\\_belova-91@mail.ru](mailto:maria_belova-91@mail.ru)



УДК 665.36

**Ю. Е. ОМЕЛЬЧЕНКО, И. Н. ДЕМИДОВ****ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЛИПИДОВ ИЗ ОТРАБОТАННОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО ПОРОШКА МЕТОДОМ КОНТАКТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ**

В статье представлены результаты исследования извлечения липидов из отработанного фильтрующего порошка (зажиренный перлит) методом контактной экстракции. Установлены рациональные параметры процесса экстракции с использованием в качестве растворителей гексана и сивушного масла. Показано, что использование данных растворителей позволяет снизить остаточную маслянисть фильтрующего порошка ниже 2 % и максимально извлечь воскоподобные вещества.

**Ключевые слова:** отработанный фильтрующий порошок, воскоподобные вещества, контактная экстракция, сивушное масло, гексан.

У статті представлені результати дослідження вилучення ліпідів з відпрацьованого фільтруючого порошку (зажиренні перліт) методом контактної екстракції. Встановлено раціональні параметри процесу екстракції з використанням в якості розчинників гексан і сивушного масла. Показано, що використання даних розчинників дозволяє знизити залишкову маслянисть фільтруючого порошку нижче 2% і максимально витягти воскоподібні речовини.

**Ключові слова:** відпрацьований фільтруючий порошок, воскоподібні речовини, контактна екстракція, сивушні масла, гексан.

The article presents the results of a study of lipid extract from the spent filter powder (perlite zashirenyy) contact extraction method. Rational parameters of the extraction process using hexane as the solvent and fusel-oil. It is shown that the use of these solvents can reduce the residual oil content filtering powder below 2%, that provides with the opportunity to recommend it to be recycled at the oil winterization stage. Moreover, this contact extraction method allowed recovery of more than 98% of waxen substances from the used filter powder. This perlite regeneration approach provides with the opportunities to return the adsorbent to the stage of waxen substances filtration, utilize neutral lipids for technical and feeding purposes, and recover a valuable product - waxen substances used in different fields of national economy.

**Keywords:** waste filter powder waxen substances, contact extraction, fusel-oil, hexane.

**Введение.**

В настоящее время переработка вторичных продуктов масложировой промышленности является актуальным направлением. Целесообразная переработка растительного сырья предполагает наиболее полное использование всех выходных компонентов для перехода на малоотходную или безотходную технологию производства [1, 2]. В первую очередь это позволит повысить рентабельность производства, а также сократить отходы, и снизить загрязнение окружающей среды [3, 4].

К требованиям, которые предъявляются потребителями к качеству подсолнечного масла, относятся его физико-химические и органолептические показатели. Одним из таких показателей является прозрачность, зависящая от наличия воскоподобных веществ в масле.

Производство растительного масла предусматривает стадию винтеризации для удаления воскоподобных веществ с помощью фильтрующих порошков, которые являются отходами производства масложировой промышленности и содержат довольно большое количество липидов, до 65 % от их массы в зависимости от марки порошка и применяемого оборудования [5].

Фильтрующие порошки после их использования, как правило, вывозятся в места захоронения или могут быть использованы в качестве добавок к комбикормам, удобрения или сырья в производстве цемента и кирпича [6–8]. При захоронении их на свалках бытовых отходов, вследствие доступа кислорода воздуха и большой поверхности контакта фильтрующих порошков происходит интенсивное окисление растительного масла с последующим самовозгоранием. При этом в

атмосферу выбрасываются токсичные вещества, загрязняющие экологию, что недопустимо.

Более рациональная переработка отработанных фильтрующих порошков заключается в извлечении из них воскоподобных веществ и масла. Целесообразность выделения воскоподобных веществ обуславливается потребностью в них, поскольку растительные воски пользуются большим спросом в различных отраслях промышленности: парфюмерно-косметической, мыловаренной, фармацевтической, пищевой, кожевенной и других. А извлекаемые масла в зависимости от степени окисленности масла либо возвращаются в производство, либо могут быть использованы для технических целей (производства олифы, консистентных смазок, биодизельного горючего и т.д.).

Анализируя выше сказанное, поиск новых способов переработки вторичных продуктов масложировой промышленности с получением ценных товарных продуктов является актуальным направлением для современных предприятий, как с экологической, так и с точки зрения экономии ресурсов.

**Анализ последних исследований и литературы.**

В последние годы проблеме рациональной переработки вторичных отходов масложировой промышленности уделяется большое внимание. Одним из таких вторичных продуктов (отходов) является отработанный фильтрующий порошок (зажиренный перлит или кизельгур).

Существуют способы разделения отработанного фильтр-порошка без применения химических

© Ю. Е. Омельченко, И.Н. Демидов, 2016

добавок [9, 10]. Однако, применение таких методов разделения предусматривает сложность аппаратного оформления, многостадийность, длительность процесса и не всегда безотходность.

Использование органических растворителей для извлечения липидов из отработанного фильтр-порошка не нова. В качестве растворителей применялся изопропиловый спирт, абсолютный этиловый спирт (с концентрацией не ниже 99 %), трихлорэтилен и метилендихлорид [11–14]. Однако данные способы предусматривают регенерацию фильтрующего порошка без последующего выделения воскоподобных веществ из масложировой смеси.

Перспективным способом разделения отработанного фильтр-порошка является экстракция липидной части различными растворителями с последующим выделением воскоподобных веществ.

Цель и основные задачи исследования.

Целью данной работы является оценка степени извлечения липидов из отработанного фильтрующего порошка методом контактной экстракции с использованием в качестве растворителей гексана и сивушного масла.

В соответствии с поставленной целью исследования сформулированы и решены задачи:

- экспериментально определить рациональные технологические параметры процесса экстракции липидов и воскоподобных веществ различными растворителями;

- оценить влияние оказываемое предлагаемыми органическими растворителями на степень извлечения липидов из фильтрующего порошка контактным методом экстракции;

- определить остаточную масличность фильтрующего порошка, полученного после экстракции липидной части;

- установить количественное содержание извлеченных липидов и воскоподобных веществ в отработанном фильтрующем порошке.

Материалы исследования.

Для реализации поставленной задачи объектом исследования был выбран отработанный фильтрующий порошок с содержанием липидов 54 %, полученный на Кировоградском жировом комбинате.

Процесс экстракции проводили контактным методом в реакторе, при температуре кипения растворителей 65 °С и 95 °С, за счет чего осуществляется естественное перемешивание компонентов системы и увеличивается диффузионная способность липидов. Температурные режимы данного процесса были выбраны в соответствии с температурами кипения применяемых растворителей (гексан и сивушное масло).

Отработанный фильтрующий порошок помещался в реактор одновременно с растворителем, для воспроизведения производственных условий. В

процессе эксперимента контролировалась соотношение растворителя к липидной части фильтрующего порошка и время экстракции. По окончанию процесса экстракции мисцеллу отфильтровывали от фильтр-порошка и проводили кристаллизацию воскоподобных веществ. В каждом полученном образце анализировалось содержание липидов, а в фильтр-порошке определяли остаточную масличность.

#### Результаты исследования.

Данные эксперимента были направлены на определение рациональных условий извлечения липидов из отработанного фильтрующего порошка. Для получения математической модели процесса был реализован полный факторный эксперимент первого порядка.

Предварительными исследованиями установлены наиболее значимые факторы, влияющие на процесс экстракции липидов такие как:

$x_1$  – количество ступеней экстракции, с интервалом варьирования от 1 до 3;

$x_2$  – соотношение отработанного фильтрующего порошка – растворитель, с интервалом варьирования от 1:2 до 1:4;

$x_3$  – длительность процесса экстракции, с интервалом варьирования от 15 до 45 мин.

Остаточная масличность фильтрующего порошка являлась функцией отклика  $y_2$  для гексана и  $y_c$  для сивушного масла.

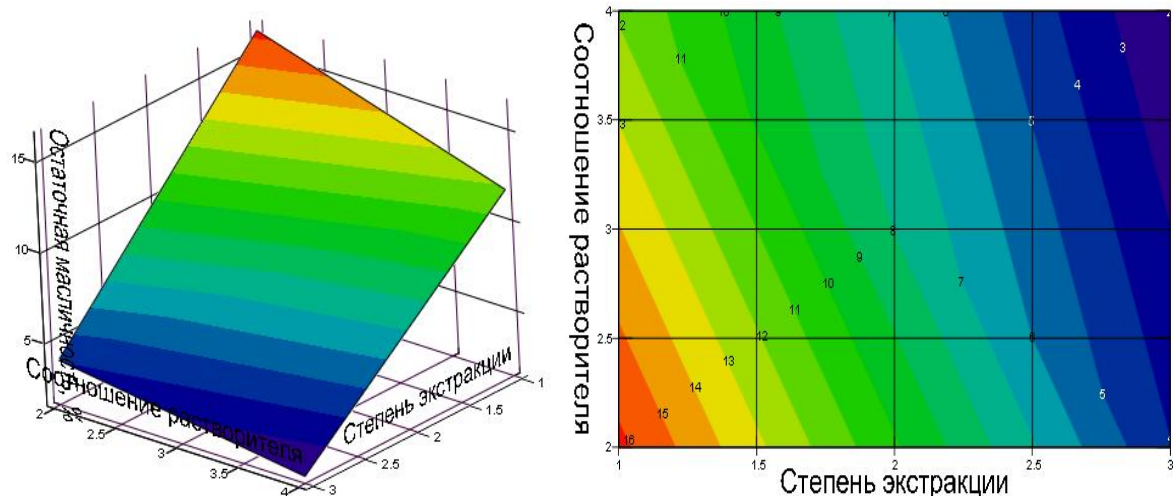
В результате эксперимента получено адекватное уравнение регрессии, проверка которого анализировалась с применением критерия Фишера. Проверка значимости полученных коэффициентов уравнения регрессии проводилась с использованием критерия Стьюдента.

Зависимость остаточной масличности фильтрующего порошка от количества ступеней экстракции, гидромодуля, продолжительности процесса и вида растворителя (гексан или сивушное масло) описывается следующими уравнениями регрессии:

$$y_2 = 28 - 7,3x_1 - 2,8x_2 + 0,11x_3 + 0,59x_1x_2 - 0,038x_1x_3$$

$$y_c = 29 - 8,3x_1 - 0,82x_2 - 0,11x_3 + 0,031x_1x_3$$

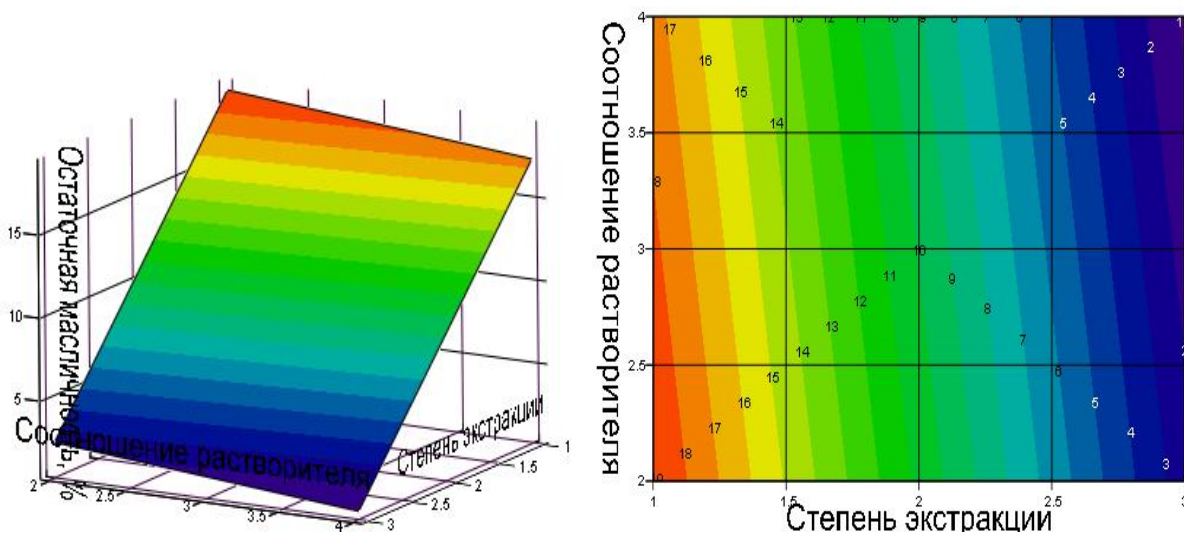
Обработка данных исследования и планирование эксперимента в математическом и графическом виде проводилось с применением программных пакетов Microsoft Excel и Mathcad. Для нахождения рациональных параметров, используя полученные уравнения регрессии, были построены поверхности отклика, которые отображают зависимость остаточной масличности фильтрующего порошка от количества ступеней экстракции и соотношения растворителя. Поверхности отклика и их проекции представлены на рис. 1 и рис. 2.



а – поверхность отклика

б – проекция поверхности отклика

Рис. 1. Зависимость остаточной масляности фильтрующего порошка от степени экстракции и соотношения фильтр–порошок : гексан: а – поверхность отклика, б – проекция поверхности отклика



а – поверхность отклика

б – проекция поверхности отклика

Рис. 2. Зависимость остаточной масляности фильтрующего порошка от степени экстракции и соотношения фильтр–порошок : сивушное масло: а – поверхность отклика, б – проекция поверхности отклика

На основе полученных экспериментальных данных установили рациональные параметры процесса экстракции, которые дают возможность прогнозировать эффективность извлечения липидов из отработанного фильтрующего порошка с использованием в качестве растворителей гексана и сивушного масла, а именно:

- три ступени экстракции;
- соотношение отработанный фильтрующий порошок – растворитель 1:3;
- длительность процесса экстракции 30 мин.

Для проверки адекватности полученных уравнений при найденных рациональных параметрах

был проведен контрольный. По результатам эксперимента получили данные остаточной масляности фильтрующего порошка 1,41 % и 1,23 % для гексана и сивушного масла соответственно, при расчете по уравнению регрессии – 1,39 % и 1,13 %, что говорит о хорошей сходимости результатов расчета и эксперимента.

Для оценки степени извлечения общего количества липидов растворителями (гексан и сивушное масло) проведена серия экспериментов при установленных рациональных условиях. Данные эксперимента представлены на рис. 3.

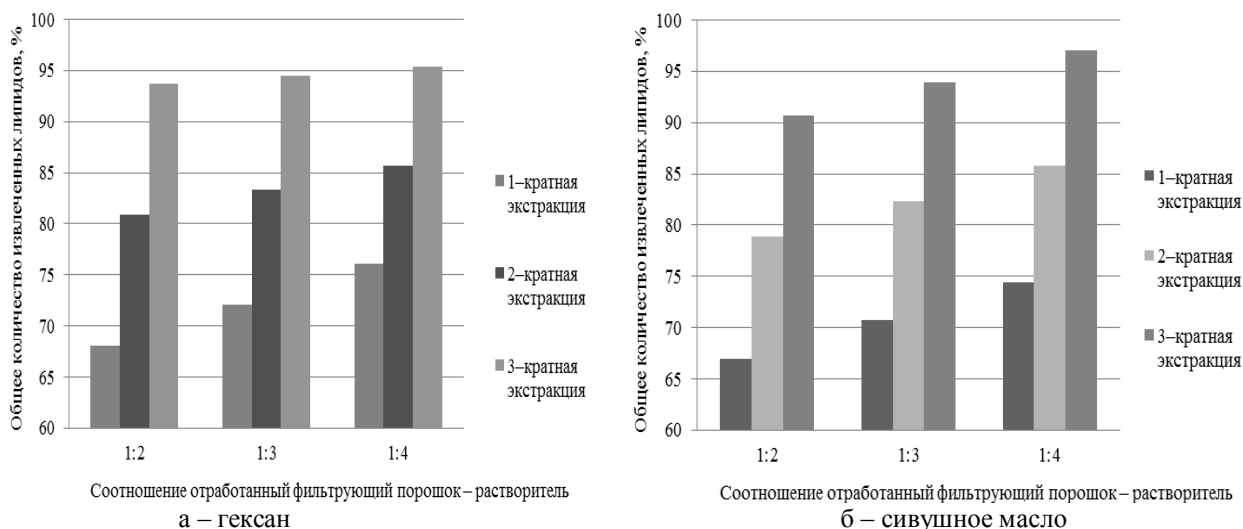


Рис. 3. Степень извлечения липидов из отработанного фильтрующего порошка от соотношения растворителя и степени экстракции: а – гексан, б – сивушное масло

По результатам эксперимента (рис. 3) можно сделать вывод, что извлечение липидов около 94 % от общего количества липидов достигается при следующих условиях:

- соотношение отработанный фильтрующий порошок : растворитель – 1:3;
- три ступени экстракции;
- продолжительность процесса 30 мин.

В липидах, полученных трехкратной экстракцией, проанализировано количественное

содержание воскоподобных веществ методом кристаллизации из растворителей (гексан и сивушное масло). Кристаллизация проведена при следующих условиях:

- соотношение смеси масло–воск : растворитель – 1:3;
- температура кристаллизации от 15 °С до 25 °С;
- время кристаллизации 24 ч.

Результаты проведенных экспериментов представлены на рис. 4.

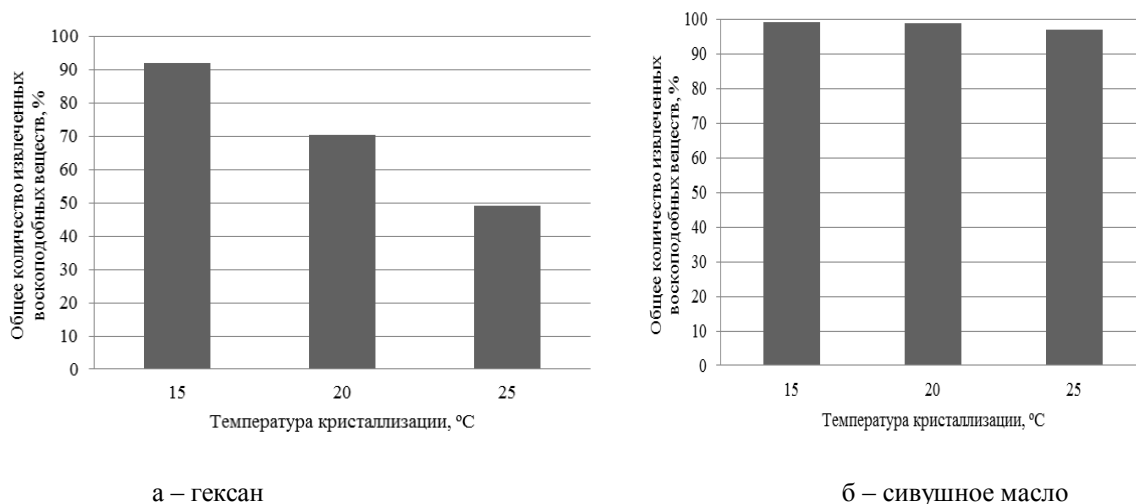


Рис. 4. Количество извлеченных воскоподобных веществ в зависимости от температуры кристаллизации: а – гексан, б – сивушное масло

Как видно из рис. 4 при повышении температуры кристаллизации уменьшается выход воскоподобных веществ. Это связано с наличием низкоплавких фракций воскоподобных веществ в полученных образцах. Наибольшее количество воскоподобных веществ извлечено из образца, полученного при соотношении отработанный фильтровальный порошок : растворитель – 1:3, в качестве растворителя использовалось сивушное

масло, при температуре кристаллизации 20 °С. Выход воскоподобных веществ составил около 98 %.

В дальнейших исследованиях планируется проведение анализа показателей качества воскоподобных веществ, масла и фильтрующего порошка, полученных описанным выше методом.

**Выводы.**

В ходе проведенного эксперимента установлены рациональные параметры процесса

контактной экстракции, которые дают возможность прогнозировать эффективность извлечения липидов из отработанного фильтрующего порошка (зажиренный перлит), а именно:

- соотношение отработанный фильтрующий порошок : растворитель – 1:3;
- три ступени экстракции;
- длительность процесса – 30 мин.

Использование гексана и сивушного масла в качестве растворителя позволяет извлечь около 94 % липидов от общего количества липидов. Остаточная маслянистость фильтрующего порошка составила менее 2 %, что дает возможность возврата фильтр-порошка на стадию фильтрации воскоподобных веществ.

Определены рациональные условия процесса кристаллизации, которые позволяют извлечь около 98 % воскоподобных веществ, используя в качестве растворителя сивушное масло, а именно:

- соотношение смеси масло-воск : сивушное масло – 1:3;
- температура кристаллизации 20 °С.

Использование сивушного масла, как более дешевого и эффективного растворителя по сравнению с нефтяными, дает возможность разделения отработанного фильтрующего порошка на:

- растительное масло, которое в зависимости от степени окисленности может быть возвращено в производство для переработки, либо использовано в технических целях;
- воскоподобные вещества, как ценный продукт, которые могут быть использованы во многих отраслях промышленности;
- фильтрующий порошок, который может быть рекомендован для повторного использования на стадии винтаризации.

**Список литературы:** 1. Паронян В.Х. Технология жиров и жирозаменителей [Текст] / В.Х. Паронян – М.: ДеЛи принт, 2006. – С 663. 2. Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Капустенко П.О. та ін., Загальна технологія харчових підприємств у прикладах і задачах. Підручник. – К.: Центр учбової літератури. 2011. – 832 с. 3. Kovari K. Seed crushing, oil refining and environmental problem [Text] / K. Kovari, J. Denise, J. Hollo // Olaj. Szap. – Kozmet. – 2006. – Vol. 45, Issue 2. – P. 45–52. 4. Weber K. New concepts of environmental, protection in the production of fat [Text] / K. Weber // Inform. Int. News Fats, Oils and Relat. Mater. – 2004. – Vol. 4. – P. 512–515. 5. О'Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение [Текст] / Р. О'Брайен: пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабейкиной, Н. С. Селивановой, Н. В. Магды – СПб.: Профессия, 2007. – С. 166–168. 6. Григорьева В. Использование жировых отходов масложировой промышленности в кормовых целях / В. Григорьева, В. Мачигин // Оліїно-жировий комплекс. – 2005. – № 4 (11) – С. 40–42. 7. Герасименко Е. О. Применение отходов рафинационного производства для мыловарения / Е. О. Герасименко, Н. Н. Колосовская // Труды КубГТУ. – 2001. – вып. 1. – С. 260–263. 8. Камышан Е. М. Утилизация отработанной отбелочной глины и кизельгура / Е. М. Камышан // Масложировая промышленность – 2006. – № 3 – С. 56–57. 9. Пат. RU 2215025 Российская Федерация, МПК C11B3/00. Способ разделения фильтрационного осадка от производства «вымороженного» подсолнечного масла на масло, восковой концентрат и фильтр-порошок [Текст] / Бавика В.И., Беденко В. Г., Чистяков Б. Е., Рцманов И. О. – заявитель и

патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Экохим». – № 99115983/13, заявл. 15.10.1998, опубл. 24.05.2001. 10. Пат. RU 2385899 Российская Федерация, МПК C11B3/00. Способ выделения воска [Текст] / Кислов С. В. – заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Маслоэкстракционный завод Юг Руси». – № 2008152688/13, заявл. 29.12.2008, опубл. 10.04.2010. 11. Пат. RU 2347805 Российская Федерация, МПК C11B3/00. Способ безотходной утилизации отработанных диатомитовых и перлитовых фильтровальных порошков, используемых при производстве рафинированных растительных масел [Текст] / Цатурян А. С., Симкин В. Б., Авдеев А. А., Масликов В. А., Красавцев Б. Е. – заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Южный полюс». – заявл. 05.09.2006, опубл. 27.02.2009. 12. Савус А. А. Извлечение жиров из отработанного адсорбента производства пищевых растительных масел перколяционным методом / А. А. Савус, С. Н. Мольченко, И. Н. Демидов // Вестник НТУ «ХПИ» – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2011. – С 48. 13. Пат. RU 2581526 Российская Федерация, МПК C11B3/04. Способ обезжиривания отработанных фильтровальных порошков, полученных при рафинации растительных масел [Текст] / Ильин П. П., Шведов И. В., Доценко С. П., Ивко М. В. – заявитель и патентообладатель Доценко С. П., Ильин П. П., Шведов И. В. – № 2008152688/13, заявл. 20.11.2012, опубл. 12.03.2016. 14. Пат. RU 2488425 Российская Федерация, МПК C11B3/00. Способ регенерации отработанного фильтрующего материала [Текст] / Яруллин Р. Н., Яруллин Р. Р., Супырев А. В., Мустафин М. Т., Султанов И. Ю. – заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Альцел». – № 2011100770/05, заявл. 12.01.2011, опубл. 27.07.2013.

**Bibliography (transliterated):** 1. Paronyan W. H. *Technology of fats and fat substitutes* [Text] / W. H. Paronyan – M.: DeLi print, 2006. – 663 Print. 2. Tovazhnjans'kij L.L., Buhkalo S.I., Kapustenko P.O. та ін., *Zagal'na tehnologija harchovih pidpriemstv u prikkladah i zadachah. Pidruchnik.* – K.: Centr uchbovoi literaturi. 2011. – 832 Print. 3. Kovari K. Seed crushing, oil refining and environmental problem [Text] / K. Kovari, J. Denise, J. Hollo // *Olaj. Szap. – Kozmet.* – 2006. - Vol. 45, Issue 2. – 45-52 Print. 4. Weber K. New concepts of environmental, protection in the production of fat [Text] / K. Weber // *Inform. Int. News Fats, Oils and Relat. Mater.* – 2004. – Vol. 4. – 512–515 Print. 5. O'Brien R. *Fats and oils. Production, composition and properties, use* [Text] / R. O'Brien: Per. from English. 2nd ed. V. D. Shirokov, D. A. Babeykinoy, N. S. Selivanova, N. V. Magda – St. Petersburg : Professiya, 2007. – 166-168 Print. 6. V. Grigoriev Use fatty waste oil industry in order to feed / V. Grigoriev, V. Machigin // *Oliyno fat complex.* – 2005. – Vol. 4 (11) – 40-42 Print. 7. Gerasimenko E. O. Use of waste for the production of soap making rafinatsionnogo / E. O. Gerasimenko, H. H. Kolosovskaya // *Proceedings KubGTU.* – 2001. – Vol. 1. – 260-263 Print. 8. Kamyshan E. M. Recycling the spent bleaching clay and diatomaceous earth / E. M. Kamyshan // *Fat industry* – 2006. – № 3 – 56–57 Print. 9. Bavika, V. I., Bedenko V. G., E. B. Chistyakov, Rschmanov I. O. Pat. RU 2215025 *Russian Federation* MPK C11B3/00. A method of separation of the filter cake from the production of "frozen" of sunflower oil in the oil, wax concentrate and filter powder. 99115983/13, 2001. 10. Kislov S. V. Pat. RU 2385899 *Russian Federation* MPK C11B3/00. A method for isolating the wax. 2008152688/13, 2010. 11. Tsaturyan A. S., Simkin V. B., Avdeev A. A., Maslikov V. A., Krasavtsev B. E. Pat. RU 2347805 *Russian Federation* MPK C11B3/00. A method of disposing of waste without waste diatomite and perlite filter powders used in the production of refined vegetable oils, 2009. 12. Savus A. A. Removing fats from spent adsorbent production of edible oil by percolation / A. A. Savus, S. N. Molchenko, I. N. Demidov // *Vestnik NTU "KPI"* – Kharkiv: NTU "KPI". – 2011. – 48 Print. 13. Ilyin P., Shvedov I. V., Dotsenko S. P., Ivko M. V. Pat. RU 2581526 *Russian Federation*, MPK C11B3/04. The process of filtering waste degreasing powder obtained by refining of vegetable oils – № 2008152688/13, 2016. 14. Yarullin R. N., Yarullin R. R., Supyrev A. V., Mustafin M. T., Sultanov I. Y. Pat. RU 2488425 *Russian Federation* MPK C11B3/00. The method of regeneration of spent filter. 2011100770/05, 2013.

Надійшла (received) 19.07.2016

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Витяг ліпідів з відпрацьованого фільтруючого порошку методом контактної екстракції / Ю. Е. Омельченко, І. М. Демидов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 57–62. Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2220-4784.

**Извлечение липидов из отработанного фильтрующего порошка методом контактной экстракции / Ю. Е. Омельченко, И. Н. Демидов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 57–62. Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2220-4784.

**The using percolation extraction for recovery of lipids from the secondary products of oil industry / J. E. Omelchenko, I. N. Demidov** // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkov: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – pp. 57–62. Bibliog.: 14 titles. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Демидов Ігор Миколаєвич** – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри «Технології жирів и продуктів бродіння»; тел.: (095) 185-32-67; e-mail: [demigon@rambler.ru](mailto:demigon@rambler.ru).

**Демидов Игорь Николаевич** – доктор технических наук, профессор, Национальный технический университет «Харковский политехнический институт», профессор кафедры «Технология жиров и продуктов брожения»; тел.: (095) 185-32-67; e-mail: [demigon@rambler.ru](mailto:demigon@rambler.ru).

**Demidov Igor Nikolaevich** – doctor of technical sciences, professor, National Technical University «Kharkovsky Polytechnic Institute», Professor of the Department «Technology of fats and fermentation products»; tel.: (095) 185-32-67.

**Омельченко Юлія Євгенівна** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», аспірант кафедри «Технології жирів и продуктів бродіння»; тел.: (063) 880-88-90; e-mail: [punterra@yandex.ru](mailto:punterra@yandex.ru).

**Омельченко Юлия Евгеньевна** – Национальный технический университет «Харковский политехнический институт», аспирант кафедры «Технології жирів и продуктів бродіння»; тел.: (063) 880-88-90; e-mail: [punterra@yandex.ru](mailto:punterra@yandex.ru).

**Omelchenko Julia Evgenевна** – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Postgraduate student of the Department «Technology of fats and fermentation products»; tel.: (063) 880-88-90; e-mail: [punterra@yandex.ru](mailto:punterra@yandex.ru).

УДК 378.65.011.56

**З. М. РОМАНОВА, Т. О. БЕРЕЗКА, О. В. НЕГРЕЙ, А. А. КОРОТКИЙ,  
Ю. М. ПЛАХОТНА, І. М. ЛІТУШКО**

### ПРЕПАРАТИ ТАНИНІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПИВА

Проведено дослідження впливу галотанинів *Brewtan B, C і F* на перебіг технологічного процесу приготування пива та визначено оптимальну кількість внесення танинів на стадії фільтрування готового пива. Показано, що застосування *Brewtan B, C і F* позитивно впливає на органолептичні і фізико-хімічні показники готового пива. Встановлено, що *Brewtan B*, доданий на стадії затирання, гальмує процес оцукрення затору порівняно з *Brewtan C* та з контролем. Показано, що процес бродіння у зразках з додаванням *Brewtan B* на стадії затирання і *Brewtan C* на стадіях затирання, кип'ятіння і бродіння відбувається швидше ніж у контрольному зразку. Встановлено, що найкращі показники за органолептичною оцінкою виявились у зразка пива з додаванням *Brewtan B* ( $c = 2$  г/гл) на стадії кип'ятіння суслу з хмелем. У цих зразках було відмічено приємний м'який смак в порівнянні з іншими зразками.

**Ключові слова:** стійкість пива, стабільність пива, *Brewtan B, C, F*, технологічний процес, органолептична оцінка, фізико-хімічні показники, мутність пива.

Проведены исследования влияния галотанинов *Brewtan B, C и F* на ход технологического процесса приготовления пива и определено оптимальное количество внесения танинов на стадии фильтрования готового пива. Показано, что применение *Brewtan B, C и F* положительно влияет на органолептические и физико-химические показатели готового пива. Установлено, что *Brewtan B*, добавленный на стадии затирания, тормозит процесс осахаривания затора по сравнению с *Brewtan C* и с контролем. Показано, что процесс брожения в образцах с добавлением *Brewtan B* на стадии затирания и *Brewtan C* на стадиях затирания, кипячение и брожения происходит быстрее чем в контрольном образце. Установлено, что наилучшие показатели по органолептической оценкой оказались у образца пива с добавлением *Brewtan B* ( $c = 2$  г/гл) на стадии кипячения суслу с хмелем. В этих образцах было отмечено приятный мягкий вкус в сравнении с другими образцами.

**Ключові слова:** стойкость пива, стабильность пива, *Brewtan B, C, F*, технологический процесс, органолептическая оценка, физико-химические показатели, мутность пива

Researches of galotanins *Brewtan B, C and F* influence on the brewing technological process were carried out and the optimum amount of tannin for the finished beer filtration stage was determined. It is shown that the use of *Brewtan B, C and F* has a positive effect on the organoleptic and physico-chemical indicators of the finished beer. It was determined that *Brewtan B*, added to the mashing stage, inhibits mash saccharification process compared to *Brewtan C* and the control. It is shown that in the process of fermentation goes faster than in the control sample with the addition of *Brewtan B* to the samples at the mashing stage and addition of *Brewtan C* at mashing, boiling, and fermentation stages. It is found that the beer samples with *Brewtan B* ( $c = 2$  g / hl) added at the boiling wort with hops stage showed the best sensory evaluation results. These samples had a pleasant mild flavor compared with other samples.

**Keywords:** stability of beer, beer stability, *Brewtan B, C, F*, technological process, evaluation of the organoleptic, physical and chemical indicators, beer haze

**Вступ.** Найважливішими споживчими властивостями пива є його прозорість, піностійкість та стійкість. Про якість пива судять за його прозорістю та блиском. При тривалому зберіганні пива спостерігається його помутніння, що зумовлено як фізико-хімічними перетвореннями, так і розвитком екзогенних мікроорганізмів. Біологічні помутніння можуть утворитися від розвитку в пиві бактерій, дріжджів і цвілевих грибів. Небіологічні помутніння у пиві обумовлені хімічними реакціями між його окремими складовими та їх взаємодією з поверхнею обладнання, а також порушенням рівноваги колоїдної системи напою.

Стійкість пива – це здатність його протистояти помутнінню. Розрізняють колоїдну (фізико-хімічну) і біологічну стійкість пива. Проте, стійкість пива залежить від багатьох факторів і вивчення цих факторів є пріоритетним напрямом досліджень.

Дослідження в технології пивоваріння підтверджують – стійкість пива можна подовжити завдяки підвищенню його колоїдної стабільності.

Помірне зниження прозорості і смаку

відноситься до недоліків пива. Якщо пиво внаслідок сильного помутніння стає непридатним до вживання, то такий стан зараховують до категорії хвороб пива. Помутніння пива супроводжується погіршенням його смаку і пінистих властивостей [1, 2, 3, 4].

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими і практичними завданнями.** Хімічний склад колоїдної каламуті вивчали багато дослідників. Незважаючи на те, що дані окремих авторів значно відрізняються, було доведено, що основними компонентами каламуті є білки (40–76%), поліфеноли (7–55%), вуглеводи (3–13%) і мінеральні речовини (1–8%) [4, 5, 6].

За сучасними уявленнями, осад у пиві утворюється шляхом взаємодії полімеризованих поліфенолів з білками. Колоїдна нестабільність пива, під час зберігання, залежить від взаємодії поверхнево-активних речовин (ПАР), або швидких протеїнів і ПАР, або чутливих поліфенолів, що утворюють видимі помутніння, які зменшують термін зберігання продукту за фізичними

показниками. Протеїни ПАР (амінокислоти – поліпептиди – протеїни) походять здебільшого з ячменю; основними протеїнами поверхнево активних речовин є: пролін, глобулін, альбумін; поліфеноли ПАР виділяються з ячменю і хмелю [5, 6, 7, 8].

Спостерігаються два основних типи помутнінь (охолоджене фільтроване пиво спочатку вільне від помутніння):

- холодне помутніння (спостерігається при 0 °С, утворення комплексних сполук між протеїнами і поліфенолами і завершення повторного роз'єднання при збільшенні температури;

- необоротне помутніння - циклове нагрівання та охолодження, при якому утворюються нерозчинні сполуки навіть при підвищенні температури до 20 °С.

Управління колоїдною стабільністю може здійснюватися в основному за допомогою: зменшення поліфенолів ПАР, зменшення протеїнів ПАР, одночасного зменшення протеїнів і поліфенолів [1, 2, 9,10, 17, 18]. Для зменшення вмісту протеїнів використовуються такі технологічні добавки:

- силікагель (неселекційне поглинання протеїнів), гідроген і ксерогель;
- галотаніни (селективне виведення протеїнів);
- ерменти (зниження активності протеїнів);
- желатин, карагінан (згущувачі, оклеюючі речовини).

Для зниження вмісту поліфенолів поглинанням використовують:

- ПВПП (полівінілполіпіролідон);
- використання ПВПП із стабілізатором протеїну, інші комбінації [2,11,12].

Під час застосування методів осадження, адсорбції і ферментативного розщеплення білків потрібно вибрати дозу відповідного засобу з урахуванням загального об'єму і складу азотистих речовин у суслі, у молодому чи готовому пиві залежно від того, на якій стадії ведеться обробка. Оптимальну дозу найчастіше визначають експериментально [2,18,19].

Для вирішення проблем стійкості пива використовують хімічні, фізико-хімічні, ферментативні і неферментативні способи. Вибір того чи іншого напрямку визначається конкретними завданнями, що стоять перед пивоваром. Найефективнішим способом уникнення помутнінь є комбінування кількох методів стабілізації, на різних стадіях пивоваріння [2,19,21]. Проте найменш дослідженим є спосіб з використанням природніх компонентів стабілізуючої дії – галотанінів.

Структурні елементи галотанінів зображено на рис 1.

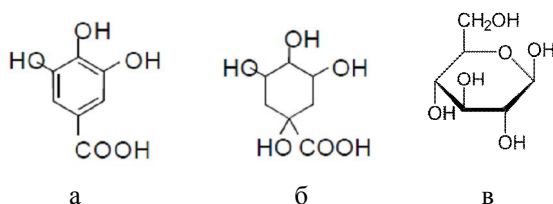


Рис.1. Структурні елементи галотанінів, відповідно: а) галова кислота, б) хінна кислота, в) глюкоза.

Галотаніни, в основному, являють собою ефіри галової кислоти і цукрів. Схему зображено на рис. 2.

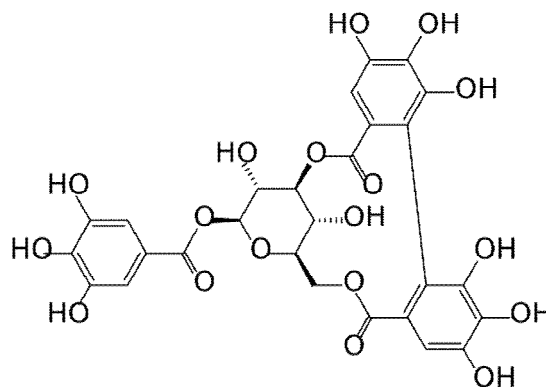


Рис. 2. Ефір галової кислоти і цукрів (галотанін).

Загальні властивості галотанінів можемо подати у вигляді впливу на стабільність пива:

- зв'язують білки з наступним утворенням комплексів: денатурація ферментів, видалення небажаних протеїнів (колоїдне помутніння);
- металеве комплексоутворення: зв'язування вільних іонів металу (наприклад заліза Fe);
- інгібуюча окислювальна реакція Фентона;
- акцептор антиоксидантів: консервант, стабілізація кольору, стабілізація смаку [13,14,15].

Для виробництва пива технічно підходять тільки галотаніни зі структурою полігалоліглюкози з великою молекулярною масою.

*Brewtan B, C, F* є 100%-ми природними галотанінами. Це галотаніни з великою молекулярною масою, їх одержують з деревини Галового дерева (*Rhus semialata*) екстракцією і наступним очищенням та висушуванням. Вони являють собою розчинний у воді світло-жовтий порошок, який практично не має запаху. Сучасні високочисті галотаніни *Brewtan* характеризуються високою молекулярною масою і малим вмістом домішок [15,16,17].

**Мета роботи** – встановлення впливу *Brewtan* (Br B, Br C, Br F) на перебіг технологічного процесу приготування пива, його колоїдну стійкість та підбір оптимальної кількості галотанінів під час внесення на різних стадіях пивоваріння.

#### Викладення основного матеріалу досліджень.

Було використано продукти компанії Ajinomoto Natural Specialities, такі, як *Brewtan B*, *Brewtan C* і *Brewtan F*, досить чисті, щоб гарантувати необхідне для пивоварної промисловості низький вміст домішок галової та дигалової кислот [13,14,15]. *Brewtan* це – технологічна «зелена» добавка тривалої дії: повністю натуральний продукт, повністю виводиться після фільтрації.

Внесення Br B і Br C здійснювали на таких технологічних стадіях: затирання, кип'ятіння суслу з хмелем, головне бродіння.



Найдешевшим стабілізатором з групи Brewtan є Brewtan В.

Всі дослідження проводились в лабораторних умовах. Під час внесення Brewtan на різних стадіях приготування пива, аналізували динаміку зміни сухих речовин, значення кислотності і рН.

Затори готували таким чином: на 5л води задавали 1,2 кг світлого солоду. Затирання проводили з витримкою усіх пауз, які передбачено наявною технологією. Кінець затирання визначали йодною пробою [1].

При внесенні Br В на стадії затирання, затор за час проведення цієї стадії не оцукрився і як висновок, задавання Br В на стадії затирання було виключено з експерименту.

Br В вносили на стадіях кип'ятіння сусла з хмелем, і головного бродіння. На стадії фільтрування затору в лабораторних умовах додавали Br F, Br B.

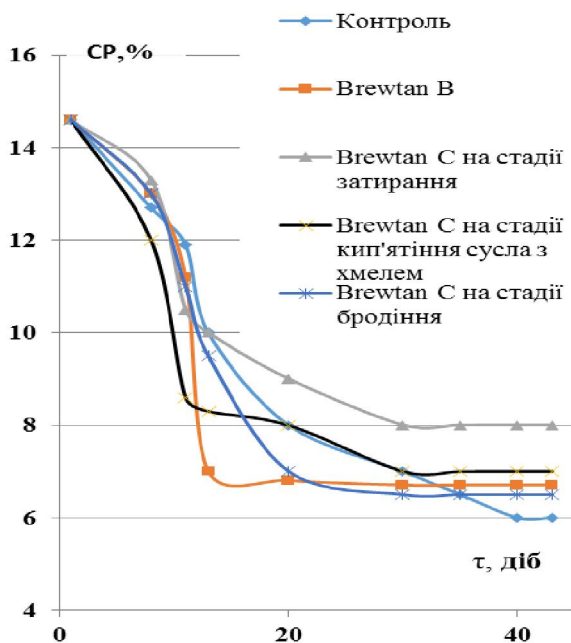


Рис. 3. Динаміка зміни вмісту сухих речовин в процесі приготування пива

Внесення Br С здійснювали, як і Br В, на таких технологічних стадіях: затирання, кип'ятіння сусла з хмелем і на стадії головного бродіння. Задавали Br С та Br В у кількості 0,5–2,0 г/гл.

Через 2 тижні бродіння у пиві, де Br С було задано на стадії затирання, було 10,5 % сухих речовин, при кип'ятінні сусла з хмелем – 8,6 % CP, на стадії головного бродіння – 9 % CP.

З вище сказаного можна зробити висновок, що Brewtan С доцільніше використовувати на стадіях кип'ятіння сусла з хмелем і головного бродіння.

На рис.3 представлено динаміку зміни сухих речовин зразків пива впродовж всього циклу приготування пива з додаванням Brewtan В, С на різних стадіях.

З рис. 3 можна зробити висновок, що у зразках з додаванням Brewtan В (на стадії затирання) і Br С (на стадіях затирання, кип'ятіння і бродіння), процес бродіння відбувся швидше ніж у контрольному зразку. Задавання Br В на стадії головного бродіння не показало позитивних результатів.

Отже, найдоцільніше задавати Brewtan В на стадії кип'ятіння сусла з хмелем.

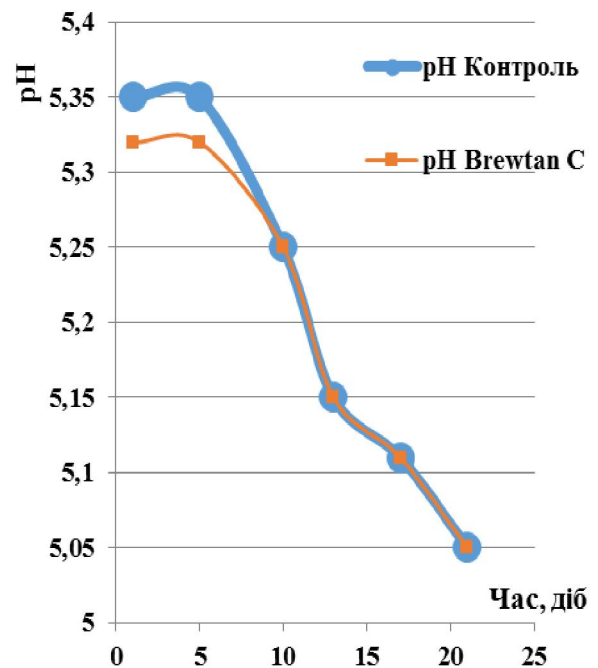


Рис. 4. Динаміка зміни рН у зразку, де Brewtan С, вносений на стадії затирання

На рис.4 наведено динаміку зміни рН у зразку, де Brewtan С додавали на стадії затирання у порівнянні з контрольним зразком, а на рис.5 динаміку зміни рН у зразках де Brewtan С і Brewtan В додавали на стадії головного бродіння у порівнянні з контрольним зразком.

З рис. 4 та рис. 5 можна зробити висновок, що внесення Brewtan С і Brewtan В не впливає на показники рН.

На рис. 6 показано зміну титрованої кислотності при додаванні Brewtan F на стадії фільтрування при температурі  $t = 20^{\circ}\text{C}$ , протягом 21 доби витримки.

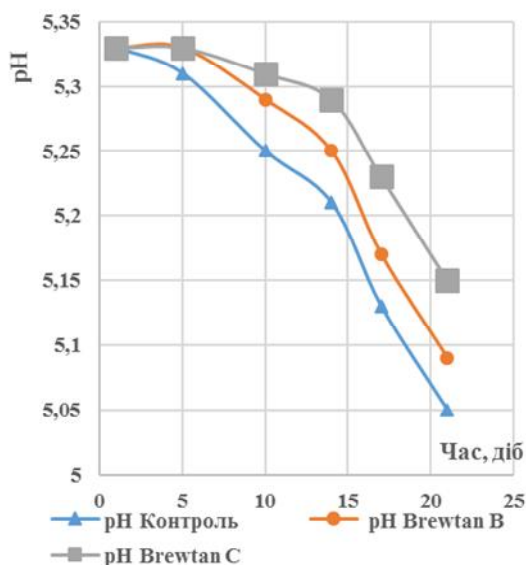


Рис. 5. Динаміка зміни pH у зразках, де *Brewtan C* і *Brewtan B* додавали на стадії головного бродіння

З рис. 6 видно, що зразки з додаванням *Brewtan F* більш стійкі в порівнянні з контролем та додавання галотаніну ( $c=0,5$  г/гл) дає більш ефективний результат, ніж з концентрацією (1 г/гл).

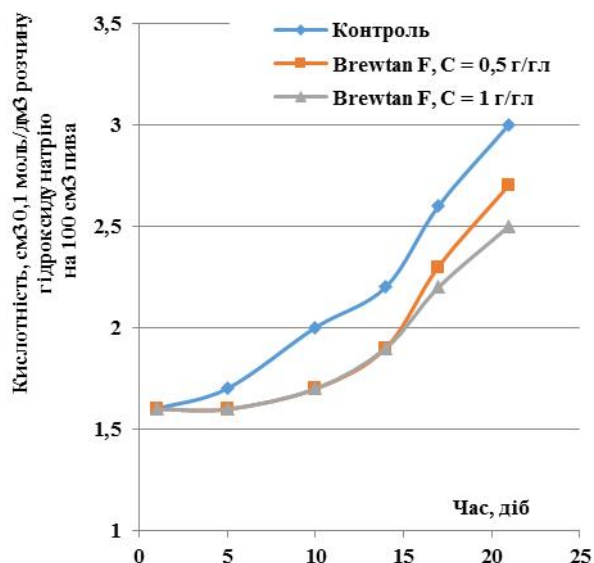


Рис. 6. Зміна титрованої кислотності при додаванні *Brewtan F* на стадії фільтрування

У табл. 1 наведено органолептичну оцінку (в балах) пива після фільтрування готового пива, у зразках з додаванням галотанінів *Brewtan C* і *Brewtan B*

Таблиця 1. Органолептична оцінка пива

Зразок	Прозорість 0-3	Колір 0-3	Піноутворення 2-5	Аромат 1-4	Смак 2-5	Хмелева гіркота 2-5	Загальна бальна оцінка:
Контроль	2	3	5	3	4	4	21
Brewtan B 1 г/гл	2	3	5	3	4	4	21
Brewtan B 2 г/гл	2	3	5	4	5	5	24
Brewtan B 1 г/гл	2	3	5	3	4	4	21
Brewtan B 2 г/гл	2	3	5	4	5	5	24
Brewtan C 1 г/гл	2	2	5	3	3	5	20
Brewtan C 2 г/гл	3	2	5	3	3	5	21
Brewtan B 0,5 г/гл	3	3	5	3	3	4	21
Brewtan B 1 г/гл	3	3	5	3	3	4	21

Усі зразки пива з додаванням *Brewtan C* і *Brewtan B* були прозорі з блиском, без домішок; колір відповідав типу пива; піна дрібнодисперсна, компактна, висотою не менше 40 мм, стійкістю не менше 4 хв; відмінний аромат, що відповідає даному сорту пива; смак відмінний, без сторонніх присмаків, гармонійний, відповідає даному сорту пива; хмелева гіркота не дуже злагоджена, злегка залишкова, грубувата.

Найкращі показники за органолептичною оцінкою виявились у зразка з *Brewtan B* ( $c=2$  г/гл), які задавали на стадіях затирання та кип'ятіння суслу з хмелем. У цих зразках було відмічено приємний м'який смак в порівнянні з іншими зразками. У зразку з *Brewtan C* ( $c=2$  г/гл) колір світліший в порівнянні з іншими зразками.

Органолептичну оцінку продуктів проводили протягом 21 доби. Було відмічено, що через 7 діб

зразки з *Brewtan B* і контроль почали скисати (нотки квашених яблук). Зразки з *Brewtan B* скисали поступово, так само і контрольний зразок.

Через 14 діб у зразку з *Brewtan C* ( $c=1$  г/гл) було відмічено кислий аромат але при цьому у зразку *C* ( $c=2$  г/гл) був приємний запах, висока дрібнодисперсна піна та прозорий колір.

Через 21 добу було відмічено початок скисання зразків з *Brewtan C* ( $c=2$  г/гл), *Brewtan F* ( $c=0,5$  г/гл), *Brewtan F* ( $c=1$  г/гл).

У табл. 2 наведено органолептичну оцінку зразків *Brewtan C* ( $c=2$  г/гл), *Brewtan F* ( $c=1$  г/гл), *Brewtan F* ( $c=0,5$  г/гл) на 21 добу витримки при  $t=20$  °С.

В табл. 3 наведені показники, що впливають на фактор стійкості за різної концентрації *Br C* і *Br F*.

Таблиця 2. Органолептична оцінка пива на 21 добу витримки при  $t=20^{\circ}\text{C}$ 

Зразок	Прозорість 0-3	Колір 0-3	Піноутворення 2-5	Аромат 1-4	Смак 2-5	Хмелева гіркота 2-5	Загальна бальна оцінка:
Контроль	1	1	2	1	2	4	10
Brewtan C 2 г/гл	2	1	3	1	2	4	13
Brewtan F 0,5 г/гл	2	2	2	3	3	3	15
Brewtan F 1 г/гл	2	3	4	3	4	3	19

Таблиця 3. Визначення показників, що впливають на фактор стійкості за різної концентрації Brewtan

Показники	Контроль	Концентрація Brewtan							
		2 г/гл			1 г/гл				0,5 г/гл
		B	B	C	B	B	C	F	F
Поліфенольні речовини, г/дм <sup>3</sup>	235	236	232	210	235	230	221	194	190
Межа осадження сульфатом амонію, м <sup>3</sup> /100см <sup>3</sup>	11	10	12	15	10	12	13	15	17
Мутність, ЕВС	0,4	0,39	0,38	0,32	0,39	0,38	0,34	0,32	0,3

Як видно з табл. 3, найбільш стійкими зразками є *Brewtan C* 2 г/гл, *Brewtan F* 1 г/гл та *Brewtan F* 0,5 г/гл. За показником осадження сульфатом амонію, зразки з відміткою нижче 15 см<sup>3</sup>/100 см<sup>3</sup> є недостатньо стійкими. На вміст фенольних речовин, так само, найбільше вплинули зразки з *Brewtan F*. Зменшення кількості поліфенолів, таких як флавоноїди, катехіни та антоціаногени, позитивно впливає на органолептичні властивості та зменшує ризик помутніть. На рис. 7 показано графічно органолептичну оцінку пива, станом на 21 добу витримки.

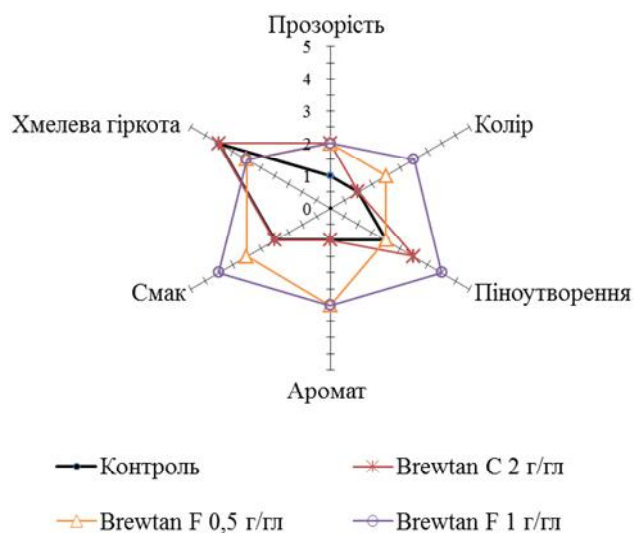


Рис. 7. Органолептична оцінка пива станом на 21 добу витримки

#### Висновки і перспективи подальшого розвитку даного напрямку.

Встановлено, що при внесенні *Br B* на стадії затирання гальмується процес оцукрення затору (відбувається довше, ніж при внесенні *Br C* та порівняно з контролем);

Показано, що у зразках з додаванням *Brewtan B* (на стадії затирання) і *Br C* (на стадіях затирання,

кип'ятіння і бродіння), процес бродіння відбувається швидше ніж у контрольному зразку.

Через 2 тижні бродіння у пиві, де *Br C* було задано на стадії затирання, було 10,5 % сухих речовин, при кип'ятінні суслу з хмелем - 8,6 % СР, на стадії головного бродіння - 9 % СР. Задавання *Br B* на стадії головного бродіння не показало позитивних результатів. Отже, найдоцільніше задавати *Brewtan B* на стадії кип'ятіння суслу з хмелем.

Показано, що процес бродіння пива з додаванням *Brewtan C* на стадії затирання був триваліший ніж у контрольного зразка.

Встановлено, що найкращі показники за органолептичною оцінкою виявились у зразка з *Brewtan B* ( $c = 2$  г/гл), які задавали на стадіях затирання та кип'ятіння суслу з хмелем. У цих зразках було відмічено приємний м'який смак в порівнянні з іншими зразками.

Використання *Brewtan B, C, F* завдяки низькому рівню дозування (від 30 до 40 разів менше у порівнянні з іншими технологічними стабілізуючими добавками), забезпечує беззаперечне, тривале зберігання, прозорого, свіжого і повного смаку пива.

**Список літератури:** 1. Данилова Л.А., Березка Т.О., Домарецький В.А. Вплив добавок антиоксидантів з рослинної сировини на стійкість пастеризованого пива. // Харчова та переробна промисловість. 2009. – № 9–10. – С. 32–35. 2. Кунце В., Мит Г. Технологія солода і пива: пер. с нем. – Спб.: Профессия. 2001. – С.37–40, 94–98. 3. Меледина Т.В., Дедегкаев А.Т. Коллойдная стойкость пива, учебн. пособие / – Спб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. – 90 с. 4. Меледина, Т.В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении. – Спб.: Профессия 2003. – 304 с. 5. Андреева О.В., Шувалова Е.Г. Осадки в пиве – М.: ООО МИЦ «Пиво и напитки XXI век», 2004. – 173 с. 6. Ермолаева Г.А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия. – Спб.: Профессия, 2004. – 356 с. 7. Мельник И.В., Солощук К.В. Повышение коллойдной стабильности пива // Новітні технології оздоровчих продуктів харчування XXI сто- ліття: Міжнар. н.-практ. конф., 2010 р., 21 жовтня: [матеріали] – Х.: 2010. – С. 367–368. 8. Нестеренко Е.А., Меледина Т.В. Повышение антиоксидантной активности пива при использовании

зеленого чаю // Пиво и напитки. 2010. – № 6. – С. 10–11. **9. Бэмфорт Ч.** Новое в пивоварении / пер с англ. И.С. Горанкиной, Е.С. Боровиковой. – СПб.: Профессия, 2007. – 520с. **10. Омельчук С.В., Мельник И.В., Головченко В.М.** Використання нетрадиційної рослинної сировини в пивоварінні для створення спеціальних сортів пива // Харчова наука і технологія. 2011. – № 3 (16). – С. 56–58. **11. Данилова Л.А., Березка Т.О., Домарецький В.А., Ганчук В.Д.** Природні антиоксиданти // Харчова та переробна промисловість. 2008. – № 1. – С. 25–27. **12. Палагина М.В., Зімба Г., Макарова А.А.** Разработка технологии новых сортов пива специального с добавлением растительных экстрактов // Пиво и напитки. 2010. – № 4. – С. 30–32. **13. Помозова В.А.** Пути расширения ассортимента и повышения качества специального пива и слабоалкогольных напитков // Федеральный и региональный аспекты политики здорового питания: Материалы междунар. симп. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2002. – 243 с. **14. Рикваер П., Таверниер О., Дегрут Б.** Gallatoniini. Будущее в стабилизации пива. [Текст] / Пиво и Напитки. 2010. – №3. – С. 44–48. **15. Стабилизирующая технологическая добавка будущего: Галлотанины: материалы Конференции VLB в Москве** [«Колоидная стабильность сейчас»], (М., ноябрь 2012 г.) / Ajinomoto, Германия. – М.: 2012 – 28с. **16. Mussche R.** Proceedings of 21 st. Convention. Inst. Brew. N. Zealand-Australia, 1990. P.136–140. **17. Guenter W. Frank.** Kombucha beverage. The Fascination of the Kombucha // The american raum & zeit. 1991. – Vol. 2, №5, – P. 51–56. **18. Wang Senlin** China Patent 1,192,468 (9 Sep 1998) Spirulina beer and preparation method. **19. Орещенко А.В., Гернет М.В., Лаврова В.Л., Кобелев В.К.** Патент № 2200758. Способ получения пива специального. C12C012/00, C12C005/00, C12C007/00, 14.03.2002 г. **20. Вюббен М-А.; Додерер А.** Патент № 2159798. Способ приготовления пива, пиво, стабилизатор пены пива и способ экстрагирования пектинов из хмеля. 03.08.1995 **21. Часовских А.А., Гагиева Л.Ч.** Использование эфиромасличных растений при производстве алкогольных напитков // Пиво и напитки. 2011. – № 2. – С. 22–27.

**Bibliography (transliterated) 1. Danilova L.A., Berezka T.O., Domaretskiy V.A.** Vpliv dobavok antioksidantiv z roslinnoyi sirovini na styykist pasterizovanogo piva. // Harchova ta pererobna promislovist. 2009. – No. 9-10. – S. 32–35. **2. Kuntse V., Mit G.** Tehnologiya soloda i piva: per. s nem. – Spb.: Professiya. – 2001. – S.37–40, 94–98. **3. Meledina T.V., Dedegkaev A. T.** Kolloidnaya stoykost piva,- uchebn. posobie / – SPb.: NIU ITMO; IHiBT, 2014. – 90 s. **4. Meledina, T. V.** Syire i vspomogatelnyie materialy i v pivovarenii. – SPb.: Professiya 2003. – 304 s. **5. Andreeva O.V., Shuvalova E.G.** Osadki v pive – M.: OOO MITs «Pivo i napitki HHI vek», 2004. – 173 s. **6. Ermolaeva G.A.** Spravochnik rabotnika laboratorii pivovarennoho predpriyatiya. – SPb.: Professiya, 2004. – 356 s. **7. Melnik I.V., Soloschik K.V.** Povyishenie kolloidnoy stabilnosti piva // Novitni tehnologiyi ozdorovchih produktiv harchuvannya HHI sto- litya: Mizhnar. nauk.-prakt. konf., 2010 r., 21 zhovtnya: [materlal] – Harkiv, 2010. – S. 367–368. **8. Nesterenko E.A., Meledina T.V.** Povyishenie antioksidantnoy aktivnosti piva pri ispolzovanii zelenogo chaya / Pivo i napitki. 2010. – No. 6. – S. 10–11. **9. Bemfort Ch.** Novoe v pivovarenii. /per s angl. I.S.Gorankinoy, E.S. Borovikovoy. – SPB.: Professiya, 2007. – 520 s. **10. Omelchuk S.V., Melnik I.V., Golovchenko V.M.** Viktoristannya netraditsiynoyi roslinnoyi sirovini v pivovarinni dlya stvorenniya spetsialnih sortiv piva // Harchova nauka I tehnologiya. 2011. – No. 3 (16). – S. 56–58. **11. Danilova L.A., Berezka T.O., Domaretskiy V.A., Ganchuk V.D.** Prirodni antioksidanti / Harchova ta pererobna promislovist. 2008. – No. 1. – S. 25–27. **12. Palagina M. V., Zimba G., Makarova A.A.** Razrabotka tehnologii novyih sortov piva spetsialnogo s dobavlenniem rastitelnyih ekstraktov / Pivo i napitki. 2010. – No. 4. – S. 30–32. **13. Pomozova V.A.** Puti rasshireniya assortimenta i povyisheniya kachestva spetsialnogo piva i slaboalkogolnyih napitkov / Federalniy i regionalniy aspekti politiki zdorovogo pitaniya: Materialy mezhdunar. simp. Novosibirsk: Sib. univ. izd-vo, 2002. – 243 s. **14. Rikvaer P., Tavernier O., Degrut B.** Gallatoniini. Budushee v stabilizatsii piva. [Tekst] / Pivo i Napitki. 2010. – No. 3. – S. 44–48. **15. Stabiliziruyushaya tehnologicheskaya dobavka buduschogo: Gallotanniini: materialy Konferentsii VLB v Moskve** [«Koloidnaya stabilnost seychas»], (Moskva, noyabr 2012 g.) / Ajinomoto, Germaniya. – Moskva, 2012 – 28 s. **16. Mussche R.** Proceedings of 21 st. Convention. Inst. Brew. N. Zealand-Australia, 1990. P.136–140. **17. Guenter W. Frank.** Kombucha beverage. The Fascination of the Kombucha / The american raum & zeit. – 1991. – Vol. 2, No. 5, – P. 51–56. **18. Wang Senlin** China Patent 1,192,468 (9 Sep 1998) Spirulina beer and preparation method. **19. Oreschenko A.V., Gernet M.V., Lavrova V.L., Kobelev V.K.** Patent No. 2200758. Sposob polucheniya piva spetsialnogo. C12C012/00, C12C005/00, C12C007/00, 14.03.2002 g. **20. Vyubben M-A.; Doderer A.** Patent No. 2159798. Sposob prigotovleniya piva, pivo, stabilizator penyi piva i sposob ekstragirovaniya pektinov iz hmelya. 03.08.1995 **21. Chasovskih A.A., Gagieva L.Ch.** Ispolzovanie efiromaslichnyih rasteniy pri proizvodstve alkogolnyih napitkov // Pivo i napitki. 2011. – No. 2. – S. 22–27.

Поступила (received) 23.06.2016

#### Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions

**Препарати танінів для підвищення стійкості пива / З. М. Романова, Т. О. Березка, О. В. Негрей, А. А. Короткий, Ю. М. Плахотна, І. М. Літушко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 63–69. – Бібліогр.: 21 назв. – ISSN 2220-4784.

**Препараты танинов для повышения стойкости пива / З. Н. Романова, Т. А. Березка, Е. В. Негрей, А. А. Короткий, Ю. Н. Плахотная, И. Н. Литушко** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 63–69. – Библиогр.: 21 назв. – ISSN 2220-4784.

**Tannins preparations for increasing stability of beer // Z. M. Romanova, T. O. Berezka, E. V. Negrey, A. A. Korotkiy, Y. M. Plahotna, I. M. Litushko** // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – P. 63–69. – Bibliogr.: 21 titles. – ISSN 2220-4784.

## Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Романова Зоряна Миколаївна** – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри біотехнології продуктів бродіння і виноробства, Національний університет харчових технологій, м. Київ; тел.: (068) 811-12-61; e-mail: [pani.zoriana@gmail.com](mailto:pani.zoriana@gmail.com).

**Романова Зоряна Николаевна** – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии продуктов брожения и виноделия, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев; тел.: (068) 811-12-61; e-mail: [pani.zoriana@gmail.com](mailto:pani.zoriana@gmail.com).

**Romanova Zoriana Mykolayivna** – Ph.D., Docent (Associate Professor), Associate Professor of biotechnology fermentation and winemaking, National University of Food Technologies, Kiev; tel.: (068) 811-12-61; e-mail: [pani.zoriana@gmail.com](mailto:pani.zoriana@gmail.com).

**Березка Тетяна Олександрівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, тел.: (097) 324-16-84, e-mail: [berezka\\_tatyana\\_kpi@meta.ua](mailto:berezka_tatyana_kpi@meta.ua)

**Березка Татьяна Александровна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, тел.: (097) 324-16-84, e-mail: [berezka\\_tatyana\\_kpi@meta.ua](mailto:berezka_tatyana_kpi@meta.ua)

**Berezka Tetyana Oleksandrivna** - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), associate Professor of technology of fats and fermentation products department, National Technical University " Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, tel.: (097) 324-16-84, e-mail: [berezka\\_tatyana\\_kpi@meta.ua](mailto:berezka_tatyana_kpi@meta.ua)

**Негрей Олена Володимирівна** - молодший науковий співробітник, Проблемна науково-дослідна лабораторія, Національний університет харчових технологій, м. Київ, тел.: (068) 471-73-87; e-mail: [o.negrei7@gmail.com](mailto:o.negrei7@gmail.com)

**Негрей Елена Владимировна** - младший научный сотрудник, Проблемная научно-исследовательская лаборатория, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев; тел.: (068) 471-73-87; e-mail: [o.negrei7@gmail.com](mailto:o.negrei7@gmail.com).

**Negrey Elena Volodymyrivna** - junior researcher, Problem Research Laboratory, National University of Food Technologies, Kiev; tel.: (068) 471-73-87; e-mail: [o.negrei7@gmail.com](mailto:o.negrei7@gmail.com)

**Короткий Андрій Андрійович** – магістрант, Національний університет харчових технологій, м. Київ; тел (068)043-66-94; e-mail: [mj-9999@mail.ru](mailto:mj-9999@mail.ru)

**Короткий Андрей Андреевич** - магистрант, Национальный университет пищевых технологий г. Киев; тел (068)043-66-94; e-mail: [mj-9999@mail.ru](mailto:mj-9999@mail.ru)

**Korotkyi Andrii Andriyovich** - master's degree, National University of Food Technologies, Kiev; tel (068)043-66-94; e-mail: [mj-9999@mail.ru](mailto:mj-9999@mail.ru)

**Плахотна Юлія Миколаївна** - кандидат технічних наук, старший викладач кафедри технології жирів та продуктів бродіння, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, Україна, тел.: (050) 935-77-42, e-mail: [julietapl@gmail.com](mailto:julietapl@gmail.com)

**Плахотна Юлія Николаевна** - кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологии жиров и продуктов брожения, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина, тел.: (050) 935-77-42, e-mail: [julietapl@gmail.com](mailto:julietapl@gmail.com)

**Plakhotna Yuliya Mykolayivna** - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), senior lecturer of technology of fats and fermentation products department, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, tel.: (050) 935-77-42, e-mail: [julietapl@gmail.com](mailto:julietapl@gmail.com)

**Літушко Іванна Миколаївна** – магістрант, Національний університет харчових технологій, м. Київ; (096) 420-30-13; e-mail: [ivanna.litushko@yandex.ru](mailto:ivanna.litushko@yandex.ru)

**Литушко Иванна Николаевна** – магістрант, Национальный университет пищевых технологий, г. Киев; тел. (096) 420-30-13; e-mail: [ivanna.litushko@yandex.ru](mailto:ivanna.litushko@yandex.ru)

**Litushko Ivanna Mykolaivna** - master's degree, National University of Food Technologies, Kiev; tel. (096) 420-30-13; e-mail: [ivanna.litushko@yandex.ru](mailto:ivanna.litushko@yandex.ru)

УДК 665.9

Є. М. ШУЛЬГА, Є. І. ШЕМАНСЬКА, А. О. ДЕМИДОВА

**ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОКИСНЮВАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ РИЖІЄВОЇ ОЛІЇ З НАСТУПНИМ КУПАЖУВАННЯМ**

Проаналізовано питання споживання та метаболізму жирів, співвідношення окремих жирних кислот у харчовому раціоні. Досліджено жирнокислотний склад та біологічну цінність рослинних олій холодного пресування. Обґрунтовано застосування окремих олій як джерела есенціальної  $\alpha$ -ліноленової кислоти та вітамінів в харчових та олієжирових продуктах. Розроблено рецептуру купажованої олії зі збалансованим жирнокислотним складом для лікувально-профілактичного харчування, досліджено її тривалість зберігання методом автоокиснення.

**Ключові слова:** есенціальні жирні кислоти, біологічна цінність, жирнокислотний склад, рижієва олія холодного пресування, купажовані олії.

Проанализированы вопросы потребления и метаболизма жиров, соотношение отдельных жирных кислот в пищевом рационе. Исследованы жирнокислотный состав и биологическая ценность растительных масел холодного прессования. Обосновано применение отдельных масел в качестве источника эссенциальной  $\alpha$ -линоленовой кислоты и витаминов в пищевых и масложировых продуктах. Разработана рецептура купажируемого масла со сбалансированным жирнокислотным составом для лечебно-профилактического питания, исследовано его продолжительность хранения методом автоокисления.

**Ключевые слова:** эссенциальные жирные кислоты, биологическая ценность, жирнокислотный состав, рыжиковое масло холодного прессования, купажируемые масла.

Functional products play a key role in maintaining of human health. Blended oils balanced by fatty acid composition are examples of such products. The most important factors in their biological values are polyunsaturated fatty acids (PUFAs) families of  $\omega$ -6 and  $\omega$ -3. Their ratio in the diet of a healthy person should be 10: 1, and in the therapeutic nourishment - from 3: 1 to 5: 1. Developed recipes of blended oils have got a balanced composition of essential fatty acids and satisfy requirements to the healthy food. Sauces based on them have got increased biological value and excellent quality.

**Keywords:** essential fatty acids, biological value, fatty acid composition, oil cold pressed, balanced oil, salad dressing.

**Вступ.** Аналіз структури споживання олій в сучасній Україні свідчить, що основною олією, що споживається українцями, є соняшникова, яка не володіє оптимальним складом ПНЖК, тому не влаштовує споживачів, які дотримуються здорового способу життя.

Сучасні технології отримання і переробки олій, зокрема методи селекції рослин – продуцентів олії заданого типу, дозволяють знайти декілька варіантів виходу з даної ситуації:

- збільшення виробництва олій, в складі яких переважають ПНЖК родини омега 3;
- застосування лікарських препаратів, з ПНЖК родини омега 3;
- створення олійних культур з високим вмістом омега 3 кислот методом генної інженерії;
- купажування олій з відмінним жирнокислотним складом [1].

Дуже важливим є введення у склад харчових раціонів таких жирових продуктів, які забезпечать необхідний фізіологічним потребам організму баланс есенціальних кислот  $\omega$ -6 та  $\omega$ -3. Співвідношення  $\omega$ -6/ $\omega$ -3 поліненасичених жирних кислот, що рекомендується Інститутом харчування РАМН, в раціоні здорової людини повинно складати 10:1, а для лікувального харчування – від 3 : 1 до 5 : 1 [2]. На підставі клінічних та експериментальних досліджень закордонних вчених співвідношення кислот  $\omega$ -6 та  $\omega$ -3, що рекомендується складає від 4:1 до 2:1 [3]. Нині ж змішаний раціон пересічного українця має співвідношення 43,6 :1, тобто перевищує допустимий рівень  $\omega$ -6 ПНЖК у 8,7 рази [4]. Адекватний рівень споживання лінолевої кислоти відповідає 10 г/добу,

ліноленової – 1 г/добу (верхній допустимий рівень споживання – 3 г/добу) [5].

Жирні кислоти  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 конкурують за метаболізацію ферментними системами і можуть заміщувати один одного [6].

Важливим аргументом на користь олій є їх безпечність, так як вони містять  $\alpha$ -ліноленову кислоту, яка є попередником необхідним для метаболізму організму і може накопичуватися в організмі та витратитися за потребою.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Купажування олій є найбільш простим та ефективним технологічним прийомом одержання олійножирових продуктів, збалансованих за жирно кислотним станом.

Перевага використання купажованих олій для корекції недостатності ПНЖК перед спеціальними біологічно-активними добавками полягає в тому, що олія є традиційним харчовим продуктом, не дає ускладнень і побічних реакцій в організмі, а також значно дешевша, порівняно з лікарськими препаратами [7]. У Європі купажі з різних видів олій дуже популярні, проте в українців культура споживання такого продукту ще не сформована. Українці споживають олії, що містять жирні кислоти родини  $\omega$ -6, здебільшого соняшникову олію, і практично виключили зі свого раціону продукти, багаті на кислоти родини  $\omega$ -3 – лляну, рижієву, ріпакову олії, та олію з грецького горіха.

© Є.М. Шутьга, Є.І. Шеманська, А.О. Демидова, 2016

**Формулювання цілей статті.**

Метою роботи є розробка купажованих олій зі збалансованим складом есенціальних жирних кислот для виробництва салатних соусів підвищеної біологічної цінності.

**Викладення основного матеріалу досліджень.**

Рослинні олії, одержані холодним пресуванням першого віджиму можна розглядати як харчові функціональні продукти, так як вони збагачені біологічно активними речовинами.

Олії холодного пресування у своєму складі зберігають всі корисні людині речовини і тільки цей процес залишає всі характеристики олій в первісному виді, так як температура процесу холодного пресування не перевищує 50°C. Теплова обробка олій під час виробництва істотно знижує рівень токоферолів.

При високих температурах пресування, які застосовують в традиційних технологіях, олія піддається не лише ризику окиснення киснем повітря, але і зміні нативного стану.

При низьких температурах видалення олій таких явищ не спостерігається, олія не втрачає своїх нативних властивостей, має інші фізико-хімічні характеристики та кращу стабільність до окиснення, характеризується більш низьким вмістом продуктів окиснення і не потребує наступної рафінації.

Холодне пресування, завдяки короткочасній тепловій та механічній дії на хімічну структуру олій, дозволяє зберегти в олії вітамін Е, у оліях міститься значна кількість фосфоліпідів, які захищають олію від протікання процесів окиснення. Вихід такої олії низький, але вартість компенсується високою фізіологічною цінністю та корисністю продукту.

В якості предметів дослідження обрана рижієва олія, отримана за технологією холодного пресування першого віджиму. Після відстоювання та фільтрування досліджені основні показники складу і якості отриманої рижієвої олії, які наведені в таблиці. Олія озимого рижю золотисто-жовтого кольору з характерним запахом олій хрестоцвітних.

Йодне число рижієвої олії, яке характеризує ступінь ненасиченості жирних кислот, складає 141 г йоду/100 г близьке до йодних чисел конопляної та соєвої олій, але поступається лляній (170-200 г йоду/100 г). Це дозволяє віднести олію рижю до висихаючих олій.

Число омилення, яке вказує кількість вищих жирних кислот, що утворюються при омиленні, дорівнює 183 мг КОН/г близьке до числа омилення конопляної (190-194 мг КОН/г), перилової (174-183 мг КОН/г) та лляної олій (174-183 мг КОН/г).

Ступінь окиснення та гідролізу характеризується пероксидним та кислотним числом [8].

Отримана методом холодного пресування рижієва олія характеризується низьким пероксидним числом, що дорівнює 1,36  $\frac{1}{2}$  O ммоль/кг та невисоким кислотним числом 0,17 мг КОН/г, що відповідає вимогам ТУ розробленим фірмою «Кронос-МК» (Чернігів).

Таблиця. Жирнокислотний склад та основні характеристики рижієвої олії

Найменування	Значення показників	
	Рижієва олія холодного пресування	Вимоги ТУ У 15.4-32448339-001:2007
Показники якості олій:		
- вміст води та летких речовин, %	0,20	0,15
- кислотне число, мг КОН/г	0,17	4,0
- пероксидне число, $\frac{1}{2}$ O ммоль/кг	1,36	10,0
- число омилення, мг КОН/г	183	181-190
- йодне число, г йоду/100 г	141	132-155
- показник заломлення, $n_D^{20}$	1,4777	1,475-1,478
Жирнокислотний склад олій, %:		
- пальмітинова	5,7	5-7
- стеаринова	2,4	2-2,5
- олеїнова (w-9)	15,9	12-20
- лінолева (w-6)	19,3	14-16
- $\alpha$ -ліноленова (w-3)	33,8	35-39
- ейкозенова	14,1	15-16
- ерукова	1,7	2-4
Співвідношення омега-3/омега-6	1:0,6	-

Якість олій та напрями її використання в значному ступені визначаються її жирно-кислотним складом. Відповідно даним таблиці 1 рижієва олія характеризується підвищеним вмістом поліненасичених жирних кислот, особливо слід відмітити високий вміст  $\alpha$ -ліноленової кислоти (33,8 %) і відповідно співвідношення омега-3/омега-6 як 1:0,6, що дає можливість використовувати цю олію для отримання харчових продуктів збалансованого жирнокислотного складу та збагачення харчового раціону населення есенціальними жирними кислотами.

Також в значній кількості міститься ненасичені лінолева (19,3 %), олеїнова (15,9 %) та ейкозенова (14,1 %) кислоти. Високий вміст гондоїнової (цис-11-ейкозенової) кислоти є відмінною ознакою рижієвої олій.

Для рижієвої олій характерний низький (відносно інших хрестоцвітних) вміст ерукової кислоти – 1,7 %. Ця кислота не утилізується ферментною системою ссавців і має тенденцію затримувати ріст і час наступу репродуктивної зрілості організму.

За вмістом ерукової кислоти олія рижю відповідає вимогам для харчових олій у разі промислової переробки (не більше 5 %). Співвідношення омега-3/омега-6 в олій рижю складає 1:0,6 і таке співвідношення рекомендовано для дієтичного харчування людей с високим вмістом холестерину в крові.

Сумарний вміст поліненасичених лінолевої, ліноленової та арахідонової жирних кислот, умовно об'єднаних в групу під назвою «вітамін F» в олій насіння рижю дуже високе і в наших дослідженнях складає 53,1 %.

Таким чином олія, яка поєднує високий вміст есенціальних поліненасичених кислот лінолевої ( $\omega$ -6) і  $\alpha$ -лінолевої ( $\omega$ -3) та низький вміст ерукової кислоти, може використовуватися у харчових цілях як цінна біологічно активна добавка в раціоні людини, а також знайде широке застосування на технічних цілях.

Також було проведено визначення окиснювального псування рижієвої олії прискореним методом «активного кисню» за ДСТУ ISO 6886-2003. Ступінь окиснення олії оцінювали за стандартним показником якості – пероксидним числом (ПЧ).

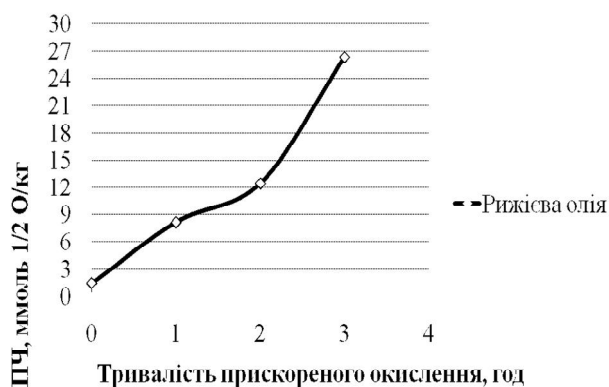


Рис. 1. Прискорене окиснення рижієвої олії при температурі  $75 \pm 2$  °C

На підставі досліджень окиснення олії прискореним методом при температурі  $75$  °C (рис. 1) можна зробити висновок, що рижієва олія не підлягає тривалій тепловій та кулінарній обробці і слід шукати інші шляхи введення цього цінного продукту в раціон людини, а також забезпечити отримання стабільних до окиснення продуктів під час зберігання.

Рішенням проблеми виступає розроблення купажованих олій, які складатимуться з двох

взаємодоповнюючих основ, однією з яких обрано соняшникову олію, найуживаніший і досить стійкий до окиснення продукт, а іншою саме рижієву олію, яка має підвищену біологічну цінність.

Олія з насіння соняшника є традиційним недефіцитним продуктом щоденного попиту і споживання. Смак соняшникової олії український споживач оцінює як «правильний», нейтральний. Однак вона містить переважно ПНЖК родини  $\omega$ -6 (62,6 % у наших дослідженнях), а вміст ПНЖК родини  $\omega$ -3 становить 0,1 %. Відповідно, співвідношення  $\omega$ -6 :  $\omega$ -3 ПНЖК не відповідає формулі збалансованого харчування.

Розрахунок жирнокислотного складу купажу «соняшникова × рижієва олії» зроблено у наступних співвідношеннях: 50×50; 60×40; 70×30; 80×20. Для наступних досліджень було обрано купаж, жирнокислотний склад якого знаходиться у межах, рекомендованих дієтологами, а саме: соняшникова олія 60 % × рижієва олія 40 %.

Дослідження окиснювальної стабільності купажу проводили при зберіганні за кімнатної температури при вільному доступі світла та повітря (автоокиснення). Основним контрольованим показником зміни якості олій при зберіганні було пероксидне число (ПЧ).

Зразки жирових купажів зберігали у скляних стаканчиках за температури  $23 \pm 2$  °C. В якості контролю використовували соняшникову та рижієву олії. У процесі зберігання через кожні 7 днів відбирали проби для визначення ПЧ, яке проводилося згідно з ДСТУ 4570:2006 «Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа».

Окиснення припиняли, коли ПЧ досягало значення більше 10 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/кг. При перевищенні цього значення олія вважається небезпечною для здоров'я і переходить у категорію неїстівного продукту.

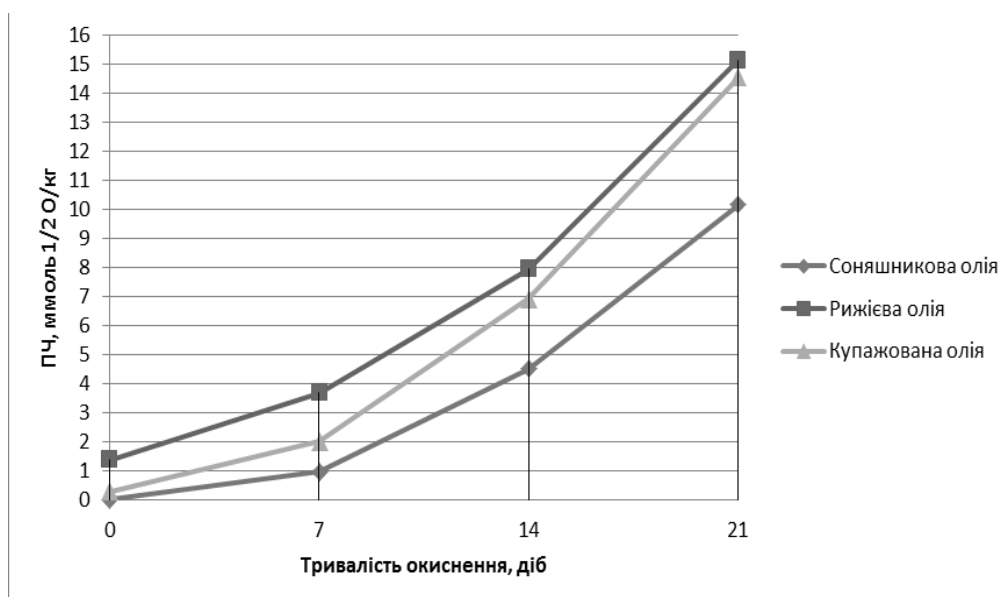


Рис.2. Зміна пероксидних чисел купажованих олій протягом 21 доби



Окиснення припиняли, коли ПЧ досягало значення більше 10 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/kg. При перевищенні цього значення олія вважається небезпечною для здоров'я і переходить у категорію неїстівного продукту.

Показники дослідження стійкості за пероксидним числом зображено на рис. 2, з якого видно, що у початковий момент окиснення ПЧ купажу більш наближене до соняшникової олії та значно менше за ПЧ рижієвої олії. Але вже на 14 день зберігання, після закінчення індукційного періоду, швидкість окиснення купажу різко зростає й на 21 день зберігання становить 14,55 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/kg, в той час як ПЧ рижієвої олії становить 15,14 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/kg, а соняшникової – 10,17 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/kg.

В результаті дослідження стабільності купажів олій, встановлено, що змішування соняшникової олії з рижієвою у встановлених співвідношеннях підвищує окиснювальну стійкість останньої.

#### **Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.**

*В результаті проведених досліджень:*

- досліджено основні показники та жирнокислотний склад рижієвої олії;

- обрано купаж олій для жирової основи салатного соусу, розрахунковим методом визначено його жирнокислотний склад;

- досліджено окиснювальну стабільність купажу, у порівнянні з соняшниковою та рижієвою оліями.

- встановлено що при купажуванні рижієвої олії з соняшниковою внесення останньої підвищує окиснювальну стабільність купажу, його термін зберігання та дає можливість використання рижієвої олії в технології виготовлення салатних соусів і заправок.

Отже, розроблена рецептура купажованої нерафінованої олії, збалансованої за жирнокислотним складом, може бути використана в якості жирової основи харчових емульсійних продуктів, а саме соусів салатних, розробці рецептур та дослідженню характеристик яких будуть присвячені наші подальші дослідження.

Виготовлення салатних соусів на основі купажованої олії з поліпшеним жирнокислотним складом дозволить отримати низку функціональних продуктів для здорового та лікувально-профілактичного харчування й таким чином запобігти тяжким і надзвичайно поширеним серед населення захворюванням.

**Список літератури:** 1. *Белінська А. П.* Технологія купажованої олії підвищеної біологічної цінності [Рукопис] : дис. ... канд. техн. наук: 05. 18. 06 / Белінська Анна Павлівна. – НТУ «ХПІ», Харків, 2011. – 230 с.

2. *Іванов С. В.* Технологія купажованих жирів збалансованого жирнокислотного складу / С. В. Іванов, Л. В. Пешук, І. Г. Радзієвська // Монографія. – К. НУХТ, 2013. – С. 210. 3. *Morlion B. J.* What is the optimum w-3 to w-6 fattyacid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in post-operative trauma? / B. J. Morlion, E. Torwesten, K. Wrenger [et al.] // *Clinical Nutrition*. 1997. – Vol. 16 (Suppl. 2). – P. 49. 4. *Левицкий А. П.* Идеальная формула жирового питания / А. П. Левицкий // – Одесса : НПА «Одесская Биотехнология». 2002. – С. 62. 5. *Осейко М. І.* Технологія рослинних олій / М. І. Осейко // Підручник – К : Варта. 2006. – С. 173. 6. *Heller A.* Omega-3-Fettsauren als adjuvante Therapie bei inflammatorischen Reaktionen / A. Heller, T. Koch // *Anaesthesiologie & Intensivmedizin*. 1996. – 10(37). P. 517 529. 7. Кричківська Л. Функціональні компоненти в купажованих рослинних оліях із каротином / Л. Кричківська, А. Белінська, О. Жулінська // *Товари і ринки*. 2010 – №2 – С. 97–103. 8. *Товажнянський Л.Л., Бухкало С.І., Денисова А.Є., Демідов І.М., Капустенко П.О., Арсенєва О.П., Білоус О.В., Ольховська О.І.* Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи). Підручник. – К.: «Центр учбової літератури». 2016. – С. 279–390.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Byelins'ka A.P.* Tekhnolohiya kupazhovanoyi oliyi pidvyshchenoyi biolohichnoyi tsinnosti / A.P. Belins'ka // *Avtoref*. – NTU «KhPI», 2011. – 21 p. 2. *Ivanov S.V.* Tekhnolohiya kupazhovanikh zhyriv zbalansovanoho zhyrnokyslotnoho skladu / S.V. Ivanov, L.V. Peshuk, I.H. Radziyev'ska // *Monohrafiya*. – K. NUKhT, 2013. – P. 210. 3. *Morlion B.J.* What is the optimum w-3 to w-6 fattyacid (FA) ratio of parenteral lipid emulsions in post-operative trauma? / V. J. Morlion, E. Torwesten, K. Wrenger [et al.] // *Clinical Nutrition*. 1997. – Vol. 16 (Suppl. 2). – P. 49. 4. *Levytskyy A.P.* Ydeal'naya formula zhyrovoho pytannya / A.P. Levytskyy // – Odessa : NPA «Odesskaya Byotekhnolohyya». — 2002. P. 62. 5. *Oseyko M.I.* Tekhnolohiya roslynykh oliy / M.I. Oseyko // *Pidruchnyk* – K : Varta. – 2006. – P. 173. 6. *Heller A.* Omega-3-Fettsauren als adjuvante Therapie bei inflammatorischen Reaktionen / A. Heller, T. Koch // *Anaesthesiologie & Intensivmedizin*. – 1996. – 10(37) : P. 517 529. 7. *Krychkov's'ka L.* Funktsional'ni komponenty v kupazhovanikh roslynykh oliyakh iz karotyonom / L. Krychkov's'ka, A. Byelins'ka, O. Zhulins'ka // *Tovary i rynky*. 2010 – №2 – S. 97-103. 8. *Tovazhnyans'kij L.L., Bukhhalo S.I., Denisova A.E., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Bilous O.V., Ol'hov's'ka O.I.* Zagal'na tehnologija harchovoi promislovosti u priklyadah i zadachah (innovacijni zahodi). *Pidruchnik*. – K.: «Centr uchbovoi literaturi». 2016. – 832 p.

*Надійшла (received) 08. 07.2016*

**Дослідження характеристик та окиснювальної стабільності рижієвої олії з наступним купажуванням / Є. М. Шульга, Є. І. Шеманська, А. О. Демидова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 70–74. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Исследование характеристик и окислительной стабильности рыжикового масла со следующим купажированием / Є. М. Шульга, Є. І. Шеманська, А. О. Демидова // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 70–74. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Using the blended oils with a balanced composition of essential fatty acids in the technology of salad dressings / Shulga Y. M., Shemanska Y. I., Demydova A. A // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 70–74. Bibliog.: 8 titles. – ISSN 2220-4784.**

*Пожалуйста ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

**Шульга Є. М.** Исследование характеристик и окислительной стабильности рыжикового масла со следующим купажированием/ **Є. М. Шульга, Є. І. Шеманская, А.А. Демидова // Вестник НТУ «ХПИ», Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2016. – № 19(1191). – С. 70–74. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.**

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

**Шульга Євгенія Михайлівна** – студент кафедри технології жирів і парфумерно-косметичних продуктів Національного університету харчових технологій, м.Київ, Україна; e-mail: [bon.zhenya@mail.ru](mailto:bon.zhenya@mail.ru)

**Shulga Yevhenia Михайлівна** – student, National University of Food Tehnology; Kyiv, Ukraine e-mail: [bon.zhenya@mail.ru](mailto:bon.zhenya@mail.ru).

**Шульга Євгенія Михайлівна** – студент кафедри технології жирів і парфумерно-косметичних продуктів Національного університету харчових технологій, г. Киев, Україна, tel.: +380500174349; e-mail: [bon.zhenya@mail.ru](mailto:bon.zhenya@mail.ru)

**Шеманська Євгенія Іванівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології жирів і парфумерно-косметичних продуктів Національного університету харчових технологій, м. Київ, Україна, тел.: +380500174349; e-mail: [shemanska@ukr.net](mailto:shemanska@ukr.net).

**Shemanska Yevgeniia Іванівна** – Ph. D., candidate of Technical Sciences, Docent, Department of Technology of fats and perfume and cosmetic products, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: [shemanska@ukr.net](mailto:shemanska@ukr.net)

**Шеманская Евгения Ивановна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии жиров и парфумерно-косметических продуктов Национального университета пищевых технологий; г. Киев, Украина, тел.: +380500174349; e-mail: [shemanska@ukr.net](mailto:shemanska@ukr.net)

**Демидова Анастасія Олександрівна** – канд. техн. наук, ст. викл. кафедри технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Адреса: вул. Фрунзе, 21, 61002. E-mail: [kzosya@yandex.ru](mailto:kzosya@yandex.ru).

**Демидова Анастасія Александровна** – канд. техн. наук, ст. преп. кафедри технології жирів і продуктів броження Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Адрес: ул. Фрунзе, 21, 61002. E-mail: [kzosya@yandex.ru](mailto:kzosya@yandex.ru).

**Demydova, Anastasiya Александровна** - Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Senior Lecturer of technology of fats and fermentation products department, Kharkiv, tel.: (097) 324-16-84, e-mail: [kzosya@yandex.ru](mailto:kzosya@yandex.ru).

УДК 665.112.1

**В.В. АНАН'ЄВА, Л.В. КРИЧКОВСЬКА, А.П. БЕЛІНСЬКА, С.О. ПЕТРОВ****ПІДВИЩЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ СТІЙКОСТІ ОЛІЙНОЇ ОСНОВИ ЕМУЛЬСІЙНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

В статті обґрунтовано та експериментально досліджено позитивний вплив природних антиоксидантів порошків рослинної сировини на стабільність до окиснення олійної основи для виробництва емульсійних продуктів харчування оздоровчого призначення. Встановлено, що внесення до олійної основи порошку виноградної шкірки уповільнює процеси окиснення олій. Запропоновано склад купажованої олії для жиромісних продуктів з оптимальним співвідношенням поліненасичених жирних кислот  $\omega$ -6:  $\omega$ -3. Експериментально доведена необхідність застосування порошків рослинної сировини в олійній основі для виробництва жиромісних продуктів.

**Ключові слова:** природні антиоксиданти, купажована олія, поліненасичені жирні кислоти, емульсійні продукти харчування.

В статье обосновано и экспериментально исследовано влияние природных антиоксидантов порошков растительного сырья на стабильность к окислению жировой основы для производства эмульсионных продуктов питания оздоровительного назначения. Установлено, что внесение в жировую основу порошка виноградной шкурки замедляет процессы окисления масел. Предложено состав купажированного масла для жиросодержащих продуктов с оптимальным соотношением полиненасыщенных жирных кислот  $\omega$ -6:  $\omega$ -3. Экспериментально доказана необходимость применения порошков растительного сырья в жировой основе для производства жиросодержащих продуктов.

**Ключевые слова:** природные антиоксиданты, купажированное масло, полиненасыщенные жирные кислоты, эмульсионные продукты питания.

The article substantiates and experimentally studied the effect of natural antioxidants of vegetable raw powders on oxidation stability of fatty bases for the production of emulsion products for health improvement purposes. It has been established that the application of the fat-based grape skins powder slows down the oxidation processes oils. Is proposed composition of blended oil for fat containing products with an optimal ratio of polyunsaturated fatty acids  $\omega$ -6:  $\omega$ -3. Experimentally proved the necessity of the use of vegetable raw powders for the production of fat-based fat containing products.

**Keywords:** natural antioxidants, blended fat, powdered vegetable raw stuff, polyunsaturated fatty acids, oxidative stability, emulsion food products.

**Вступ.** Сучасні тенденції вдосконалення асортименту продуктів харчування орієнтовані на створення збалансованої за харчовою цінністю продукції, що здатна забезпечити потребу в незамінних нутрієнтах. Значна роль відводиться емульсійним олієжировим продуктам – майонезним соусам, топінгам, дрсінгам – як продуктам масового споживання, що доступні усім групам населення та кожен день присутні у раціоні харчування. Оптимізація їх складу та властивостей визначає напрямки розробки нових технологій та рецептур. Результати досліджень структури споживання харчових продуктів різними групами населення України вказують на відхилення від сучасних принципів здорового харчування [1].

Розбалансованість раціону призводить до розвитку нестачі необхідних нутрієнтів, у тому числі дефіциту поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), мікро– та макроелементів та інших біологічно активних речовин. Їх нестача в організмі призводить до виникнення ряду аліментарних захворювань. Через це виникає необхідність розробки нових продуктів харчування оздоровчого призначення повсякденного вживання [2]. Цей шлях є найбільш ефективним та економічно доступним у забезпеченні населення дефіцитними у харчуванні біологічно активними речовинами.

Рослинні олії та жирові продукти є важливими компонентами харчового раціону людини. Встановлена та науково доведена роль ПНЖК, фосфоліпидів, жиророзчинних вітамінів як есенціальних факторів харчування у

профілактиці та лікуванні порушень ліпідного обміну [3, 4].

Для запобігання мікробіологічного псування емульсійних продуктів харчування та з метою подовження термінів зберігання готової продукції необхідне додаткове збагачення продукту антиоксидантами природного походження, які також, нарівні з токоферолами рослинних олій, здатні підвищити біологічну цінність готового продукту [5–8]. З урахуванням вищезазначеного, представляє наукову та практичну зацікавленість вивчення можливості створення емульсійних продуктів оздоровчого призначення – майонезних соусів, збалансованих за ПНЖК та збагачених на необхідні мікро– та макроелементи, антиоксиданти природного походження за рахунок введення у рецептуру виробництва сухих рослинних концентратів.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** У сучасних умовах за наявності різноманітних методів лікування великого ряду захворювань необхідно знаходити шляхи їх аліментарної профілактики і запобігання. Багато експертів вважають, що приблизно 80 % населення нашої країни споживає недостатню кількість есенціальних жирних кислот. Щоденна потреба в них дорівнює 10–20 % від загальної кількості одержуваних калорій. Недостатність цих нутрієнтів становить серйозну загрозу для здоров'я [5, 6].

Найбільшу увагу фахівців в області лікувально–профілактичного харчування приваблює можливість використання  $\omega$ -3 і  $\omega$ -6 жирних кислот.

© В.В. Анан'єва, Л.В. Кричковська, А.П. Белінська, С.О.Петров, 2016

Відомо, що імуномодуючий ефект елементарного надходження ПНЖК реалізується відповідно до їх кількості в раціоні, інгредієнтним складом, співвідношенням ПНЖК і насичених жирних кислот, ПНЖК  $\omega$ -6 і ПНЖК  $\omega$ -3, а також наявністю антиоксидантів. У нормах фізіологічних потреб для різних груп населення введений рекомендований рівень адекватного споживання  $\omega$ -6 і  $\omega$ -3 жирних кислот для дорослих, що становить відповідно 8–10 г / добу і 0,8–1,6 г / добу [7].

Згідно методичних рекомендацій «Рекомендовані рівні споживання харчових і біологічно активних речовин» адекватний рівень споживання жирних кислот сімейства  $\omega$ -3 становить 1 г, а сімейства  $\omega$ -6 – 10 г при співвідношенні  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 = 10:1 [3].

Наведені дані вказують, що практично всі рослинні олії, що традиційно використовуються в харчуванні, не відповідають потрібним співвідношенням  $\omega$ -6:  $\omega$ -3 ПНЖК. Одним з етапів у перетворенні традиційного продукту в продукт з підвищеною біологічною ефективністю є зміна складу жирової фази шляхом підбору збалансованої за кількістю та співвідношенням ПНЖК жирової основи. В даний час ведеться активна робота з купажування рослинних олій з метою розробки продуктів харчування оздоровчого призначення.

У складі подібних купажів використовують як традиційні (соєву, соняшникову, кукурудзяну, оливкову) рослинні олії, так і нетрадиційні (наприклад, лляну) [8]. Ринок купажованих олій стимулюється попитом споживача на продукти здорового харчування, що створює безперечну маркетингову і комерційну перспективу для виробників. Проте на практиці змішування різних видів олій часто викликано економічними міркуваннями (розбавлення оливкової, соняшnikової більш дешевшими оліями), а не необхідністю поліпшення їх споживчих властивостей, зокрема складу ПНЖК. Збільшення частки купажованих олій можна також пояснити і прагненням виробників олій розширити асортимент продукції [8, 9]. Розробка купажів рослинних олій, цілеспрямовано збалансованих за жирнокислотним складом, збагачених біологічно активними речовинами та вітамінами, дозволяє створювати жирові продукти з високою біологічною цінністю, стабільні до окислювального псування при зберіганні і термічній обробці [10, 11]. В результаті проведених досліджень встановлено, що на сьогоднішній день на олійно-жировому ринку неухильно росте частка купажованих олій. При цьому нормативна база в області їх технології та оцінці якості поки що недосконала, оскільки не вирішує питання їх жирнокислотного складу [12, 13].

Купажовані олії, що на даний час виробляються в Україні та у пострадянських країнах, можна умовно поділити на такі групи:

– вітамінізовані купажовані олії з відносно невисокою вартістю, що мають збалансований склад ПНЖК, але стабілізовані від окислювального псування компонентами синтетичного походження [14];

– вітамінізовані купажовані олії, що мають високу вартість, збагачені біологічно активними речовинами, які входять до складу так званих екзотичних олій, що додаються – олій шипшини, зародків пшениці, гарбузової, кедрової, лляної та інших, – і не збалансовані за складом ПНЖК [15].

Але, виходячи з сучасних тенденцій, спрямованих на створення продуктів харчування з підвищеною біологічною цінністю та подовженими термінами зберігання, треба звернути увагу також на вторинні продукти переробки сокових, плодовоовочевих та виноробних виробництв. Дані продукти збагачені на природні антиоксиданти а також мають різноманітний мікро- та макроелементний склад, завдяки чому здатні підвищити біологічну цінність та терміни зберігання готових продуктів харчування [16, 17]. Збереження максимальної кількості біологічно активних речовин досягається завдяки сприятливим умовам висушування відходів рослинної сировини – активаційний метод сушіння продукту з одночасним подрібненням його в порошок. Отримані таким способом порошки рослинної сировини виявляють собою повноцінні джерела біологічно активних речовин та здатні зберегти рослинні олії та продукти харчування на їх основі від окислювального псування, подовжити терміни зберігання та збагатити на біологічно активні речовини.

Виходячи з аналізу наукової літератури, актуальним та перспективним на цей час напрямком є пошук антиоксидантів природного походження для стабілізації від окислювального псування емульсійних харчових продуктів – низькокалорійних соусів а також дослідження впливу антиоксидантів з рослинної сировини в олійній основі для виготовлення емульсійних продуктів на здатність до окиснення. Для досягнення поставленої мети необхідно:

– дослідити фізико-хімічні показники складових олійної основи та порошоків рослинного походження, жирнокислотний склад досліджуваних рослинних олій;

– визначити і проаналізувати біологічну цінність порошоків рослинної сировини та досліджуваних рослинних олій;

– дослідити вплив антиоксидантів купажованої олії (зокрема токоферолів) і природних антиоксидантів порошоків рослинного походження на збільшення періоду індукції окиснення триацилгліцеринів олій;

– запропонувати раціональне співвідношення купажованої олії та порошку рослинного походження

в емульсійних продуктах харчування оздоровчого призначення.

#### Виклад основного матеріалу досліджень.

При виконанні роботи згідно з поставленими задачами користувалися загальноприйнятими методами досліджень, у тому числі газорідною хроматографією, спектрофотометрією. Експерименти проводилися у трикратному повторенні. Результати досліджень оброблено з використанням методів математичної статистики: визначення відносної похибки при довірчій імовірності  $P = 95\%$ .

Відбір та підготовку проб жирової сировини проводили згідно з ДСТУ 4349:2004 «Олії рослинні. Методи відбирання проб» та ДСТУ ISO 661:2004 «Жири тваринні і рослинні та олії. Готування випробного зразка».

Визначення масової частки вологи та летких речовин олій проведено згідно ДСТУ ISO 662:2004. Визначення колірного числа олій проведено згідно ДСТУ 4568:2006. Визначення числа омилення олій проведено згідно ДСТУ 4604:2006. Визначення вмісту неомильних речовин олій проведено згідно ДСТУ ISO 3596:2004. Визначення анізидинового числа олій проведено згідно ДСТУ ISO 6885 –

2002. Визначення кислотного числа рослинних олій проведено згідно ДСТУ 4350:2004. Визначення пероксидного числа рослинних олій проведено згідно ДСТУ 4570:2006

Жирнокислотний склад олій визначали згідно з ГОСТ 30418–96 методом газорідної хроматографії.

Фізико-хімічні показники порошоків рослинної сировини визначено згідно з Державною Фармакопеєю СРСР [18].

Визначення суми поліфенольних речовин зразків порошоків рослинної сировини (у перерахунку на кверцетин) проведено згідно з Державною Фармакопеєю СРСР [18].

У якості складових купажу рослинних олій для виробництва емульсійних продуктів харчування оздоровчого призначення нами було обрано соняшникову, лляну та кукурудзяну олії. Соняшникова та кукурудзяна олії у якості складових купажу обрані у першу чергу як економічно доступні та багаті на токофероли. Лляна олія представляє собою джерело таких ПНЖК як лінолева та ліноленова, які є дефіцитними у харчуванні середньостатистичного українця. У табл. 1. представлені органолептичні та фізико-хімічні показники рослинних олій, що досліджувалися. Також визначено жирнокислотний склад олій для купажу. Результати досліджень представлені в табл.2.

Таблиця 1. Показники якості рослинних олій.

Показники	Олія		
	лляна	кукурудзяна	соняшникова
Прозорість	Прозора без осаду		
Кольорове число, мг йоду	0,23	0,30	0,25
Масова частка вологи і летких речовин, %	0,05	0,050	0,07
Масова частка фосфоровмісних речовин, %: в перерахунку на стеароолеолецитин в перерахунку на $P_2O_5$	Відсутність		
Мило (кількісна проба)	Відсутність		
Масова частка неомильованих речовин, %	Відсутність		
КЧ, мгКОН/г	0,20	0,22	0,15
ПЧ, ммоль $\frac{1}{2}$ O /кг	0,50	0,80	0,65
АЧ, у.о.	1,20	3,05	2,57
Колірне число, мг $I_2$	0,30	0,30	0,25

Таблиця 2. Жирнокислотний склад рослинних олій

Жирні кислоти, % до суми	Найменування олії		
	лляна	кукурудзяна	соняшникова
$C_{16:0}$	6,47	10,85	6,25
$C_{16:1}$	–	5,61	–
$C_{18:0}$	2,49	24,09	4,35
$C_{18:1}$	43,44	1,05	22,53
$C_{18:2}$	32,89	49,58	65,74
$C_{18:3}$	13,00	7,72	–
$C_{20:0}$	0,25	0,48	0,26
$C_{20:1}$	–	0,20	–
$C_{22:0}$	0,57	0,42	0,67
$C_{22:1}$	0,70	–	–
$C_{24:0}$	0,19	–	0,20
Разом	100,00	100,00	100,00

Для розрахунку складу купажованої олії масові долі рослинних олій розраховано з необхідності отримання співвідношення ПНЖК  $\omega-6:\omega-3=(5:1)$ . Результати розрахунку співвідношення компонентів купажованої олії для конкретних зразків олій дали таке рішення: кукурудзяна олія –  $60\pm 2\%$ ; лляна олія –  $25\pm 2\%$ ; соняшникова олія –  $15\pm 2\%$ . Таким чином,

обґрунтовано олійну основу для емульсійних продуктів оздоровчого харчування, що збалансована за складом ПНЖК.

Наступним етапом роботи є визначення фізико-хімічних показників порошоків рослинної сировини для обрання біологічно активної складової емульсійного продукту оздоровчого харчування. Результати досліджень представлені у табл. 3.

Таблиця 3. Фізико-хімічні показники сухих рослинних концентратів

Найменування показника	Шкірка винограду сорту Чорна перлина	Шкірка винограду сорту Мускат Білий	Томат	Цедра апельсину	Яблуко червоне
Масова доля води, %	12,0	12,0	16,0	13,5	14,0
Масова частка загальної золи, %	7,0	8,0	5,0	3,8	6,5
Масова частка золи, нерозчинної у 10% розчині хлористоводневої кислоти, %	1,5	2,1	1,9	1,4	1,8
Органічні домішки, %	3,0	3,0	4,0	3,5	3,5
Мінеральні домішки, %	0,5	0,8	1,0	0,4	1,0

Визначені показники табл. 3 відповідають нормам [18], а тому досліджені зразки порошоків рослинної сировини можуть виступати джерелом природних антиоксидантів в емульсійних продуктах харчування оздоровчого призначення. Проведено визначення показників вмісту суми поліфенольних речовин. Згідно з результатами досліджень, максимальний вміст поліфенольних речовин (флавоноїдів) – до 10 % мас., спостерігався у зразку порошку виноградної шкірки сорту Чорна перлина. Таким чином, порошок виноградної шкірки Чорна перлина обрано для збагачення емульсійних продуктів оздоровчого призначення природними антиоксидантами поліфенольної природи. Досліджено антиоксидантну дію поліфенолів порошку

виноградної шкірки на окислювальну стабільність олій. Окислювальну стабільність олій визначено прискореним методом «активного кисню» при температурі  $85\pm 1^\circ\text{C}$  за [19]. Окиснення олій проведено до пероксидного числа (ПЧ) 10 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/kg, зважаючи на недоцільність подальшого окиснення з точки зору безпеки продукту. У якості контролю-1 використано олію соняшкову рафіновану, контролю-2 – купажовану олію. На рис. 1 графічно відображено результати динаміки окиснення зразків олій при температурі  $85\pm 1^\circ\text{C}$  з додаванням 1,2 % мас. порошку винограду порівняно з контрольними зразками. Дану концентрацію порошку обрано з огляду на органолептичні характеристики готового продукту (з наданням готовому продукту характерного кольору «Ткемалі»).

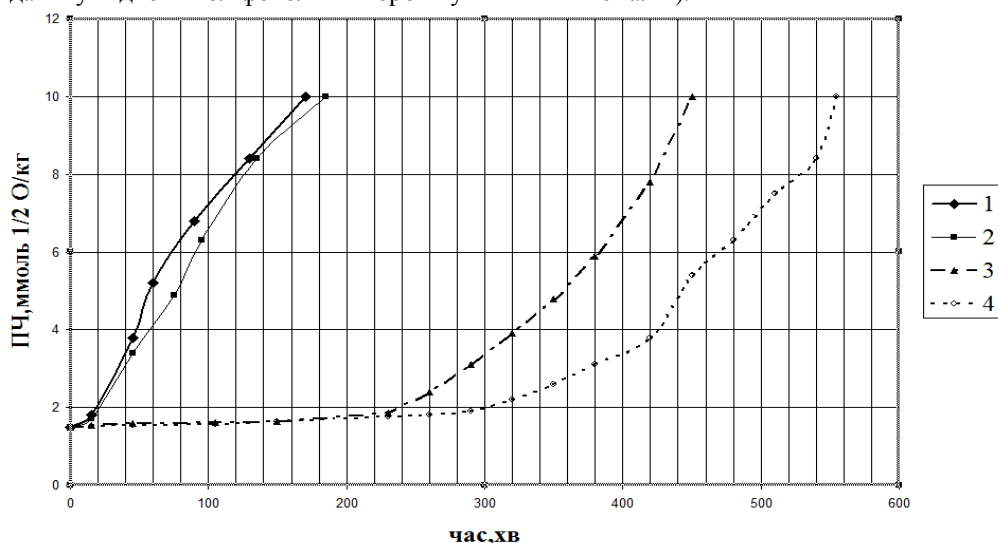


Рис. 1. Динаміка прискореного окиснення: 1 – рафінована соняшникова олія (контроль-1); 2 – рафінована соняшникова олія з додаванням порошку винограду 1,2 % мас. (контроль-2), 3 – купажована олія, 4 – купажована олія з додаванням порошку винограду 1,2 % мас.

Як видно з графіків, у той час, як ПЧ контролю–1 (рафінованої соняшникової олії) досягло 10 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/кг на 170±5 хвилині окиснення, ПЧ контролю–2 (рафінованої соняшникової олії з добавкою порошку винограду 1,2 % мас.) – на 185±5 хвилині, тобто добавка порошку винограду практично не збільшує період індукції контролю (соняшникової олії). ПЧ купажованої олії з добавкою порошку винограду 1,2 % мас. досягло 10 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/кг на 555±10 хвилині окиснення, а вихідної купажованої олії – на 480±10 хвилині. Причому в перші 180±5 хвилин окиснення підвищення ПЧ вихідної купажованої олії та з додаванням 1,2 % мас. порошку винограду майже не спостерігалось; з 180±5 до 210±5 хвилин окиснення вміст пероксидів в оліях зростає (ПЧ зростають з 1,5 до 1,8 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/кг у вихідній купажованій олії та з 1,5 до 1,7 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/кг у купажованій олії з додаванням 1,2 % мас. порошку винограду); а з 180±5 по 420±10 хвилини окиснення накопичення пероксидів у купажованій олії з додаванням 1,2 % мас. порошку винограду знову призупиняється (ПЧ зростають з 1,7 до 3,8 ммоль  $\frac{1}{2}$  O/кг). Після цього окиснення купажованої олії з додаванням порошку винограду перетікає аналогічно контрольним зразкам.

Як видно з графіків на рисунку 1, період індукції окиснення при температурі 85±1 °C купажованої олії з додаванням 1,2 % мас. порошку винограду збільшується в 1,2 рази у порівнянні з вихідною купажованою олією. А період індукції контролю–1 (рафінованої соняшникової олії) практично дорівнює періодові індукції контролю–2 (рафінованої соняшникової олії з додаванням 1,2 % мас. порошку винограду).

Таким чином, можна говорити про те, що антиоксиданти купажованої олії (зокрема токоферолі) і поліфеноли винограду мають неадитивний вплив на збільшення періоду індукції окиснення триацилгліцеринів олій. А це, у свою чергу, дозволяє виробляти продукти харчування на олійній основі з пролонгованими термінами зберігання без додавання штучних консервантів.

#### **Висновки та перспективи подальшого розвитку даного напрямку.**

В результаті проведених досліджень:

- визначено фізико-хімічні показники складових олійної основи та зразків порошоків рослинного походження, жирнокислотний склад досліджуваних рослинних олій;
- запропоновано склад купажованої олії із співвідношенням ПНЖК  $\omega-6:\omega-3=(5:1)$ ;
- визначено і проаналізовано біологічну цінність порошоків рослинної сировини та досліджуваних рослинних олій, обрано рослинну складову для збагачення емульсійних

продуктів оздоровчого харчування;

– обрано порошок виноградної шкірки сорту Чорна перлина як додаткове джерело природних антиоксидантів в емульсійних продуктах харчування оздоровчого призначення;

– визначено вплив антиоксидантів купажованої олії (зокрема токоферолів) і антиоксидантів виноградної шкірки сорту Чорна перлина на збільшення періоду індукції окиснення триацилгліцеринів олій.

В основу наступних досліджень буде покладено отримання математичного опису залежності періоду індукції прискореного окиснення купажованої олії від вмісту в ній токоферолів та поліфенолів.

**Список літератури:** 1. Про схвалення Концепції Загальнодержавної цільової соціальної програми «Здорова нація» на 2009–2013 роки [Електроний ресурс] : розпорядження кабінету міністрів України № 731–р від 21 травня 2008 року. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/731-2008-%D1%80>. – Останній доступ : 2016. – Назва з екрану. 2. *Роляков, Н.В.* Мировые тенденции на рынке ингредиентов: основной приоритет – здоровое питание / *Н.В. Роляков* // Молочная промышленность. 2007. – № 10. – С. 11–12. 3. *Скорюкин А.П.* Купажированные растительные масла со сбалансированным жирнокислотным составом для здорового питания / *А.П. Скорюкин, А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова* // Масложировая промышленность. 2002. – № 2. – С. 26–27. 4. *Lindsay Allen.* Guidelines on food fortification with micronutrients / *Lindsay Allen, Bruno de Benoist, Omar Dary, Richard Hurrell* // World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations. – France : WHO, 2006. – 370 p. 5. *Спиричев, В. Б.* Обогащение пищевых продуктов микронутриентами – надежный путь оптимизации их потребления / *В.Б. Спиричев, В.В. Трихина, В.М. Позняковский* // Ползуновский вестник. 2012. – № 2/2. – С. 9 – 15. 6. *Товажнянский Л.Л., Бужало С.И., Денисова А.С., Демидов И.М., Капустенко П.О., Арсеньева О.П., Білоус О.В., Ольховська О.І.* Загальна технологія харчової промисловості у прикладах і задачах (інноваційні заходи). Підручник. – К.: «Центр учбової літератури». 2016. – 470 с. 7. *Белоус О.В., Демидов И.Н., Бужало С.И.* Антиоксидантная активность экстракта ореха грецкого по отношению к маслам различного жирнокислотного состава. Оралдын гылым жаршысы. – Уральск: «Фирма Сервер+», 2015. – № 5 (136). С. 90–95. 8. *Chavarro J.M.* Dietary fatty acid intake and the risk of ovulatory infertility / *J.M. Chavarro, J.W. Rich-Edwards, B.A. Rosner, W.S. Willet* // *Am. J. Clin. Nutr.* 2007. – Vol. 85. – №1. – P. 231–237. 9. *Григорьева В.Н.* Смеси растительных масел – биологически полноценные продукты / *В.Н. Григорьева, А.Н. Лисицин* // Масложировая промышленность. 2005. – №1. – С.15–17. 10. *Окара А.И.* Управление жирнокислотным составом и потребительскими свойствами растительных масел-смесей путем оптимизации рецептур / *А.И. Окара, К.Г. Земляк, Т.К. Каленик* // Масложировая промышленность. 2009. – №2. – С. 8–10. 11. *Albanes D.* Vitamin supplements and cancer prevention: where do randomized controlled trials stand / *D. Albanes* // *Journal of the National Cancer Institute.* 2009. – Vol. 101 (1). – P. 2–4. 12. *Белінська А.П.* Розробка сквалєнвмісної сумішевої олії зі збалансованим складом поліненасичених жирних кислот / *А.П. Белінська, Л.В. Кричківська, Н.І. Черевична* // Східноєвропейський журнал передових технологій. – Харків: Технологічний

центр. 2010. – № 3/8 (45). – С. 68–70. **13.** Долголюк И.В. Растительные масла функциональные продукты питания. / И.В. Долголюк, Л.В. Терещук, М.А. Трубникова, К.В. Старовойтова // Техника и технология пищевых производств. 2014. – №2 (33) – С. 122–125. **14.** Зайцева Л.В. Роль жирных кислот в питании человека и при производстве пищевых продуктов / Л.В. Зайцева // Масложировая промышленность. 2010. – №5. – С.11–15. **15.** Григорьева В.Н. Факторы, определяющие биологическую полноценность жировых продуктов / В.Н. Григорьева, А.Н. Лисицин // Масложировая промышленность. 2002. – №2. – С. 14–17. **16.** Давиденко Н.В. Нерациональное харчування – ризик для здоров'я / Н.В. Давиденко, І.П. Смирнова, І.М. Горбась, О.О. Кваша // Укр. терапевтичний журнал. 2002. – №3. – С. 26–29. **17.** Тутельян В.В. Функциональные жировые продукты в структуре питания / В.В. Тутельян, А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова // Масложировая промышленность. 2009. – №6. – С.6–9. **18.** Кригман Е.С. Антиоксиданты для масложировых продуктов / Е.С. Кригман // Масложировая промышленность. 2006. – №3. – С. 26. **19.** Yokohira M. Antioxidant Effects of Flavonoids Used as Food Additives (Purple Corn Color, Enzymatically Modified Isoquercitrin, and Isoquercitrin) on Liver Carcinogenesis in a Rat Medium-Term Bioassay / M Yokohira; K Yamakawa; K Saoo; Y Matsuda; K Hosokawa; N Hashimoto; T Kuno; K Imaida // Journal of Food Science. 2008. – Vol. 73 (7). – P. 561–568. **18.** Государственная Фармакопея СССР (XI издание, выпуск 2 «Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье») [Электронный ресурс] / Ю. Г. Бобков [и др.]. – Режим доступа: <http://www.alppp.ru/law/hozajstvennaja-dejatelnost/promyshlennost/35/gosudarstvennaja-farmakopeja-sssr---izdanie--vypusk-1--obschie-metody-analiza.html>. – Последний доступ : 2016. – Название с экрана. **21.** DSTU ISO 6886-2003 Жири тваринні і рослинні та олії. Визначання стійкості до окислювання (Прискорена проба на окислюваність) (ISO 7847:1987, IDT) – Введ. 2006–01–01. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2007. – 10 с.

**Bibliography (transliterated):** **1.** Pro skhvalennia Kontseptsii Zahalnodержавnoi tsilovoi sotsialnoi prohramy "Zdorova natsiia" na 2009–2013 roku: rozporiadzhennia kabinetu ministriv Ukrainy № 731–r vid 21 travnia 2008 roku.: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/731-2008-%D1%80>. **2.** Roliakov, N. V. Myrovyte tendentsy na rynku ynhredyentov: osnovnoi pryorytet – zdorove pytanye / N. V. Roliakov // *Molochnaia promyshlennost*. – 2007. – № 10 – P. 11–12. **3.** Skoriukyn A.P. Kupazhyrovannye rastytelnye masla so sbalansyrovannym zhyrnokyslotnym sostavom dlia zdorovoho pytania / A.P. Skoriukyn, A.P. Nechaev, A.A. Kochetkova. // *Maslozhyrovaia promyshlennost*. – 2002. – № 2 – P. 26–27. **4.** Lindsay Allen. Guidelines on food fortification with micronutrients / Lindsay Allen, Bruno de Benoist, Omar Dary, Richard Hurrell // World Health Organization, Food and Agricultural Organization of the United Nations. – 2006. – 370 p. – ISBN 92 4 159401 2. **5.** Spyrychev V. B. Obobshchene pyshchevykh produktov mykronutryentamy – nadezhnyi put optymizatsyy ykh potreblenya / V. B. Spyrychev, V. V. Trykhyzna., V. M. Pozniakovskiy. // *Polzunovskiy vestnyk*. – 2012. – № 2/2 – P. 9–15. **6.** Tovazhnjans'kij L.L.,

Bukhhalo S.I., Denisova A.E., Demidov I.M., Kapustenko P.O., Arsen'eva O.P., Bilous O.V., Ol'hov'ska O.I. Zagal'na tehnologija harchovoi promislivosti u prikkladah i zadachah (innovacijni zahodi). Pidruchnik. – K.: «Centr uchbovoi literatury». 2016. – 470 p. **7.** Belous O.V., Demidov I.N., Bukhhalo S.I. Antioksidantnaja aktivnost' ekstrakta oreha greckogo po otnosheniju k maslam razlichnogo zhyrnokyslotnogo sostava. Oraldyn gylm zharshysy. – Ural'sk: «Firma Server+», 2015. – № 5 (136). P. 90–95. **8.** Chavarro J.M. Dietary fatty acid intake and the risk of ovulatory infertility / J.M., Chavarro, J.W Rich-Edwards, B.A Rosner, W.S. Willet // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2007. – 85 – №1 – P.231–237. **9.** Hryhoreva V.N. Smesy rastytelnykh masel – byolohychesky polnotsennye produkty / V.N. Hryhoreva., A.N Lysytsyn // *Maslozhyrovaia promyshlennost*. – 2005. – № 1 – P. 15–17. **10.** Okara A.Y. Upravlenye zhyrnokyslotnym sostavom y potrebytel'skymy svoystvamy rastytelnykh masel-smesei putem optymizatsyy retseptur / A.Y. Okara., K.H.Zemliak., T.K Kalenyk. // *Maslozhyrovaia promyshlennost*. – 2009. – № 2. – P. 8–10. **11.** Albanes D. Vitamin supplements and cancer prevention: where do randomized controlled trials stand / D. Albanes // *Journal of the National Cancer Institute*. – 2009. – № 101 (1) – P. 2–4. **12.** Bielinska A.P. Rozrobka skvalenvmisnoi sumishevoi olii zi zbalansovannym skladom polinenasychenykh zhyrnykh kyslot / A.P. Bielinska., L.V Krychkovska., N.I Cherevychna. // *Skhidnoievropeyskyi zhurnalпередovykh tekhnolohii*. – Kharkov: Technology center – 2010. – № 3/8 (45) – P. 68–70. **13.** Dolholiuk Y.V. Rastytelnye masla funktsyonalnye produkty pytania. / Y.V Dolholiuk, L.V., Tereshchuk, M.A Trubnykova., K.V Starovoitova. // *Tekhnika y tekhnolohiya pyshchevykh proyzvodstv*. – 2014. – №2 (33) – P. 122–125. **14.** Zaitseva L.V. Rol zhyrnykh kyslot v pytanyu cheloveka y pry proyzvodstve pyshchevykh produktov / L.V Zaitseva // *Maslozhyrovaia promyshlennost*. – 2010. – № 5 – P. 11–15. **15.** Hryhoreva V.N. Faktory, opredeliaiushchye byolohycheskuiu polnotsennost zhyrovykh produktov / V.N., Hryhoreva, A.N. Lysytsyn // *Maslozhyrovaia promyshlennost*. – 2002. – № 2 – P. 14–17. **16.** Davydenko N.V. Neratsionalne kharchuvannia – ryzyk dlia zdorovia / N.V. Davydenko, I.P.Smyrnova, I.M. Horbas, O.O. Kvasa // *Ukr. terapevtychnyi zhurnal*. – 2002. – №3 – P. 26–29. **17.** Tutelian V.V. Funktsyonalnye zhyrovye produkty v strukture pytania / V.V. Tutelian, A.P. Nechaev., A.A Kochetkova. // *Maslozhyrovaia promyshlennost*. – 2009. – № 6 – P. 6–9. **18.** Kryhman E.S. Antyoksydanty dlia maslozhyrovykh produktov / E.S. Kryhman // *Maslozhyrovaia promyshlennost*. – 2003. – № 6 – P. 26. **19.** Yokohira M. Antioxidant Effects of Flavonoids Used as Food Additives (Purple Corn Color, Enzymatically Modified Isoquercitrin, and Isoquercitrin) on Liver Carcinogenesis in a Rat Medium-Term Bioassay / M. Yokohira, K. Yamakawa, K. Saoo, Y. Matsuda, K. Hosokawa, N. Hashimoto, T. Kuno, K. Imaida // *Journal of Food Science*. – 2008. – № 73 (7) – P. 561–568. **20.** Yu. H. Bobkov [y dr.]. Hosudarstvennaia Farmakopeia SSSR (XI yzdanie, vypusk 2 «Obshchye metody analiza. Lekarstvennoe rastytelnoe syre»): <http://www.alppp.ru/law/hozajstvennaja-dejatelnost/promyshlennost/35/gosudarstvennaja-farmakopeja-sssr---izdanie--vypusk-1--obschie-metody-analiza.html>. **21.** DSTU ISO 6886-2003. Zhyry tvarynni i roslynni ta olii. Vyznachannia stiikosti do okysliuvannia (Priskorena proba na okysliuvanist) [Animal fats and oils and vegetable. Determination of the oxidation (accelerated oxidation test for)]. (ISO 7847:1987, IDT) – Vved. 2006–01–01. K. : DP «UkrNDNTS», 2007, 10.

Поступила (received) 18.07.2016



*Библиографические описания / Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions*

**Повышение антиоксидантной устойчивости жировой основы эмульсионных продуктов питания оздоровительного назначения / В. В. Ананьева, Л. В. Кричковская, А. П. Белинская, С. А. Петров // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 75–81. – Бібліогр.: 21 назв. – ISSN 2220- 4784.**

**Підвищення антиоксидантної стійкості олійної основи емульсійних продуктів харчування оздоровчого призначення / В. В. Анан'єва, Л. В. Кричківська, А. П. Белінська, С. О. Петров // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 75–81. – Бібліогр.: 21 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Improvement of antioxidant stability of oil base of emulsion products for health improvement purposes / V. V. Ananieva, L. V. Krychkovska, A. P. Belinska, S. A. Petrov // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – P. 75–81. – Bibliogr.: 21 titles. – ISSN 2220-4784.**

*Сведения об авторах / Відомості про авторів / About the Authors*

**Ананьева Валерия Викторовна** – аспирант кафедры органического синтеза и нанотехнологий, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380964119996; e-mail: [valeriya.ananieva@gmail.com](mailto:valeriya.ananieva@gmail.com)

**Ananieva Valeriya Viktorovna** – Phd student, Department of Organic Synthesis and nanotechnology National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380964119996; e-mail: [valeriya.ananieva@gmail.com](mailto:valeriya.ananieva@gmail.com)

**Анан'єва Валерія Вікторівна** – аспірант кафедри органічного синтезу і нанотехнологій, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380964119996; e-mail: [valeriya.ananieva@gmail.com](mailto:valeriya.ananieva@gmail.com)

**Кричковская Лидия Васильевна** – доктор биологических наук, заведующий кафедрой органического синтеза и нанотехнологий, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380967910364; e-mail: [krichkovska@kpi.kharkov.ua](mailto:krichkovska@kpi.kharkov.ua)

**Krichkovska Lidiya Vasylijevna** – Doctor of Biological Sciences, head of department of Organic Synthesis and nanotechnology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380967910364; e-mail: [krichkovska@kpi.kharkov.ua](mailto:krichkovska@kpi.kharkov.ua)

**Кричківська Лідія Василівна** – доктор біологічних наук, завідувач кафедрою органічного синтезу і нанотехнологій, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380967910364; e-mail: [krichkovska@kpi.kharkov.ua](mailto:krichkovska@kpi.kharkov.ua)

**Белинская Анна Павловна** – кандидат технических наук, доцент кафедры органического синтеза и нанотехнологий, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380966042906; e-mail: [belinskaja.a.p@gmail.com](mailto:belinskaja.a.p@gmail.com)

**Belinska Anna Pavlivna** – candidate of technical sciences, associate professor, department of Organic Synthesis and nanotechnology, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380966042906; e-mail: [belinskaja.a.p@gmail.com](mailto:belinskaja.a.p@gmail.com)

**Белінська Анна Павлівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри органічного синтезу і нанотехнологій, тел.: +380966042906; e-mail: [belinskaja.a.p@gmail.com](mailto:belinskaja.a.p@gmail.com)

**Петров Сергей Александрович** – старший преподаватель кафедры органического синтеза и нанотехнологий, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: +380634712705; e-mail: [petrowsa@gmail.com](mailto:petrowsa@gmail.com)

**Petrov Sergey Aleksandrovich** - Senior lector Department of Organic Synthesis and nanotechnology National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», tel. : +380634712705 e-mail: [petrowsa@gmail.com](mailto:petrowsa@gmail.com)

**Петров Сергій Олександрович** – старший викладач кафедри органічного синтезу і нанотехнологій, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: +380634712705, e-mail: [petrowsa@gmail.com](mailto:petrowsa@gmail.com)

УДК: 577.352.336: 613.165: 621.373.8

Т. В. ФАЛАЛЄВА, В. Б. ДІСТАНОВ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ФОРМАЗАНОНАФТАЛІМІДІВ

В даній статті розглянуті питання синтезу, дослідження і технологія отримання формазаонафталімідів. Синтезовані сполуки можуть застосовуватись в якості органічних люмінофорів жовто-зеленого світіння з підвищеною світлостійкістю. Наведена методика синтезу формазаонафталімідів, що мають у своїй структурі фрагмент з розвинутою хромофорною системою. Описано властивості отриманих сполук. Розглянуті деякі технологічні рішення отримання формазаонафталімідів.

**Ключові слова:** формазаонафталіміди, синтез, дослідження, люмінесценція, технологія отримання, технологічні параметри, принципова схема, органічні люмінофори.

В данной статье рассмотрены вопросы синтеза, исследования и технологии получения формазаонафталимидов. Синтезированные соединения могут применяться в качестве органических люминофоров желто-зеленого свечения с высокой светостойкостью. Приведена методика синтеза формазаонафталимидов, которые содержат в своей структуре фрагмент с разветвленной хромофорной системой. Описаны свойства синтезированных соединений. Рассмотрены некоторые технологические решения получения формазаонафталимидов.

**Ключевые слова:** формазаонафталимиды, синтез, исследование, люминесценция, технология получения, технологические параметры, принципиальная схема, органические люминофори.

This article describes the synthesis of the issues of research and technology for f formazanaphthalimidy. The synthesized compounds can be used as an organic phosphor yellow-green luminescence with high lightfastness. The methods of synthesis formazanaphthalimidov which contain in their structure a branched moiety chromophoric system. The properties of the synthesized compounds. Certain technological solutions produce formazanaphthalimidy.

**Keywords:** formazanaphthalimidy, synthesis, research, luminescence, technology of production, technological parameters, principal scheme, organic luminofo.

**Вступ.** В умовах сучасного розвитку інноваційних технологій [1] актуальною проблемою є синтез, дослідження і розробка методів отримання органічних люмінофорів з заданими властивостями. Зацікавленість синтезом та дослідженням формазаонафталімідів обумовлена тим, що вони мають у своїй будові фрагменти нафталевої кислоти, і заміщенні трифенілформазаону, що дає можливість розширити їх галузь застосування.

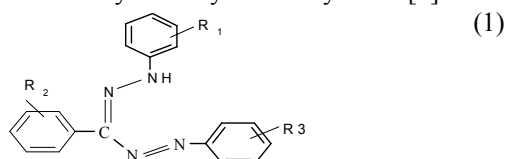
Останнім часом набуває актуальності використання формазанів в медицині в якості індикаторів ракових клітин. З цим пов'язано синтез та дослідження формазанів з новими якостями.

**Аналіз основних досягнень і літератури.** Питання синтезу, вивчення властивостей та застосування формазанів присвячені роботи таких вчених, як Б. І. Бузикін, Г. Н. Ліпунова, Л. П. Сисоева та ін. Синтезу і технології отримання нових сполук з люмінесцентними властивостями досліджували Б. М. Красовицький, Б. М. Болотін, В. М. Шершуков, К. Е. Барикін, Б. В. Гриньов. Однак серед даних досліджень не було знайдено інформації щодо синтезу, технології отримання формазаонафталімідів.

**Мета дослідження.** Метою даної роботи є розробка методів синтезу нових похідних нафталевої кислоти, що містять у своїй структурі частки формазанів. Розробка методів практичного застосування як люмінесцентних матеріалів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Відомо, що 1,3,5-тріарилформазани (1) застосовуються в якості барвників і мають біологічну активність, але не мають люмінесцентних властивостей, що значно обмежує їх галузь застосування [2].



де: R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> = H, -OAlk, -Alk, -Cl, -NO<sub>2</sub>, -SO<sub>3</sub>H, -OMe.

З іншого боку, нафталевий ангідрид, а також відповідні нафталіміди не люмінесціюють. Якщо в одній молекулі поєднати дві хромофорні групировки, і, таким чином, подовжити ланцюг спряження донорних та акцепторних замісників, то це може привести до появи люмінесцентних властивостей. Таке поєднання двох хромофорних угруповань дає можливість отримання органічних люмінофорів жовто-зеленого світіння [3]. Нами була застосована наступна схема для отримання формазаону, що мають у своєму складі угруповання нафталевого ангідриду [4]. По-перше ми отримали 1-[п-(4-фенілнафталойл)]-3,5-дифенілфор-мазану взаємодією 4-бромнафталевого ангідриду з 1-(п-бромфеніл)-3,5-дифенілформазаном кип'ятінням в диметилформааміді в присутності мідного порошку та бромистої міді.

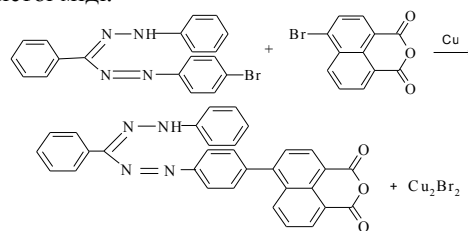


Рис. 1. Отримання 4-(3',5'-дифенілформазаано-1')-фенілнафталевого ангідриду

Автори вказують, що 4-(3',5'-дифенілформазаано-1')-фенілнафталевий ангідрид є досить ефективним люмінофором ( $\lambda_{\text{макс.люм.}}$  у толуолі 510 нм, абсолютний квантовий вихід  $\eta = 0.84$ ) [4]. Однак, недоліком цієї сполуки є нестабільна її структура, яка може в луговому середовищі змінювати свої спектральні властивості. Тому, далі взаємодією з гідроксіалкіламіном в середовищі оцтової кислоти, етиленгліколі або в диметилформааміді отримали відповідний імід:

© Т.В. Фалалєва, В.Б. Дістанов, 2016

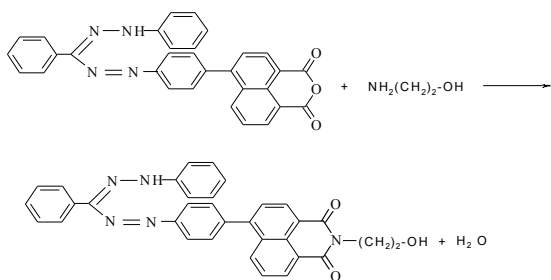


Рис. 2. Отримання 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Для підтвердження цих даних були проведені спектрально-люмінесцентні дослідження. Спектри поглинання були визначені на спектрофотометрі «Spekord M-40», спектри люмінесценції на спектрофлуориметрі «Hitachi 4000» (таблиця 1).

Таблиця 1 – Спектральні характеристики синтезованих сполук в толуолі

№	Сполука			Поглинання		Люмінесценція	
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	n	λ <sub>макс</sub> , нм	ε·10 <sup>-4</sup>	λ <sub>макс</sub> , нм	η
1	H	H	2	341; 407	1,69	512	0,82
2	CH <sub>3</sub>	H	3	340; 407	1,54	509	0,79
3	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	H	2	342; 406	1,48	515	0,77
4	Cl	H	3	339; 405	1,59	510	0,83
5	OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	H	3	340; 409	1,61	517	0,79
6	NO <sub>2</sub>	H	2	337; 412	1,49	510	0,69
7	H	CH <sub>3</sub>	3	340; 407	1,38	512	0,82
8	H	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	3	340; 407	1,37	510	0,78
9	H	Cl	2	342; 408	1,33	510	0,75
10	H	NO <sub>2</sub>	3	338; 411	1,51	510	0,66
11	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>	2	349; 415	1,54	509	0,83
12	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	3	336; 405	1,48	510	0,82
13	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>	3	345; 421	1,53	510	0,85

Як видно з таблиці 1, сполуки які синтезовані, мають значну інтенсивність люмінесценції. Абсолютний квантовий вихід знаходиться в межах 0.68–0.84. Стійкість до дії УФ-випромінювання залежить від хімічної структури органічного люмінофору та його концентрації в розчиннику або в будь якій полімерній матриці [5]. Світлостійкість формазано-нафталімідів вивчалась на приборі світлопогоди «Ксенотест-450» по падінню інтенсивності люмінесценції в залежності від часу опромінювання. При цьому інтенсивність люмінесценції органічного люмінофору до опромінювання приймалася за 100 %. Стійкість до дії світла формазано-нафталімідів при концентрації люмінофора в оптимальних кількостях 0.3-0.8 % в розчині найвища.

Приклад 1. Одержання 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Суміш 9.45 г 1-(п-бромфеніл)-3,5-дифенілформазану, 6.9 г 4-бромнафталенового ангідриду, 4 г мідного порошку, 70 мл диметилформаміду кип'ять на протязі 5 годин і фільтрують. Фільтрат охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і відфільтровують отриманий осад. Далі

розчиняють осад 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-феніл-нафталенового ангідриду в 100 мл оцтової кислоти, додають 1.83 мл (0.03 моль) β-оксіетиламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і відфільтровують. Осад, що отримали переносять в колбу з 200 мл 5 %-го розчину карбонату натрію, і кип'ять 30 хвилин. Для видалення нерозчинних у воді домішок відфільтрований осад обробляють 100 мл 10 %-им розчином соляної кислоти при температурі 80-90 °C 30 хв. Отриманий 4-(3',5'-дифенілформазано-1')-[N-(β-оксіетил)]-феніл-нафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 10.35 г (77 %).

Приклад 2. Отримання 4-(3'-феніл-5'-(п-метилфеніл-1')-формазано)-[N-(γ-оксіпропіл)]-фенілнафталіміду. Суміш 9.82 г (0.025 моль) 1-(п-бромфеніл)-3-феніл-5-(п-метилфеніл)-формазану, 7.0 (0.025 моль) г 4-бромнафталенового ангідриду, 4 г мідного порошку, 70 мл диметилформаміду кип'ять 4,5 години, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Розчиняють осад 4-(3'-феніл-5'-(п-метилфеніл-1')-формазано)-нафталенового ангідриду в 100 мл оцтової кислоти, додають 2.25 мл (0.03 моль) γ-оксіпропіламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і фільтрують. Осад обробляють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-метилфеніл-1')-формазано)-[N-(γ-оксіпропіл)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 10.63 г (75 %).

Приклад 3. Синтез 4-(3'-феніл-5'-(п-етилфеніл)-формазано-1')-[N-(γ-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Суміш 10.17 г (0.025 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-феніл-5-(п-етилфеніл)-формазану, 7.0 г (0.025 моль) 4-бромнафталенового ангідриду, 4.5 г мідного порошку, 70 мл піридину кип'ять 5 годин, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Отриманий осад 4-(3'-феніл-5'-(п-етилфеніл)-формазано-1')-нафталенового ангідриду розчиняють в 70 мл етиленгліколю, додають 1.85 мл (0.03 моль) β-оксіетиламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і фільтрують. Осад обробляють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-етилфеніл)-формазано-1')-[N-(γ-оксіетил)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 10.49 г (74 %).

Приклад 4. Отримання 4-(3'-феніл-5'-(п-хлорфеніл)-формазано-1')-[N-(γ-оксіпропіл)]-феніл-нафталіміду. Суміш 10.33 г (0,024 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-(п-хлорфеніл)-5-фенілформазану, 6.9 г (0,024 моль) 4-бромнафталенового ангідриду, 4.5 г мідного порошку, 60 мл хіноліну кип'ять 5 години, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Отриманий осад 4-(3'-феніл-5'-(п-хлорфеніл)-формазано-1')-нафталенового ангідриду розчиняють в 100 мл оцтової кислоти, додають 2.25 мл (0.03 моль) γ-оксіпропіламіну і кип'ять 3 години, охолоджують до кімнатної температури і фільтрують. Отриманий осад обробляють, як наведено в прикладі 1. 4-(3'-Феніл-5'-(п-хлорфеніл)-

формазано-1')-[N-( $\gamma$ -оксипропіл)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 11,16 г (76 %).

Приклад 5. Одержання 4-(3'-феніл-5'-(п-етоксифеніл)-формазано-1')-[N-( $\gamma$ -оксіетил)]-феніл-нафталіміду. Суміш 10,58 г (0,025 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-феніл-5-(п-етоксифеніл)-формазану, 7,0 г (0,025 моль) 4-бромнафталенового ангідриду, 4,5 г мідного порошку, 70 мл диметилформаміду кип'ячать 5 годин, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і відфільтровують отриманий сіро-зелений осад. Осад 4-(3'-феніл-5'-(п-етоксифеніл)-формазано-1')-фенілнафталенового ангідриду розчиняють у 60 мл диметилформаміду, додають 2,25 мл (0,03 моль)  $\gamma$ -оксипропіламіну, суміш кип'ячать 3 години, охолоджують до кімнатної температури і відфільтровують. Осад оброблюють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-етоксифеніл)-формазано-1')-[N-( $\gamma$ -оксіетил)]-

фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 11,2 г (75 %).

Приклад 6. Одержання 4-(3'-феніл-5'-(п-нітрофеніл)-формазано-1')-[N-( $\beta$ -оксіетил)]-фенілнафталіміду. Суміш 10,33 г (0,024 моль) 1-(4-бромфеніл)-3-(п-нітрофеніл)-5-фенілформазану, 6,9 г (0,024 моль) 4-бромнафталенового ангідриду, 4,5 г мідного порошку, 80 мл піридину кип'ячать 5 годин, охолоджують до кімнатної температури, додають 250 мл води і фільтрують. Отриманий сіро-зелений осад 4-(3'-феніл-5'-(п-нітрофеніл)-формазано-1')-фенілнафталенового ангідриду розчиняють у 100 мл оцтової кислоти, додають 2,25 мл (0,03 моль)  $\beta$ -оксіетиламіну, кип'ячать 3 години, охолоджують до кімнатної температури і відфільтровують. Осад оброблюють, як наведено в прикладі 1. Отриманий 4-(3'-феніл-5'-(п-нітрофеніл)-формазано-1')-[N-( $\beta$ -оксіетил)]-фенілнафталімід відфільтровують, промивають водою, сушать. Вихід 9,93 г (68 %). За результатами експерименту отримали наступні дані:

Таблиця 2. Вихід, елементний склад синтезованих сполук

№	Брутто-формула	Вихід, %	Вирахувано			Знайдено		
			N	C	H	N	C	H
1	C <sub>33</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>25</sub>	77	12,99	73,47	4,63	12,87; 13,05	73,12; 73,39	4,59; 4,67
2	C <sub>35</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>29</sub>	75	12,35	74,04	5,11	12,31; 12,38	73,92; 73,97	5,13; 5,15
3	C <sub>35</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>29</sub>	74	12,35	74,04	5,11	12,29; 12,34	73,91; 73,94	5,13; 5,15
4	C <sub>34</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>26</sub> Cl	76	11,92	69,44	4,43	11,97; 11,93	69,36; 69,72	4,31; 4,38
5	C <sub>36</sub> N <sub>5</sub> O <sub>4</sub> H <sub>31</sub>	75	11,73	72,36	5,19	11,63; 11,65	72,39; 72,44	5,13; 5,14
6	C <sub>33</sub> N <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>24</sub>	68	14,38	67,81	4,11	14,31; 14,36	67,76; 68,11	4,13; 4,15
7	C <sub>35</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>29</sub>	78	12,35	74,07	5,11	12,38; 12,39	73,93; 73,99	5,08; 5,14
8	C <sub>36</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>31</sub>	76	12,05	74,36	5,33	12,99; 12,08	74,27; 74,31	5,35; 5,37
9	C <sub>33</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>24</sub> Cl	81	12,21	69,05	4,18	12,11; 12,17	68,87; 68,93	4,13; 4,15
10	C <sub>34</sub> N <sub>6</sub> O <sub>5</sub> H <sub>26</sub>	70	14,05	68,23	4,34	14,09; 14,11	68,12; 68,18	4,26; 4,28
11	C <sub>35</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>29</sub>	77	12,35	74,04	5,11	12,38; 12,41	73,89; 73,92	5,13; 5,17
12	C <sub>38</sub> N <sub>5</sub> O <sub>3</sub> H <sub>35</sub>	74	11,50	74,88	5,74	11,43; 11,46	74,61; 74,72	5,76; 5,78
13	C <sub>36</sub> N <sub>5</sub> O <sub>5</sub> H <sub>31</sub>	76	11,42	70,47	5,06	11,39; 11,44	70,37; 70,41	5,05; 5,12

Для максимального скорочення термінів проведення експериментів, зменшення витрат матеріалів, енергетичних витрат і отримання при цьому такої математичної моделі, яка б адекватно описувала відповідний процес, ми використали оптимізацію планування експерименту, тобто метод багатofакторного планування експерименту.

Шляхом апроксимації експериментальних даних (побудування функції апроксимації) визначено математичні описи залежності виходу продукту (%) від температури процесу часу та маси реагентів (на основі програмного пакету Statistica). Достовірність апроксимації оцінено за допомогою коефіцієнту кореляції R (для лінійної парної регресії).

Поверхню залежності виходу продукту від температури процесу та маси мідного порошку представлено на рисунку 3.

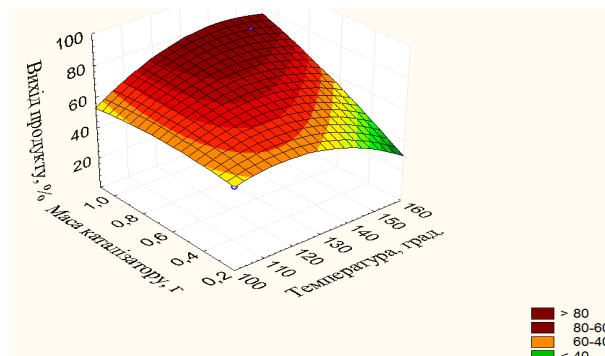


Рис. 3. Поверхня залежності виходу продукту

Рівняння, що описує дану залежність, наступне:

$$Y(x_1, x_2) = -126,8828 + 3,2407 \cdot x_1 - 67,7972 \cdot x_2 - 0,0147 \cdot x_1^2 + 0,8814 \cdot x_1 \cdot x_2 - 16,4167 \cdot x_2^2 \quad (1)$$

де  $x_1$  – температура процесу, град.;  $x_2$  – маса міді, г.

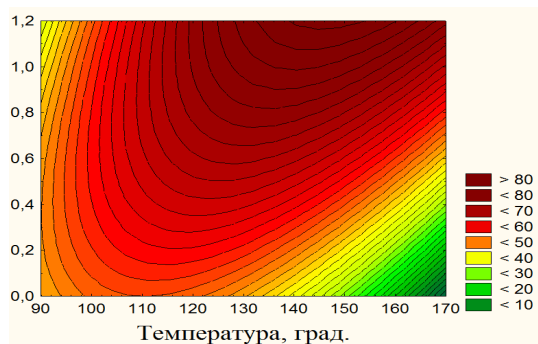


Рис. 4. Оцінка достовірності апроксимації залежності.

На основі приведених даних зроблено висновок, що рівняння, яке отримано шляхом апроксимації даних, адекватно описує залежність. Значення коефіцієнту кореляції  $R=0,965$  свідчить про квадратичний зв'язок між виходом продукту та температурою процесу і масою каталізатору.

Дані на рисунках 3, 4 вказують на взаємний вплив температури процесу та маси мідного порошку на величину виходу продукту. Як видно з графіка залежності та рівняння, визначальну роль у процесі отримання продукту відіграє мідь.

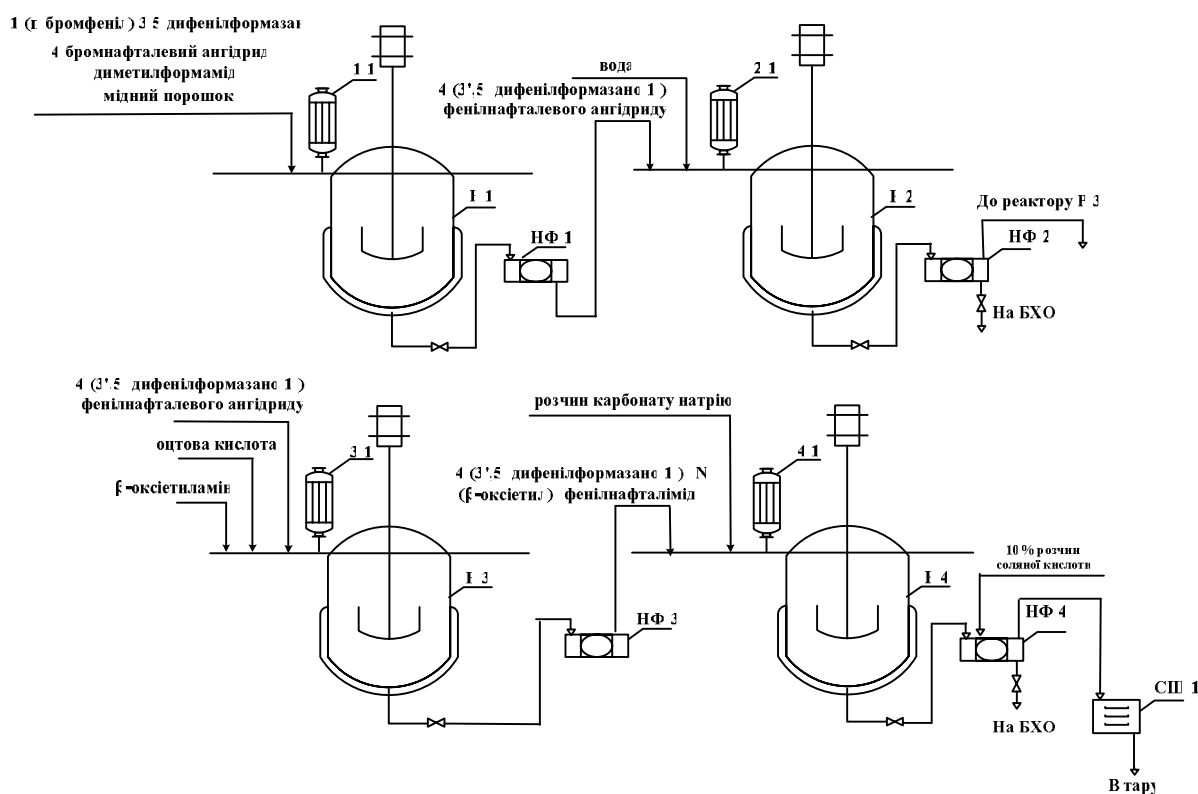


Рис. 5. Принципова схема отримання 4-(3',5'-дифеніл-формазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду

Наведена математична модель корисна для встановлення технологічних параметрів процесу отримання формазаонафталімідів. Адекватність отриманої залежності підтверджено за критерієм Фішера при рівні значимості 0,05. З використанням комп'ютерних програм встановлена геометрична будова синтезованих сполук, яка дає можливість виявити залежність властивостей синтезованих сполук від просторової ізомерії молекули [6].

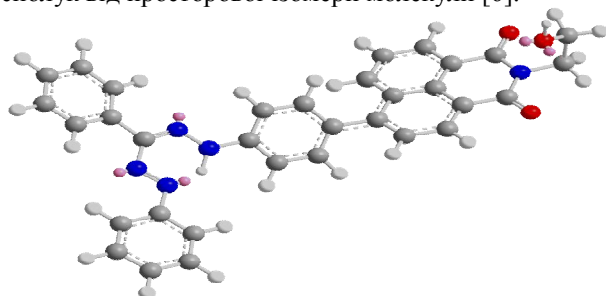


Рис. 6. Геометрична будова 4-(3',5'-дифенілформазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

Враховуючі результати досліджень нами була спроектована принципова схема отримання 4-(3',5'-дифеніл-формазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду, яка наведена на рис.56 [7, 8].

**Висновки.** Синтезовані і досліджені ряд формазаонафталімідів. Встановлені оптимальні технологічні параметри процесу отримання формазаонафталімідів. Розроблена принципова схема отримання 4-(3',5'-дифеніл-формазаано-1')-[N-(β-оксіетил)]-фенілнафталіміду.

**Список літератури:** 1. Товажнянський Л.Л., Кошелева М.К., Бухкало С.І. Общая химическая технология в примерах, задачах, лабораторных работах и тестах. Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2015. – 447 с. 2. Бузыкин Б.И. Прогресс в химии формазаонов Синтез-свойства-применение. – В кн.: Химия гидразонов / Под ред. Китаева Ю.П. – М.: Наука, 1977. – С. 189–204. 3. Фалалеева Т.В., Дістанов В. Б., Технологія отримання деяких формазаанів, похідних нафталенової кислоти [Текст] //

Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2015. – № 44. – С. 61–64. 4. Дістанов В.Б., Лусова І.В., Дістанов В.В., Фалалєєва Т.В., Аніщенко А.О. Синтез і дослідження синтонів для отримання вільних стабільних радикалів [Текст] // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2008. – № 41. – С. 145–155. 5. V.B. Distanov, V.F. Berdanova, Yu.A. Gurkalenko, V.V. Prezhdo // An alternative approach to the production of fluorescent colored fibres // *Dyes and Pigments*. 2001. Vol. 48. P. 159–163. 6. Дістанов В.Б., Фалалєєва Т.В., Дістанов В.В., Касатікова С.В., Використання реакції Ульмана в синтезі формазанів [Текст] // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 31. – С. 53–63. 7. Тимонин А.С. Машины и аппараты химических производств / А.С. Тимонин – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2008. – 872 с. 8. Григорьева Л. Оборудование и складское хозяйство химических производств / Л. Григорьева, С. Чекрызов, И. Леппик, Г. Трофимова – Учеб. пособие для профессиональных центров Innove: Йхви, 2012. – 336 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Tovazhnjans'kij L.L., Kosheleva M.K., Bukhhalo S.I.* Obshhaja himicheskaja tehnologija v primerah, zadachah, laboratornih rabotah i testah.

Ucheb. posobie. – М.: INFRA-M, 2015. – 447 p. 2. Buzykin B.I. *Progress in the chemistry of formazans. Synthesis-properties-use.* – In the book .: Chemical hydrazones / Ed . Kitaeva Y.P – М .: Nauka , 1977. – P. 189–204. 3. *Falaleeva T.V., Distanov V.B* The technology of some formazan derivatives of phthalic acid [Text] // *Visnyk NTU «KhPI».* – Kharkov: NTU «KhPI». 2015. – № 44. – P. 61–64 4. Distanov V.B., Lusova I.V., Distanov V.V., Falaleeva T.V., Anischenko A.O. *Synthesis and study synthonnes for free stable radicals [Text]* // *Bulletin NTU «KhPI».* – Kharkov: NTU «KhPI». 2008. – № 41. – P. 145–155. 5. V.B. Distanov, V.F. Berdanova, Yu.A. Gurkalenko, V.V. Prezhdo // *An alternative approach to the production of fluorescent colored fibres* // *Dyes and Pigments*. 2001. Vol. 48. P. 159–163. 6. *Distanov V.B., Falaleeva T.V., Distanov V.V. Kasatikova S.V.* Use Ullman reactions in the synthesis of formazans [Text] // *Visnyk NTU «KhPI».* – Kharkov: NTU «KhPI». 2011. – № 31. – P. 53–63. 7. Timonin A. S. *Machinery and Apparatus for Chemical Industry* / A. S. Timonin – Kaluga: Publisher N. Botchkareva, 2008. – 872 p. 8. *Grigoryeva L. Equipment and warehousing of chemical production* / L. Grigoryeva, S. Chekryzhov, I. Leppik, G. Trofimova – A manual for professional centers Innove: Jöhv, 2012. – 336 p.

*Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions*

**Дослідження та розробка технології отримання формазанофталімідів / Т. В. Фалалєєва, В. Б. Дістанов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 82–86. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

**Исследования и разработка технологии получения формазанофталимидов / Т. В. Фалалеева, В. Б. Дистанов** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 82–86. – Бібліогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.

**The research and development of technology for formazanophthalimidy / T. V Falaleeva, V. B. Distanov** // *Bulletin of National Technical University «KhPI».* Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 82–86. Bibliog.: 8 titles. – ISSN 2220-4784.

*Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors*

**Фалалєєва Тетяна Василівна** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (099) 139-60-43; e-mail: [tanya\\_7310@mail.ru](mailto:tanya_7310@mail.ru).

**Фалалєєва Тетяна Василівна** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (099) 139-60-43; e-mail: [tanya\\_7310@mail.ru](mailto:tanya_7310@mail.ru).

**Falaleeva Tetyana Vasilevna** – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», senior lecturer at the organics synthesis and nanotechnology Department; tel.: (099) 139-60-43; e-mail: [tanya\\_7310@mail.ru](mailto:tanya_7310@mail.ru).

**Дістанов Віталій Баламірович** – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (068) 607-72-31; e-mail: [distanov@ukr.net](mailto:distanov@ukr.net).

**Дістанов Віталій Баламірович** – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри органічного синтезу і нанотехнологій; тел.: (068) 607-72-31; e-mail: [distanov@ukr.net](mailto:distanov@ukr.net).

**Distanov Vitaly Balamirovich** – Candidate of Chemical Sciences, PhD, senior researcher, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», assistant professor at the organics synthesis and nanotechnology Department; tel.: (068) 607-72-31; e-mail: [distanov@ukr.net](mailto:distanov@ukr.net).

УДК: 664.35:665.2

Л. В. КРИЧКОВСКАЯ, Л. С. МИРОНЕНКО

**ЗАЩИТА МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ ОТ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПОРЧИ**

В цій статті були розглянуті питання технології збільшення термінів зберігання та підвищення біологічної цінності продуктів, які містять каротиноїди і масложирових продуктів відповідно. Авторами була поставлена задача вивчити вплив антиоксидантів на динаміку окислення і можливість стабілізації досліджуваного каротиновмісного ліпідного продукту шляхом підбору найбільш доступних та ефективних АО для забезпечення високої стабільності фізико-хімічних показників при зберіганні з урахуванням особливостей технології отримання. Використання прискореного метода вимірювання поглинання кисню дозволило визначити активність карнозіна у синергізмі з  $\alpha$ -токоферолом у якості сумарного антиоксиданта для захисту як жирової начинки, так і каротина.

**Ключові слова:** карнозін, токоферол, антиокислювальна активність, кумольна модель, антиоксиданти, строк зберігання.

В данной статье рассмотрены вопросы технологии увеличения сроков хранения и повышения биологической ценности продуктов, содержащих каротиноиды и масложировых продуктов соответственно. Авторами была поставлена задача изучить влияние антиоксидантов на динамику окисления и возможность стабилизации исследуемого каротинсодержащего липидного продукта способом подбора наиболее доступных и эффективных АО для обеспечения высокой стабильности физико-химических показателей при хранении с учетом особенностей технологии получения. Использование ускоренного метода измерения поглощения кислорода позволило определить активность карнозина в синергизме с  $\alpha$ -токоферолом как суммарного антиоксиданта для защиты как жировой начинки, так и каротина.

**Ключевые слова:** карнозин, токоферол, антиокислительная активность, кумольная модель, антиоксиданты, срок хранения.

The article presents technologies of shelf life extension and biological value heightening of foods, containing carotenoids and oil products respectively. The authors have been tasked to study antioxidants effect on the oxidation dynamics and stabilization ability of investigated carotenoid lipid product by means of selection of the most available and effective AO to support high stability of physical and chemical parameters during storage, taking into account peculiarities of production technology. Using accelerated method of measurement oxygen uptake allows to determine activity of carnosine in synergism with  $\alpha$ -tocopherol as total antioxidant for protecting both fat filling and carotene. The introduction of definite quantity of biologically active substances:  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -tocopherol, carnosine in the composition of oils and fats allows to increase the biological value of products, protecting them from oxidation increasing terms of safety, as well as actively influence antiradical processes in human body. The introduction of such additives in foodstuffs will allow influence purposefully on the increasing of the body resistance to hostility.

**Keywords:** carnosine, tocopherol, antioxidative activity, cumenic model, antioxidants, shelf life.

**Введение.** В настоящее время можно утверждать, что единственной, общей особенностью для всех каротиноидов, которые относятся к липидорастворимым веществам, являются уникальные физико-химические свойства основной части их молекулярной структуры - цепочки сопряженных ненасыщенных связей. Именно она определяет хорошие электроноакцепторные и электронодонорные свойства каротиноидов, их способность поглощать свет и обеспечивать взаимосвязь между поглощением света, изменением электронных характеристик и химическими реакциями соединений [1]. Более того, можно полагать, что основным функциональным элементом этой цепочки ненасыщенных двойных связей является система ее обобществленных  $\pi$ -электронов.

Именно физико-химические свойства этой системы делокализованных  $\pi$ -электронов и лежат в основе биологической полифункциональности каротиноидов. Прежде всего такая система может служить отличным проводником электронов. В природе существует большое разнообразие каротиноидов [2],  $\beta$ -изомер является основным, наиболее широко распространенным каротином, на его долю приходится около 85 % от всего содержания каротиноидом, который является в биологическом аспекте наиболее активным. Он вдвое активнее, чем  $\alpha$ - и  $\gamma$ -изомеры.

Кроме  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -установлены еще два изомера каротина:  $\delta$ -каротин со спектром поглощения (в сероуглероде) – 520, 490, 457 нм и содержится он в томатах; и  $\epsilon_1$ -каротин.

Применение антиоксидантов и биологически активных добавок позволяет увеличить сроки хранения и повышает биологическую ценность масложировых продуктов и продуктов, содержащих каротиноиды. Однако все они подвержены окислительной деструкции [3, 4], что не всегда соответствует требованиям к качеству этих продуктов.

**Анализ основных исследований и литературы.** Работы таких ученых как Тютюнников Б.Н. [5], Гуляева Н.В., Бурлакова Е.Б., Храпова Н.Г., Эмануэль Н.М., Лясковская Ю.Н. Сторожок Н.М. Рязанцев Э.Г., Балавинцев Е.Г. Аристархова С.А. Лясковская Ю.Н., Пиульская В.И. и др. посвящены жирам, окислению жиров, антиоксидантам в жирах, каротину. Анализ данных работ позволяет выделить несколько объектов его изучения: история изучения, источники получения, технологии получения, роль в живом организме, химизм строения и участие в биохимических процессах.

**Цель исследования.** Целью данной работы является исследование действия антиоксидантов –  $\alpha$ -токоферола и карнозіна на жиры, используемые для приготовления таких кондитерских изделий как вафли и печенье. Перечисленные БАВ при добавлении в жир должны влиять на окислительную деструкцию жиров и каротиноидов.

**Изложение основного материала исследования.** Вопросам исследования стабильности липидорастворимых биологически

активных веществ (БАВ) в литературе уделяется значительное внимание [6, 7, 8], поскольку снижение качества, потеря физиологической активности препаратов на их основе обусловлена высокой склонностью к окислительной деструкции [9]. Вследствие этого липидные препараты отличаются небольшим сроком хранения и постоянным накоплением продуктов окисления: пероксидов, гидропероксидов, кетонов, альдегидов и др., которые приводят к ухудшению их качества (запах и вкуса), снижению или полной потере их активности. Большинство исследований по стабильности проведены с липидами животного и растительного происхождения. Литературные данные об особенностях окисления и стабильности липидорастворимых БАВ, полученных микробиологическим синтезом, немногочисленны [10], и, в основном, они касаются частных случаев стабильности ПНЖК и их эфиров [11, 12]. Указание на то, что присутствие альфа-токоферола в инкубационной среде с каротином тормозит последний от окислительной деструкции, увеличивая срок его сохранности, побуждает уделить их взаимодействию пристальное внимание.

Современные способы получения стабильных липидных препаратов включают как химические, так и физические средства защиты их от окислительного разрушения [13]. Физические методы стабилизации основываются на подборе условий хранения липидных препаратов (флаконы из темного стекла, пониженная температура и т.д.). Химические методы стабилизации основываются на применении эффективных антиоксидантов. В доступной литературе приведено несколько составов для стабилизации эфиров ПНЖК [6], однако эти составы содержат антиоксиданты, не разрешенные к применению в медицинской практике.

В связи с быстрой окисляемостью каротиноидов встает задача изучить влияние антиоксидантов на динамику окисления [14] и возможность стабилизации исследуемого каротинсодержащего липидного продукта способом подбора наиболее доступных и эффективных АО для обеспечения высокой стабильности физико-химических показателей при хранении с учетом особенностей технологии получения. Для стабилизации каротиноидов в липидах, выделенных из биомассы мицелиального гриба [15], были исследованы широко известные и доступные антиоксиданты –  $\alpha$ -токоферол [16], бутилокситолуол (2,6-дитретбутил-4-метилфенол) и карнозин, а также новые антиоксиданты — токомикс (Голландия) и один из изомеров токоферола – токоферол-Е-306 (Франция) а также смесь последних в соотношении 1:1 [17, 18].

Важнейшим свойством карнозина, выделяющим его из ряда известных антиоксидантов, является его способность

непосредственно взаимодействовать с первичными продуктами ПОЛ [19, 20], приводя к снижению их стационарного уровня.

Нами карнозин предлагается в качестве пищевой добавки и как дополнительный белок, способствующий адаптации организма к воздействию стрессовых факторов, в частности он может применяться в ситуациях, сопровождающихся неблагоприятным воздействием на организм человека (холод, жара, радиация). Кроме того, он проявил себя как антиоксидант при введении в жировые смеси, что позволило его рекомендовать в сочетании с другими антиоксидантами для защиты жиров от быстрого прогоркания [21, 22].

Как пример применения карнозина в совокупности с каротином, нами на основании полученных в эксперименте данных совместно с Харьковской бисквитной фабрикой разработана технологическая инструкция по производству вафель с использованием консервантов из натурального сырья с целью не только повышения биологической ценности, но и повышения стойкости к окислению жировой начинки и каротина в вафлях и печенье.

Антиокислительная активность карнозина с биологически активными добавками ( $\alpha$ -токоферол + каротин микробиологический) испытывали на 2 моделях окисления. Первая модель: кумольная — предусматривала соокисление липидов с кумолом при 37 °С и 70 °С при манометрической регистрации объема кислорода в системе. Проведение эксперимента при 37 °С имитирует перекисное окисление в липидах мембран клеток. В пробах содержалось 0,1 % карнозина, 0,05 % —  $\alpha$ -токоферола и  $\beta$ -каротин. Вторая модель — в гидрофильной фазе — разработана на основе метода определения ТБК-активных продуктов перекисного окисления липидов, в которой в качестве окисляемого субстрата используется гомогенат мозга крыс [23]. Антиокислительная активность определялась по ингибированию развития окраски в ТБК в присутствии карнозина и деструктивному разрушению каротина.

Исследовали жиры: кулинарный, "Прима", фритюрный, кондитерский, применяемые на период исследования при изготовлении вафель и печенья на Харьковской бисквитной фабрике. Перед закладкой жиров на хранение с антиоксидантами проводили определение скорости поглощения кислорода в данном жире ускоренным методом [24]. Количество поглощенного жиром кислорода определялось по изменению давления кислорода в системе.

Полученные образцы жира с каротином и антиоксидантами подвергались хранению в течении 4 месяцев, с помесечной регистрацией скорости поглощения кислорода [25, 26].

Содержание  $\beta$ -каротина определяли в динамике хранения жира спекрофотометрически при  $\lambda=450$  нм.



Анализ полученных в эксперименте данных в кумольной модели и при окислении гомогенатов мозга позволяет сделать однозначный вывод о защите каротина и изученных жиров от окисления при совместном присутствии  $\alpha$ -токоферола и карнозина в динамике хранения. Окисление фритюрного жира в присутствии кумола и влияние  $\alpha$ -токоферола в сочетании с карнозином на торможение образования ТБК-активных продуктов на модели окисления гомогената мозга говорит о защитном действии обоих антиоксидантов на жир и каротин.

Похожие результаты получены нами и при изучении действия этих биологически активных веществ на защиту от окисления кондитерского жира, используемого для начинки в вафлях. Через 1 и 2 месяца хранения жира кондитерского в изделия в образцах с присутствием АО антиоксидантная активность превышала контрольные значения в 2,3 раза в кумольной модели и 6,6 раза на модели определения ТБК-активных продуктов в первый месяц хранения, 1,8 и 2,7 раза на второй месяц хранения продукции. В табл. 1 приведены полученные результаты.

Необходимо отметить, что присутствие только карнозина в жире оказывало меньшее противоокислительное действие, чем суммарное введение в жировую начинку  $\alpha$ -токоферола и карнозина. Эта закономерность наблюдается и в опытах с кулинарным жиром, который применялся в производстве вафель.

Защита жира "Прима", также применявшегося в производстве вафель, при внесении биологически активных АО  $\alpha$ -токоферола и карнозина, была адекватна этому процессу при окислении кулинарного и фритюрного жиров. Антиокислительная активность  $\alpha$ -токоферола с карнозином в жире "Прима" в кумольной модели возрастала в первый месяц хранения в 1,8 раз, на модели торможения образования ТБК-активных продуктов – в 4,5 раза. Учитывая слабую антиокислительную активность  $\beta$ -каротина в жирах по литературным данным, мы пренебрегаем его ролью в процессах окисления;  $\beta$ -каротин присутствует в начинке как ценная биологически активная добавка.

Таблица 1. Антиоксидантная активность БАВ в кондитерском жире на разных моделях (вафли)

Исследуемые образцы	АОА в кумольной модели, %		Образование ТБК-продуктов, %	
	1 месяц	2 месяца	1 месяц	2 месяца
Жир кондитерский (ЖК) контроль	100	100	100	100
ЖК + 0,05 % $\alpha$ -токоферола	202,3	173,5	18,0	26,7
ЖК + 0,1 % карнозина	169,8	135,4	40,1	58,1
ЖК + 0,05 % $\alpha$ -токоферол + 0,1 % карнозин	234,5	184,8	15,1	26,9

Окисление  $\beta$ -каротина в изучаемых жирах в процессе хранения проходило незначительно, при спектрофотометрическом определении в образцах с комплексом АО каротин определялся во все сроки хранения

Использование ускоренного метода измерения поглощения кислорода позволило определить активность карнозина в синергизме с  $\alpha$ -токоферолом как суммарного антиоксиданта для защиты как жировой начинки, так и каротина. Результаты изменения скорости поглощения кислорода в образцах жиров при длительном хранении приведены в таблице 2.

Таблица 2. Скорость поглощения кислорода в образцах жиров при длительном хранении

Условия опыта	Скорость поглощения $O_2$ , моль/л с			
	Жир кулинарный		Жир фритюрный	
	1 месяц	4 месяца	1 месяц	4 месяца
Контроль	$0,45 \cdot 10^{-6}$	$4,52 \cdot 10^{-5}$	$0,50 \cdot 10^{-6}$	$3,23 \cdot 10^{-5}$
АО	$0,23 \cdot 10^{-6}$	$0,25 \cdot 10^{-5}$	$0,25 \cdot 10^{-6}$	$0,50 \cdot 10^{-5}$

Изменение температурного режима проведения эксперимента не изменяло направленности процесса (при 37 °С и 60 °С).

Таким образом, была разработана рецептура кондитерских изделий (вафель) с использованием биологически активных антиоксидантов  $\alpha$ -токоферола с карнозином и  $\beta$ -каротином.

Биологическая ценность  $\alpha$ -токоферола с карнозином не вызывает сомнения, так как если экстраполировать данные, полученные в эксперименте на окислении гомогената мозга, станет ясно, что они способствуют уменьшению реакций перекисного окисления в организме, что имеет огромное значение для человека. В биохимических экспериментах нами показано антистрессовое действие карнозина, что является особенно актуальным, принимая во внимание экологическую обстановку в нашей стране. Введение  $\alpha$ -токоферола с карнозином, а также  $\beta$ -каротина в состав рецептуры вафель способствует увеличению сроков сохранности готовой продукции и повышает ее биологическую ценность.

Полученные в условиях производства партии вафель по приведенной технологии закладывали на хранение и периодически проводили анализ показателей качества продукции. Результаты анализов даны в таблице 3 (месяцы – мес.).

Таблица 3. Зависимость значений перекисных чисел продукции с АО от продолжительности хранения (% i<sub>2</sub>)

Наименование	Перекисные числа в динамике хранения				
	Исходн.	1 мес.	2 мес.	3 мес.	4 мес.
Контроль	0,13	0,20	0,61	0,70	1,44
Продукция с АО	0,14	0,20	0,58	0,60	0,92
Контроль	0,14	0,33	0,76	0,79	1,28
Продукция с АО	0,15	0,30	0,62	0,70	0,82
Контроль	0,20	0,40	0,60	-	1,33
Продукция с АО	0,18	0,38	0,58	-	0,90

Введение суммы биологически активных веществ:  $\beta$ -каротина,  $\alpha$ -токоферола, карнозина в состав масел и жиров повышают биологическую ценность продукции, защищает их от окисления увеличивая сроки сохранности, а также активно влияет на антирадикальные процессы в организме. Введение таких добавок в пищевые продукты позволит целенаправленно влиять на повышение сопротивляемости человеческого организма к неблагоприятным факторам.

**Выводы.** Введение суммы биологически активных веществ:  $\beta$ -каротина,  $\alpha$ -токоферола, карнозина в состав масел и жиров повышает биологическую ценность продукции, защищает их от окисления, увеличивая сроки сохранности, а также активно влияет на антирадикальные процессы в организме. Введение таких добавок в пищевые продукты позволит целенаправленно влиять на повышение сопротивляемости человеческого организма к неблагоприятным факторам.

**Список литературы:** 1. *Денисов Е.Т.* Теоретические аспекты выбора оптимальных ингибиторов окисления органических соединений. – Черноголовка, Препринт, 1984, 32 с. 2. *Bradley R.L.* Dairy chemistry / J. AOAE int.. 1993. – 76, № 1. P. 106-107. 3. *Дорогуш А.Г., Новикова Е. Н.* Ингибированное окисление  $\beta$ -каротина на свету. // Биохимия и патохимия обмена веществ и механизм его регуляции – Минск. 1971. – С. 146-451. 4. *Казарян Р.В., Кудинова С.П.* Кинетика окисления  $\beta$ -каротина. // Изв. вузов. Пищевая технология. 1984. – № 6. – С. 69–71. 5. *Тютюнников Б.Н.* Химия жиров. Пищепром., М., 1974, 448 с. 6. *John Bukhaheer.* Crude oil handling and storage. The Journal of American Oil Chemists Society. 1976. Vol. 53. no 6, pp. 332-333. 7. *Кричковская Л.В.* Химия, биохимия и технология биологически активных каротинсодержащих средств на основе растительных масел и жиров. – Х.: Вища школа. 1998. – 208 с. 8. *Сторожок Н.М., Храпова Н.Г., Бурлакова Е.Б.* Молекулярные взаимодействия компонентов природных липидов в процессе хранения. Химическая физика, 1995, т. 14, № 11, с. 24. 9. *Яничек Г., Покорни Я., Кондрашенко С.С.* Окислительные изменения липидов в пищевых продуктах при хранении и переработке (обзор). – М.: ЦНИИТЭИ пищепром, 1976, 56 с. 10. *Гаджиева Л.И.* Исследование влияния аминокислот на окислительные изменения сливочного масла и пищевых жиров при хранении. Автореф. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук. Л., 1980. 11. *Пучкова Ю.С., Ловачев Л.Н.* Изменение жирных кислот сливочного масла при хранении. Изв. вузов. Пищ. технол., 1972, № 5, с. 75–77. 12. *Grantham C.* Analysis of edible oils and fats. / Int. Labmate. 1995. 20, № 6. pp. 25–28. 13. *Эмануэль Н.М., Ляковская Ю.Н.* Торможение процессов окисления жиров. М.: Пищепромиздат, 1961, 358 с. 14. *Бурлакова Е. Б., Храпова Н. Г.* Перекисное окисление липидов мембран и природные антиоксиданты. Успехи химии, 1985, т. IV, вып. 9, с. 154. 15. *Nwosu Victor, Boyd Leon G.* Effects of fatty acid composition on antioxidant properties and activity index of phospholipids: inform; int. News Fats, Oils and R Rellat Mater. 1994, vol. 5, no 4, p. 512. 16. *Аристархова С. А., Храпова Н. Г.* К вопросу об антирадикальной активности токоферола. Труды московского об-ва испытателей природы. М., Наука, 1975, т. 3, с. 196–199. 17. *Alaiz M.,*

*Zamoza R.* Natural antioxidants produced in oxidized lipid / amino acid browning reactions / J. Amer. Oil Chem. Soc. 1995. 72, № 12. – pp. 1571–1575. 18. *Kovats T.* Uber den Antioxidations mechanismus die Tocopherole (a, p, y) in Schweinfett. Die Nahrung, 1968, vol. 12, № 4, pp. 407–414. 19. *Гуляева Н. В., Лузина Н. Л.* Стадия ингибирования перекисного окисления липидов при стрессе. // Бюл. exper. биол. и мед. 1988. – т.106. – № 12. – С. 660-663. 20. *Гуляева Н.В.* Карнозин предотвращает активацию свободно-радикального окисления липидов при стрессе. // Бюл. exper. биол. и медицины. 1989. – т. 107. – № 2. – С. 144–146. 21. *Эмануэль Н.М.* Механизм действия антиоксидантов. Современные представления. Нефтехимия, XXII, № 4, 1992, с. 435-437. 22. *Burton G.W., Ingold K.U.* Antioxidation of biological molecules. 1. The Antioxidant activity of vitamin E and related chainbreaking phenolic antioxidants in vitro. J. Amer. Chem. Soc., 1981, vol. 103, № 21, pp. 6472–6477. 23. *Zäher F. A.* Studies on the TBA test for rancidity grading. Seifen Ole - Fette - Wachse, 1988, vol. 114, № 4, pp. 533–537. 24. *Ляковская Ю.Н., Пульская В.И.* Методы исследования окислительной порчи жиров. – М.: ГосИНТИ, 1960, 52 с. 25. *Рязанцев Э.Г., Балавинцев Е. Г.* Антиоксиданты в животных жирах при разных способах производства и хранения. / 4 Конф. «Биоантиоксидант», – М., 2-4 июня 1992 : тез. докл. т. 1. – М., 1993. – с. 175–176. 26. *Ловачев Л.Н., Волков М.В., Цереветинов О.Б.* Снижение потерь продовольственных товаров при хранении. М., Экономика, 1980, – 256 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Denisov E.T.* Teoreticheskie aspekty vybora optimal'nykh ingibitorov okisleniya organicheskikh soedineniy [Theoretical aspects of selecting optimal oxidation inhibitors for organic compounds]. – Chernogolovka, Preprint Publ., 1984, 32 p. 2. *Bradley R. L.* Dairy chemistry / J. AOAE int. - 1993. - 76, no. 1, pp. 106-107. 3. *Dorogush A.G., Novikova E.N.* Ingibirovannoe okislenie  $\beta$ -karotina na svetu [Inhibited light oxidation of  $\beta$ -carotene]. // Biokhimiya i patokhimiya obmena veshchestv i mekhanizm ego regulyatsii [Biochemistry and pathochemistry of metabolism and mechanism of its regulation] – Minsk. 1971. – pp. 146-451. 4. *Kazarjan R.V., Kudinova S.P.* Kinetika okisleniya  $\beta$ -karotina [Kinetics of  $\beta$ -carotene oxidation]. // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya [Proceedings of universities. Food technology]. 1984. – no. 6. – pp. 69–71. 5. *Tjutjunnikov B.N.* Khimiya zhиров [Chemistry of fats]. Moscow, Pischeprom. Publ., 1974, 448 p. 6. *John Bukhaheer.* Crude oil handling and storage. The Journal of American Oil Chemists Society. 1976. Vol. 53. No. 6, pp. 332-333. 7. *Krichkovskaya L.V.* Khimiya, biokhimiya i tekhnologiya biologicheskii aktivnykh karotinsoderzhashchikh sredstv na osnove rastitel'nykh masel i zhиров [Chemistry, biochemistry and technology of biologically active carotincontaining products based on vegetable oils and fats]. – Kharkov: Vishcha shkola Publ. 1998. – 208 p. 8. *Storozhok N.M., Hrapova N.G., Burlakova E.B.* Molekulyarnye vzaimodeystviya komponentov prirodnykh lipidov v protsesse khraneniya [Molecular interactions between natural lipids components during storage]. Chemical physics, 1995, vol. 14, no. 11, p. 24. 9. *Janichek G., Pokorni Ja., Kondrashenko S.S.* Okislitel'nye izmeneniya lipidov v pishchevykh produktakh pri khraneni i pererabotke (obzor) [Oxidative modifications of lipids in the foodstuff processing and storage (review)]. – Moscow: TSNIITEI food industry Publ., 1976, 56 p. 10. *Gadzhieva L.I.* Issledovanie vliyaniya aminokislot na okislitel'nye izmeneniya slivochnogo masla i pishchevykh zhиров pri khraneni. Avtoref. na soisk. uchen. step. kand.

tekh. nauk [Investigation of amino acid's influence on oxidizing changes of butter and edible fat during storage. Abstract of a thesis cand. eng. sci. diss.]. L., 1980. **11.** Puchkova Ju.S., Lovachev L.N. Izmenenie zhirnykh kislot slivochnogo masla pri khraneniі [Change of butter fatty acids during storage]. Proceedings of universities. Food technology, 1972, no. 5, pp. 75–77. **12.** Grantham C. Analysis of edible oils and fats. / Int. Labmate. 1995. 20, no. 6. – pp. 25–28. **13.** Jemanujel' H.M., Ljaskovskaja Ju.N. Tormozhenie protsessov okisleniya zhirov [Inhibition processes of fats oxidation]. Moscow : Pishchepromizdat Publ., 1961, 358 p. **14.** Burlakova E.B., Hrapova N.G. Perekisnoe okislenie lipidov membran i prirodnye antioksidanty [Peroxidation of membrane lipids and natural antioxidants]. Chemical Reviews, 1985, vol. IV, issue 9, p. 154. **15.** Nwosu Victor, Boyd Leon G. Effects of fatty acid composition on antioxidant properties and activity index of phospholipids: inform; int. News Fats, Oils and Relat. Mater. 1994, vol. 5, no. 4, p. 512. **16.** Aristarhova S.A., Hrapova N.G. K voprosu ob antiradikal'noy aktivnosti tokoferola [Studies on the question of tocopherol anti-radical activity]. Trudy moskovskogo ob-va ispytateley prirody [Memoirs of the Moscow Society of Naturalists]. Moscow, Nauka Publ., 1975, vol. 3, pp. 196–199. **17.** Alaiz M., Zamoza R. Natural antioxidants produced in oxidized lipid / amino acid browning reactions / J. Amer. Oil Chem. Soc. 1995. 72, no. 12. – pp. 1571–1575. **18.** Kovats T. Über den Antioxidations mechanismus die Tocopherole (a, p, y) in Schweinfett. Die Nahrung, 1968, vol. 12, no. 4, pp. 407–414. **19.** Guljaeva N.V., Luzina N.L. Stadiya ingibirovaniya perekisnogo okisleniya lipidov pri stresse [Stage of inhibition of lipid's peroxidation under stress]. // Bulletin of experimental biol. and medicine. 1988. – Vol. 106. – no. 12.

– pp. 660–663. **20.** Guljaeva N.V. Karnozin predotvrashchaet aktivatsiyu svobodno-radikal'nogo okisleniya lipidov pri stresse [Carnosine prevents activation of free radical oxidation of lipids under stress]. // Bul. exper. biol. and medicine. 1989. – Vol. 107. – no. 2. – pp. 144–146. **21.** Jemanujel' N.M. Mekhanizm deystviya antioksidantov. Sovremennye predstavleniya [Action mechanism of antioxidants. Contemporary conception]. Petrochemistry, XXII, no. 4, 1992, pp. 435–437. **22.** Burton G.W., Ingold K.U. Antioxidation of biological molecules. 1. The Antioxidant activity of vitamin E and related chainbreaking phenolic antioxidants in vitro. J. Amer. Chem. Soc., 1981, vol. 103, no. 21, pp. 6472–6477. **23.** Zäher F.A. Studies on the TBA test for rancidity grading. Seifen Ole - Fette - Wachse, 1988, vol. 114, no. 4, pp. 533–537. **24.** Ljaskovskaja Ju.N., Piul'skaja V.I. Metody issledovaniya okislitel'noy porchi zhirov [Research techniques of fat's oxidative deterioration]. – Moscow : GosINTI Publ., 1960, 52 p. **25.** Rjazancev Je.G., Balavincev E.G. Antioksidanty v zhivotnykh zhirakh pri raznykh sposobakh proizvodstva i khraneniya [Antioxidants in animal fats under different methods of production and storage]. / 4 Konf. «Bioantioksidant», M., 2-4 iyunya 1992 : tez. dokl. t.1 [4th Conf. «Bioantioksidant», M., June 2-4, 1992 : heads of report. Vol. 1]. Moscow, 1993. – pp. 175–176. **26.** Lovachev L.N., Volkov M.V., Cerevitinov O.B. Snizhenie poter' prodovol'stvennykh tovarov pri khraneniі [Reduction of losses of foodstuffs during storage]. Moscow, Economics Publ., 1980, 256 p.

Поступила (received) 24.07.2016

*Библиографические описания / Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions*

**Защита масложировых продуктов от окислительной порчи / Л. В. Кричковская, Л. С. Мироненко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х.: НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 87–91. – Библиогр. : 26 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Защита масложировых продуктов от окислительной порчи / Л. В. Кричковська, Л. С. Мироненко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 87–91. – Библиогр.: 26 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Protection of oil products from oxidative deterioration / L. V. Krichkovskaya, L. S. Myronenko // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Innovative researches in students scientific works. – Kharkiv. : NTU «KhPI», 2016. – № 19. (1191). – pp. 87–91. – Bibliogr.: 26 names. – ISSN 2220-4784.**

*Сведения об авторах / Відомості про авторів / About the Authors*

**Кричковская Лидия Васильевна** – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедры органического синтеза и нанотехнологий НТУ «ХПІ», г. Харьков; тел.: 38(057) 707-61-41; e-mail: [krichkovska@kpi.kharkov.ua](mailto:krichkovska@kpi.kharkov.ua)

**Кричковська Лідія Васильевна** – доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри органічного синтезу і нанотехнологій НТУ «ХПІ», м. Харків; тел.: 38(057) 707-61-41; e-mail: [krichkovska@kpi.kharkov.ua](mailto:krichkovska@kpi.kharkov.ua)

**Krichkovskaya Lidia Vasilevna** – Full Professor, Doctor of Biological Sciences, Director of the Department of Organic synthesis and nanotechnology, National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute», phone 38(057) 707-61-41; e-mail: [krichkovska@kpi.kharkov.ua](mailto:krichkovska@kpi.kharkov.ua)

**Мироненко Лилия Сергеевна** – ассистент кафедры органического синтеза и нанотехнологий НТУ «ХПІ», г. Харьков; тел.: 38(057) 707-61-41; e-mail: [Fox-phenek@ukr.net](mailto:Fox-phenek@ukr.net)

**Мироненко Лілія Сергіївна** – асистент кафедри органічного синтезу і нанотехнологій НТУ «ХПІ», м. Харків; тел.: 38(057) 707-61-41; e-mail: [Fox-phenek@ukr.net](mailto:Fox-phenek@ukr.net)

**Myronenko Liliya Sergeevna** – assistant lecturer of the Department of Organic synthesis and nanotechnology, National Technical University «Kharkov Polytechnic Institute»; phone 38(057) 707-61-41; e-mail: [Fox-phenek@ukr.net](mailto:Fox-phenek@ukr.net)

УДК 544.77:66.063.6(063)

**В. Б. ДИСТАНОВ, М. Н. ТОКАРЕВ, Т. Т. НАЛИВАЙКО****ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕНСИВНОЙ ПРОПИТКИ СТЕКЛОБЕТОНА**

Проведено аналіз існуючих методів просочення фібробетону. Розроблено фізичну модель інтенсивного просочення склобетону твердіючою рідиною. Структура капілярів, що підлягають просочуванню, підрозділяється на два класи: наскрізні капіляри і тупикові капіляри. Сили, що діють в процесі заповнення капілярів рідиною, можуть бути зведені до двох рівнодіюча: рушійна сила  $P_{mv}$  і реактивна сила  $P_R$ . Показано поліпшення фізико-механічних характеристик склобетону.

**Ключові слова:** бетон, міцність бетону, дисперсне армування, волокнисті матеріали, просочення, склобетон.

Проведен анализ существующих методов пропитки фибробетона. Разработана физическая модель интенсивной пропитки стеклобетона твердеющей жидкостью. Структура капилляров, подлежащих пропитке, подразделяется на два класса: сквозные капилляры и тупиковые капилляры. Силы, действующие в процессе заполнения капилляров жидкостью, могут быть сведены к двум равнодействующим: движущая сила  $P_{mv}$  и реактивная сила  $P_R$ . Показано улучшение физико-механических характеристик стеклобетона.

**Ключевые слова:** бетон, прочность бетона, дисперсное армирование, волокнистые материалы, пропитка.

Analysis of existing methods of impregnating fiber-reinforced concrete. The physical model of intensive impregnation glass-concrete hardening liquid. Structure of the capillaries to be impregnated, is divided into two classes: the blind through capillaries and capillaries. The forces acting in the process of filling the capillaries with liquid can be reduced to two resultant: the driving force  $P_{mv}$  and the reactive force  $P_R$ . The improvement of physical and mechanical descriptions of glass-concrete is retined. Impregnation method, presented in this article, is effective in comparison with methods, proposed previously. This penetration method intensifies saturation process of impregnated product's pore space. Due to preliminary vacuumization and maintaining the vacuum in cellular space up to saturation of impregnating solidifying fluid.

**Keywords:** concrete, concrete strength, disperse reinforcement, fibrous materials, impregnation, glass-concrete.

**Вступлення.** В строительстве находят все большее применение бетоны, армированные волокнами, что связано с положительным влиянием волокон на структуру бетона и его физико-механические характеристики. Сдерживающим фактором широкого применения стекловолокнутой арматуры является низкая коррозионная стойкость волокон к воздействию щелочной среды бетона. Поскольку процесс коррозии стекловолокна в значительной степени зависит от пористости композиции, нами разработана технология пропитки стеклоцемента путем заполнения его порового пространства твердеющими жидкостями. Предпосылками разработки предложенной технологии стали ранее выполненные исследования [1, 2].

**Постановка проблемы.** Процесс заполнения пор композиционных материалов при существующем способе пропитки – капиллярном – является длительным (10–20 часов) и затухающим во времени. Пористое пространство заполняется только на 50–55%. Применяемые в настоящее время режимы пропитки [3] не обеспечили возможность полного заполнения пористого пространства. Для решения проблемы повышения полноты пропитки построена физическая модель процесса заполнения капилляров с учетом всех сил, действующих на жидкость.

**Результаты исследований.** В качестве пропитки композиционных материалов применяют жидкости, которые после отверждения обладают достаточно высокой прочностью.

Для достижения возможности проведения

полной пропитки композиционного материала и получения расчетной прочности пропитанного изделия детально изучен процесс насыщения пористого пространства композита твердеющей жидкостью.

Капиллярная пропитка – процесс, при котором композиционный материал соприкасается одной стороной с пропитывающей жидкостью при атмосферном давлении.

Капиллярная пропитка см. рис. 1 происходит за счет силового потенциала  $\Psi$  на границе твердая фаза – жидкости, высота  $h_c$  подъема жидкости по капилляру зависит от радиуса капилляра  $r$  и приближенно может быть определена по зависимости, рекомендуемой М. Н. Гольдштейном для грунтов:  $h_c = 0,15 : r$  (мм).

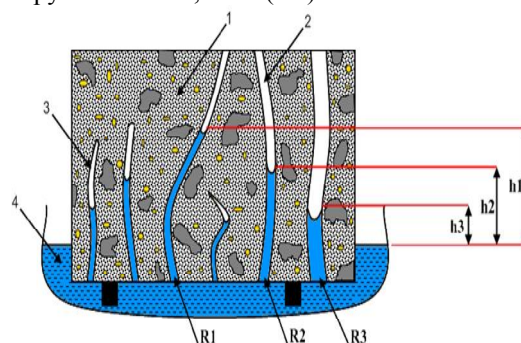


Рис. 1. Капиллярная односторонняя пропитка бетонного образца: 1 – бетонное изделие; 2 – сквозной капилляр; 3 – тупиковый капилляр; 4 – пропитывающая жидкость.

Пропитка полным погружением образца в жидкость при атмосферном давлении, либо с

избыточным давлением в пропитывающей жидкости на рис. 2. При полном погружении происходит защемление воздуха в центре порового пространства, что препятствует полному протеканию процесса пропитки.

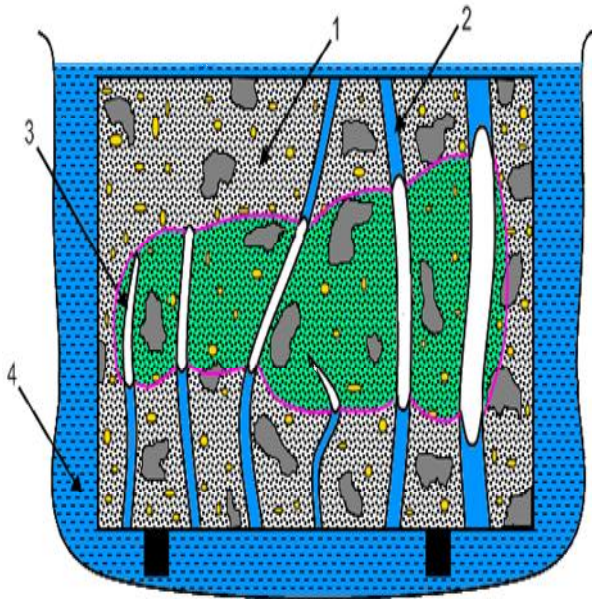


Рис. 2. Полное погружение бетонного образца в жидкость : 1 – бетонное изделие; 2 – сквозной капилляр; 3 – тупиковый капилляр; 4 – пропитывающая жидкость.

Односторонняя подача пропитывающей жидкости при избыточном давлении, а так же при создании вакуума с противоположной стороны бетонного образца см. рис. 3.

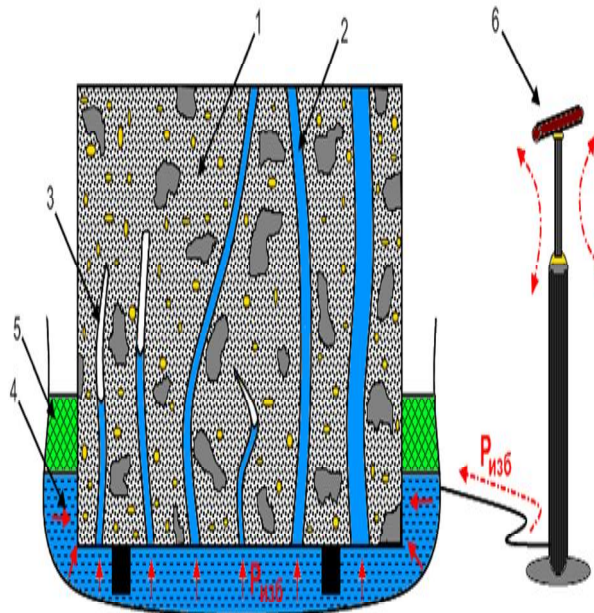


Рис. 3. Односторонняя подача жидкости под давлением : 1 – бетонное изделие; 2 – сквозной капилляр; 3 – тупиковый капилляр; 4 – пропитывающая жидкость; 5 – гидроизоляция; 6 – насос.

Для более точного определения закономерностей пропитки капилляра рассмотрен

баланс всех сил, действующих на жидкость с учетом типов капилляров: сквозных и тупиковых.

Возможны случаи, когда сквозные капилляры ведут себя как тупиковые (например, когда кусок пористого материала полностью погружен в жидкость).

Проникновению смачивающих жидкостей в такие капилляры будет препятствовать находящийся в них воздух, который будет сжиматься в процессе заполнения капилляра жидкостью тем больше, чем больше величина капиллярного поднятия.

Это явление может серьезно влиять на ход технологических процессов пропитки, модификации природы поверхности сорбентов.

Смачивание внутренних поверхностей материалов будет определяться законами капиллярной пропитки тупиковых капилляров. Ускорение этого процесса смачивания может быть достигнуто путем уменьшения противодействующего давления сжатого в капиллярах воздуха.

Влияние же тупиковых пор на капиллярную пропитку и другие процессы не изучено. В тоже время можно указать ряд процессов и явлений, где важную роль играют не сквозные капилляры, а тупиковые.

Слабый интерес к указанному вопросу объясняется отсутствием методов, позволяющих количественно определять тупиковые капилляры, отличать их от сквозных, находить функцию распределения их объемов по радиусам.

Действительно, существующие методы позволяют определять либо «средний» гидравлический радиус сквозных пор по фильтрационным измерениям, либо находить характеристическую функцию пористого материала методами адсорбции, вдавливания жидкостей и электронной микроскопии.

Использовать же эти методы для раздельного определения характеристических функций сквозных и тупиковых пор не удается. Лишь удельную поверхность сквозных и тупиковых пор можно приблизительно оценить в отдельности методами стационарной и нестационарной фильтрации разреженного воздуха.

Сложность ситуации с учетом различных типов структуры капилляров определяет задачу: построение физической модели процесса насыщения капилляров жидкостью.

Процесс заполнения капилляров жидкостью представлен на рис. 4, где показаны силы, действующие на жидкость внутри капилляра.

Для сквозных капилляров атмосферное давление уравнивается, и остаются две силы:  $P_c$  и  $P_g$ , для тупиковых сжимающийся газ давит на фронт жидкости с силой  $P_{ai}$ , причем  $P_{ai} > P_a$ .

Капиллярная сила в точке А возникает от действия энергии Гиббса ( $G$ ), которая будучи отнесена к единице является поверхностным натяжением  $\sigma = G:S$  (Дж/м<sup>2</sup>). Если принять

энергетическое воздействие в виде приповерхностного усилия  $f$  (г/см<sup>2</sup>), которое является проекцией потенциала  $\Psi$  на ось капилляра, то при подъеме на высоту  $h$ :

$$P_c = 2 \times \pi \times r \times h \times f \tag{1}$$

Продвижению (подъему) жидкости препятствует  $P_g$  вес жидкости:

$$P_g = \pi \times r^2 \times h \times \gamma, \tag{2}$$

где  $\gamma$  – объемная масса жидкости (г/см<sup>3</sup>).

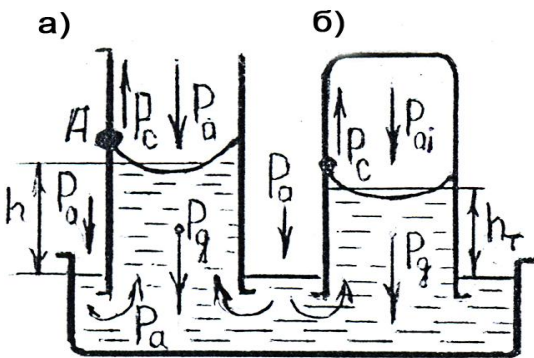


Рис. 4. Действующие силы при пропитке капилляров: а – сквозной капилляр; б – тупиковый капилляр, где  $P_a$  – атмосферное давление;  $P_c$  – капиллярное притяжение;  $P_g$  – вес жидкости;  $P_{ai}$  – противодействие газа в тупиковых порах

При анализе процесса пропитки необходимо отметить, что часть сил ( $P_{mv}$ ) способствует продвижению жидкости вглубь капилляра, а другая часть ( $P_R$ ) – препятствует ее продвижению:  $P_{mv}$  – движущая сила и  $P_R$  – реактивная сила, направленная противоположно движущей силе.

Движущая сила по схеме (рис. 1):

$$P_{mv} = P_c - P_g$$

Подставив соответствующие значения из формул (1) и (2) получаем выражение для движущей силы:

$$P_{mv} = 2 \times \pi \times r \times h \times f - \pi \times r^2 \times h \times \gamma$$

Для сквозных капилляров  $P_R = P_g$ , поскольку атмосферное давление  $P_a$  уравновешивается. Для тупиковых капилляров реактивная сила  $P_R$  имеет более сложную зависимость от действующих сил.

В связи с тем, что давление  $P_{ai}$  является переменной величиной, причем большей  $P_a$ , для тупикового капилляра уравнение усложняется, движущая сила  $P_{mv}$ :

$$P_{mv} = (P_a + P_c) - (P_{ai} + P_g)$$

Подставляя соответствующие значения  $P_c$ ,  $P_{ai}$  и  $P_g$  окончательно определяем величину движущей силы в тупиковом капилляре:

$$P_{mv} = P_a + 2 \times \pi \times r \times h \times f - \frac{P_a \times V_0}{V_0 - \pi \times r^2 \times h} - \pi \times r^2 \times h \times \gamma \tag{3}$$

На основании полученных зависимостей составлены два вида физической модели пропитки капилляров – сквозных и тупиковых (рис. 5).

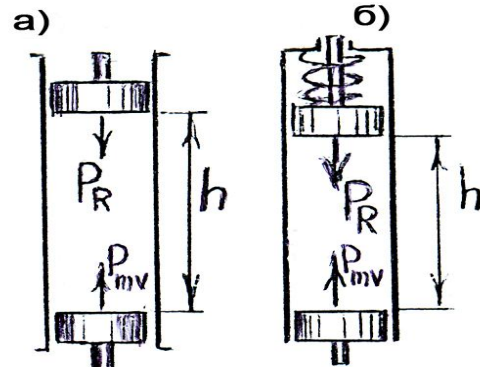


Рис. 5. Физическая модель пропитки : а – сквозной капилляр, б – тупиковый капилляр, где  $P_{mv}$  – движущая сила;  $P_R$  – реактивная сила.

Продвижение жидкости в капилляре возможно при условии, что движущая сила  $P_{mv} > 0$ . Из уравнения (3) следует, что капиллярная сила пропорциональна  $r$ , а противодействие (вес жидкости  $P_g$ ) пропорционально  $r^2$ , в связи с этим процесс пропитки затухает.

Согласно составленной физической модели процесс заполнения характеризуется наличием двух сил: движущая сила ( $P_{mv}$ ) и реактивная сила ( $P_R$ ). Повышение полноты пропитки возможно при условии, что реактивное сопротивление ( $P_R$ ) равно нулю. Технологическое решение, обеспечивающее сохранение условия  $P_R = 0$  и  $P_{mv} = \max$  в течение всего процесса пропитки достигается путем создания и сохранения вакуума в капиллярах, причем это обеспечивает одинаковые условия пропитки как сквозных, так и тупиковых капилляров.

Для проведения испытаний при пропитке образцов стеклобетона разных составов применялись пропитывающие составы на основе натриевого жидкого стекла ( $\text{Na}_2\text{OSiO}_2$ ), с включением водного раствора кремнефторида натрия ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ), который необходим для иницирования процесса твердения жидкости в пористом пространстве стеклобетона. Количество введенного  $\text{Na}_2\text{SiF}_6$  в пропитывающем составе определено опытным путем по скорости твердения  $\text{Na}_2\text{OSiO}_2 + \text{Na}_2\text{SiF}_6$  в массе. Оптимальным установлен следующий пропитывающий состав: 6 г кремнефторида натрия растворяется в 100 мл воды при температуре 80–100 °С, затем полученный раствор вводится в 250 мл натриевого жидкого стекла (модуль 2,8).

Прочностная характеристика после пропитки образцов стеклобетона и отверждения жидкого стекла установлена по показателю – коэффициенту

упрочнения  $K_y = R_{\text{прон.}} / R_{\text{контр.}}$ , который зависит от степени заполнения пористого пространства (прироста массы жидкого стекла). Максимальные значения:  $K_y$  при растяжении = 3,38 и  $K_y$  при сжатии = 2,33.

Характеристикой структуры стеклобетона после пропитки являются показатели: средняя плотность  $\rho_c$ , которая составила для полностью пропитанных образцов  $\rho_{c \text{ прон.}} = 2,26\text{--}2,45 \text{ г/см}^3$ , и водопоглощение  $W_{\text{min}} = 1,15\text{--}1,27 \%$  для полностью пропитанных образцов. Время процесса насыщения образцов стеклобетона при разработанном (интенсивном) режиме пропитки составляет: вакуумирование – несколько минут (в зависимости от применяемого вакуумного насоса); насыщение пропитывающим составом – до 5 мин. Суммарное время пропитки до 10–15 мин. Время пропитки при разработанном режиме сокращается на 12 часов, в отличие от метода капиллярной пропитки.

**Вывод.** Разработанная физическая модель интенсивной пропитки стеклоцемента твердеющей жидкостью позволяет заключить, что, как достижение полного заполнения пористого пространства, так и ускорение темпа пропитки возможно при условии удаления воздуха из капиллярно-пористого тела. Заполнения пустот стеклофибробетона твердеющими веществами способствуют созданию композитного

конгломерата с улучшенными физико-механическими характеристиками. Дальнейшими исследованиями является определение коррозионной стойкости и долговечности стекловолокна в агрессивно-щелочной среде бетона.

**Список литературы:** 1. Баженов Ю. М. Бетонполимерные материалы и изделия – Библиотека строителя, 1978. – 92 с. 2. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2004. – 560 с. 3. Вандоловський О.Г. Підвищення міцності композиційних будівельних матеріалів. // Всеукраїнський науково-технічний і виробничий журнал Будівельні матеріали та вироб. 2008. – № 2 (49). – С. 11–13.

**Bibliography (transliterated):** 1. Bazhenov Y.M. Betonopolimernye materialy i izdeliya [Concrete-polymer materials and products]. – Biblioteka stroitelya [Library of builder Publ.], 1978. – 92 p. 2. Rabinovich F.N. Kompozity na osnovi dyspersno - armirovanykh betonov [Composites based on fibre-reinforced concrete]. Izd-vo Assotsiatsii stroitel'nykh vuzov [Publishing house of Building Institutes Association] – Moscow : 2004. – 560 p. 3. Vandalovskiy O.G. Pidvishennya micnosti kompozitsinykh bydivel'nykh materialiv [Increasing durability of composite building materials] // Vseukrayins'kyy naukovo-tekhnichnyy i vyrobnychy zhurnal: Budivel'ni materialy ta vyroby. [Ukrainian scientific-technical and production journal Building materials and products] 2008. – no. 2 (49). – pp. 11–13.

Поступила (received) 24.07.2016

*Библиографические описания / Бібліографічні описи / Bibliographic descriptions*

**Физическая модель интенсивной пропитки стеклобетона / В. Б. Дистанов, М. М. Токарев, Т. Т. Наливайко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 92–95. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Физическая модель интенсивной пропитки стеклобетона / В. Б. Дистанов, М. Н. Токарев, Т. Т. Наливайко // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 92–95. – Бібліогр.: 3 назв. – ISSN 2220-4784.**

**The physical model of intensive impregnation of glass-concrete / V. B. Distanov, M. N. Tokarev, T. T. Nalivayko // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Innovative researches in students scientific works. – Kharkiv. : NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – pp. 92–95. – Bibliogr. : 3 names. - ISSN 2220-4784.**

*Сведения об авторах / Відомості про авторів / About the Authors*

**Дистанов Виталий Баламирович** – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», тел.: (068) 607-72-31; e-mail: [distanov@ukr.net](mailto:distanov@ukr.net).

**Дистанов Віталій Баламирович** – кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», тел.: (068) 607-72-31; e-mail: [distanov@ukr.net](mailto:distanov@ukr.net).

**Distanov Vitaly Balamirovich** – Candidate of Chemical Sciences, PhD, senior researcher, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", tel.: (068) 607-72-31; e-mail: [distanov@ukr.net](mailto:distanov@ukr.net).

**Токарев Михаил Николаевич** – кандидат технических наук, доцент, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, тел. 0982142600; e-mail: [Nalivaykot@yandex.ua](mailto:Nalivaykot@yandex.ua)

**Токарев Михайло Миколайович** – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет будівництва та архітектури, тел. 0982142600; e-mail: [Nalivaykot@yandex.ua](mailto:Nalivaykot@yandex.ua)

**Tokarev Mikhail Nikolaevich** – candidate of Technical Sciences, PhD, assistant professor, Kharkov National University building and architecture, phone 0982142600; e-mail: [Nalivaykot@yandex.ua](mailto:Nalivaykot@yandex.ua)

**Наливайко Татьяна Тарасовна** – ассистент, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, тел. 0982142600; e-mail: [Nalivaykot@yandex.ua](mailto:Nalivaykot@yandex.ua)

**Наливайко Тетяна Тарасівна** – ассистент, Харківський національний університет будівництва та архітектури, тел. 0982142600; e-mail: [Nalivaykot@yandex.ua](mailto:Nalivaykot@yandex.ua)

**Nalivayko Tatiana Tarasovna** – assistant, Kharkov National University building and architecture, phone 0982142600; e-mail: [Nalivaykot@yandex.ua](mailto:Nalivaykot@yandex.ua)

УДК 378:65.011.56

*О. А. ГОЛУБКИНА, Е. Д. ПОНОМАРЕНКО, Л. В. СОЛОВЕЙ***НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПРОГРАММ ОБУЧЕНИЯ**

Розглянуто специфіку організації навчання студентів вищої школи, її основні особливості та проблеми, пов'язані з навчанням дорослих. Проаналізовано основні підходи до організації навчального процесу та особливості реалізації кожного з них. Основна увага приділяється андрогогічному підходу, як більш доцільного для даної вікової категорії. Визначено ключові моменти розробки інтегрованих програм навчання як однієї з форм організації андрогогічного підходу, а також розглянуті різні форми організації лекційних занять та аспекти моніторингу освітнього процесу

**Ключові слова:** навчальний процес, андрагогіка, інтегровані програми, вертикальна інтеграція, горизонтальна інтеграція, лекції, моніторинг.

Рассмотрена специфика организации обучения студентов высшей школы, ее основные особенности и проблемы, связанные с обучением взрослых. Проанализированы основные подходы к организации учебного процесса и особенности реализации каждого из них. Основное внимание уделяется андрогогическому подходу, как более целесообразному для данной возрастной категории. Определены ключевые моменты разработки интегрированных программ обучения как одной из форм организации андрогогического подхода, а также рассмотрены различные формы организации лекционных занятий и аспекты мониторинга образовательного процесса

**Ключевые слова:** учебный процесс, андрагогика, интегрированные программы, вертикальная интеграция, горизонтальная интеграция, лекции, мониторинг.

Was studied the specificity of the organization of training after school and its main features and problems connected with education of adults. The main approaches to the organization of educational process and especially the implementation of each of them were analyzed. The special attention was paid to androgological approach as more appropriate for this age group. Key points to the development of integrated education programs as a form of androgological approach organization, as well as various aspects and forms of lecture materials' presentation and monitoring of educational process were established.

**Keywords:** educational process, andragogics, integrated training programs, vertical integration, horizontal integration, lectures, monitoring.

**Введение.** Образование студентов высших учебных заведений, в настоящий момент выступает как одна из наиболее актуальных теоретических и практических проблем. От ее решения во многом зависит уровень экономического и социального развития государства. Организация любого обучения в явном или неявном виде всегда основывается на определенных исходных позициях, которые проявляются в выборе целей, содержания, способов его структурирования и технологий взаимодействия обучающихся и преподавателей [1, 2].

**Анализ основных достижений и литературы.** Анализ литературы по проблеме методов обучения студентов высшей школы показывает, что многие исследователи, раскрывая специфику методов обучения, выделяли их управляющую и организующую функцию. Поэтому под методом обучения они понимали систему целенаправленных действий преподавателя, организующих познавательную и практическую деятельность студента, обеспечивающую усвоение им содержания предмета обучения и, тем самым, достижения целей обучения.

В современной науке об образовании различают два принципиальных подхода: педагогический и андрагогический.

Андрогогику определяют как теорию обучения взрослых, научно обосновывающую деятельность обучающихся и обучающихся по определению целей, задач, содержания, форм и методов обучения, по организации, технологии и

осуществлению процесса обучения взрослых людей [3–6].

Андрогогика выделяет некоторые важные для преподавателей положения и идеи, систематическое использование которых позволит в будущем сделать определенный шаг в направлении перехода от традиционной модели образования к новой образовательной парадигме:

- 1) Образование это не просто передача знаний, а скорее отбор, синтез и диалог.
- 2) Обучение включает в себя мышление, поиск, открытие, критическое размышление и творческое решение.
- 3) Комбинирование группового и индивидуального обучения и самообучения в наибольшей степени способствует развитию творческого и критического мышления.

Диалог между членами учебной группы занимает центральное положение в методологии андрагогике, отсюда возникает умение слушать, уважать оппонента, задавать вопросы и отвечать на них, стремление разделить или отвергнуть чужое мнение.

**Цель работы состоит** в поиске современных направлений повышения эффективности и качества усвояемости студентами учебного материала при изучении сложных дисциплин по курсам математического и компьютерного моделирования.

**Изложение основного материала.** Одним из направлений, отражающих андрагогический подход в науке об образовании, является использование интегрированных программ обучения.

© О.А. Голубкина, Е. Д. Пономаренко, Л. В. Соловей, 2016



При разработке интегрированной программы обучения важно выбрать ту особенность обучения, которая согласована с целью курса. Разработка интегрированной программы обучения включает следующие этапы построения интеграционных компонентов: интеграция учебных элементов; вертикальная и горизонтальная интеграция содержания; интеграция ритма.

Можно выделить следующие учебные элементы:

*Лекции; работа с группой; индивидуальные задания.* Каждый элемент нуждается в проявлении различных личностных качеств преподавателя и вместе с тем каждый элемент стимулирует различные качества студента, проявляя различные аспекты учебного процесса. Каждый учебный элемент отличается от другого учебного элемента по своей природе.

Например, в работе с группой материал прорабатывается студентами совместно под наблюдением преподавателя, а индивидуальные задания имеют ярко выраженную творческую природу и развивают определенные навыки, требующие самодисциплины и ответственности, способствуя развитию у студентов навыка оптимального планирования собственного времени. Существенным является и то, что переход к новым взглядам, сформированным учебным процессом, должен произойти вследствие органического сочетания учебных элементов. Задача интеграции учебных элементов состоит в том, чтобы сформировать эти элементы учебного процесса в целом таким образом, чтобы они подкрепляли и дополняли друг друга.

Различают вертикальную и горизонтальную интеграцию учебного процесса.

Вертикальная интеграция учебного процесса предполагает разработку цикла учебного дня, определяющего алгоритм его проведения. При организации вертикальной интеграции учебного процесса создаются прямые связи между всеми учебными элементами в течение одного учебного дня. Такой подход позволяет наиболее углубленно и творчески прорабатывать наиболее сложные темы курсов обучения студентов.

Цикл можно организовать следующим образом: например, в начале дня, на лекционном занятии преподавателем разъясняется сложная тема, затем эта тема должна прорабатываться студентами на лабораторных занятиях в группе под наблюдением преподавателя и далее углубляться при выполнении индивидуального задания на практических занятиях. В конце цикла, оценивая прошедший учебный день, студенты должны выделить существенные аспекты проработанной темы. Вертикальная интеграция учебного процесса является очень важным аспектом обучения, так как деловой ритм органично связанного в единый цикл учебного дня

стимулирует ритмическую осознанность обучения, что приводит к усилению мотивации и желания обучения.

Горизонтальная интеграция определяет структуру программы обучения в более продолжительном периоде времени, например, по учебным семестрам и курсам. Развитие новых навыков и повышение их качества, достижение реального понимания рассматриваемых в учебных курсах вопросов требует времени. Поэтому существенной особенностью горизонтальной интеграции является многократное повторение учебного материала.

Достичь наибольшей эффективности обучения можно только при условии закрепления лекционного материала путем неоднократного его повторения на регулярных практических и лабораторных занятиях. Представляется очевидным, что использование горизонтальной интеграции учебного процесса предпочтительно на младших курсах, когда у студентов формируется интеллектуальная база высшей школы, в то время как использование вертикальной интеграции учебного процесса наиболее эффективно для студентов старших курсов при всестороннем и глубоком изучении специальных дисциплин, необходимых в их будущей профессиональной деятельности.

Логично предположить, что для студентов средних курсов следует интегрировать процесс обучения сразу по двум направлениям: и по вертикали, и по горизонтали, хотя на первый взгляд эти два направления взаимно исключают друг друга.

Интеграцию учебного процесса одновременно по двум направлениям можно осуществить, например, следующим образом: вначале создается вертикаль путем проведения лекции и следом за ней лабораторной работы или практического занятия по теме прочитанной лекции. В конце лабораторной работы или практического занятия преподавателем определяется общий контур задачи, решением которой учебная группа будет заниматься на следующем занятии, предлагая студентам самостоятельно подготовить какой-либо несложный вопрос по теме следующего занятия. Таким образом, удаётся реализовать горизонтальное направление интеграции учебного процесса. Очевидно, что процесс интеграции может быть успешно осуществлен только при условии доброжелательного сотрудничества преподавателя и студентов.

Среди элементов программы обучения лекционные занятия в большинстве случаев занимают ведущее место.

Лекция является традиционной формой обучения. Многие исследователи и авторы методик эффективного обучения взрослых, отмечают, что любая лекция может быть

направлена на достижение совершенно разных целей: передать как можно больше информации под запись, эмоционально зарядить слушателей для облегчения усвоения трудного материала, структурировать имеющиеся знания или подготовить к практическим занятиям [3, 4, 7, 8].

Лекция дает возможность преподавателю передать большому количеству слушателей максимальное количество информации в ограниченный период времени. Место лекции в учебном процессе не может заменить ни один другой метод обучения. Для повышения эффективности восприятия лекционного материала, а, следовательно, для повышения качества и эффективности образования, современные методики обучения предполагают изменение характера лекционных занятий.

В настоящее время происходит трансформация традиционной лекции как способа передачи знаний через монологическую форму общения.

Одной из лекционных форм, позволяющей отойти от монологической формы общения и перейти к диалогу между преподавателем и студентами является лекция с заранее запланированными ошибками. При подготовке к такой лекции в её содержание закладывается определенное количество ошибок. Студенты по ходу лекции должны выделить и зафиксировать неверную информацию, проявляя тем самым степень своей ориентации в учебном материале, в том числе, и по смежным дисциплинам.

Другой лекционной формой, предполагающей осуществление диалога со слушателями, является лекция, представляемая в виде презентации. Основным преимуществом использования таких лекционных форм является то, что преподаватель, сократив время на воспроизведение информации, получает значительно больше времени на объяснение материала и на ответы по возникающим в ходе изложения материала вопросам.

Кроме того, при подготовке к лекционным занятиям необходимо учитывать, что для повышения эффективности восприятия содержание лекции, как элемента интегрированной программы обучения, должно быть сформировано ритмично. Многими, в том числе и социологами было замечено, что создание любой ритмической структуры имеет интегрирующий эффект.

Одним из способов формирования ритмической структуры лекционных занятий является использование презентационной лекционной формы, которая даёт возможность преподавателю включать в общую канву рассматриваемой темы слайды, содержащие тестовые вопросы. На рис. 1 представлена графическая интерпретация структуры такого лекционного занятия. Направленными вниз стрелками иллюстрируются пояснения преподавателя по лекционным слайдам, а стрелки направленные вверх отображают работу студентов

по тестовым слайдам в ходе проведения лекционного занятия.

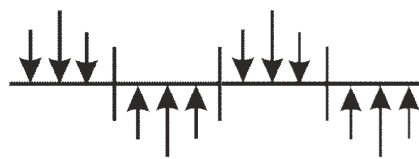


Рис. 1. Ритмичная структура лекционного занятия.

Важной составляющей интегрированной программы обучения является мониторинг образовательного процесса. Мониторинг необходим, поскольку в интегрированном процессе обучения важно постоянно отслеживать происходящее с тем, чтобы впоследствии можно было включить результаты наблюдений в процесс составления или, при необходимости, изменения структуры программы обучения. Мониторинг сам по себе представляет целостную систему, реализующую множество функций. Можно выделить следующие аспекты мониторинга, отличающие этот процесс от сходных с ним педагогических и психологических процессов:

- 1) постоянный сбор данных о процессе обучения;
- 2) наличие критериев, с которыми можно соотнести состояние процесса для каждого конкретного периода обучения;
- 3) включение в состав критериев наиболее проблемных показателей, на основании которых можно сделать вывод об искажении процесса обучения;
- 4) информирование студентов о результатах мониторинга.

Главным моментом мониторинга является диагностика динамики профессионального развития студентов и внесение коррективов в текущий процесс. Мониторинг включает диагностику, прогнозирование и коррекцию профессионального развития личности в процессе профессионального обучения.

Способы проведения мониторинга подразделяются на четыре основные группы:

1. Текущее наблюдение – осуществляется с целью фиксирования происходящих изменений в профессиональном развитии личности студентов в процессе обучения;
  2. Метод тестовых ситуаций – заключается в создании специальных условий, в которых каждый из компонентов структурной программы появится наиболее отчетливо;
  3. Экспликация – осуществляется путем постановки наводящих вопросов, оказания помощи студенту в виде подсказок и совместных действий;
  4. Опросные методы – осуществляются на основе анализа письменных или устных ответов на стандартные специально подобранные вопросы.
- Основными задачами мониторинга являются отслеживание трудностей, непонимания, препят-

твий, возникающих при усвоении учебного материала; создание реального механизма управления процессом обучения; индивидуализация деятельности преподавателя; обнаружение и фиксация непредсказуемых, неожиданных отклонений в учебном процессе.

Данные мониторинга используются для совершенствования программы курса обучения и оценки эффективности применяемой образовательной технологии.

Преподавателями кафедры интегрированных технологий, процессов и аппаратов НТУ «ХПИ» проводятся занятия по курсам математического и компьютерного моделирования. Эти курсы синтезируют в себе обучение навыкам построения математических моделей, которые основаны на закономерностях физико-химических явлений и результатах эксперимента, исследованиях поведения объектов моделирования на основе полученных моделей, оптимизации их функционирования, применения численных методов и использования компьютерной техники [9–11]. Процесс обучения интегрируется как по вертикали, так и по горизонтали. Вначале проводится лекция, следом за ней лабораторная работа по теме прочитанной лекции (создается вертикаль). В конце лабораторной работы преподаватель определяет к какому типу задач студенты должны самостоятельно подготовиться и отчитаться на следующем занятии. Таким образом происходит закрепление лекционного материала (горизонтальная интеграция). Еще более глубокие знания и навыки студенты приобретают при выполнении индивидуальных расчетных заданий., получая квалифицированную консультацию преподавателя.

Данный предмет базируется на курсах «Процессы и аппараты», «Общая химическая технология», «Информатика». Поэтому при проведении лекционных занятий, обучая студентов построению математических моделей объектов химической технологии, для повышения эффективности восприятия излагаемого материала, осуществляется постоянный диалог со слушателями, чтобы оценить степень ориентации их в учебном материале и в базовых дисциплинах. При этом часто вносятся заранее запланированные ошибки, например, в математическое описание различных процессов химической технологии, известным студентам по ранее изученным дисциплинам. Это позволяет сделать акцент на некоторых вопросах, разрядить обстановку, освежить и закрепить полученные ранее знания, позволить студентам проявить эрудицию.

Некоторые лекционные занятия проводятся в компьютерном классе в виде презентации, что позволяет высвободить большее количество времени на объяснение лекционного материала, приведение различных примеров, ответы на вопросы студентов и проведение обсуждений по теме лекции.

Для диагностики процесса обучения преподавателями кафедры используются способы проведения мониторинга всех основных групп.

Все эти меры направлены на то, чтобы заинтересовать студентов в вопросах математического моделирования, привить им знания, умения и навыки в построении математических моделей различных процессов и аппаратов химической технологии.

**Выводы.** Таким образом, разработчики современных методов и технологий обучения взрослых предлагают огромное количество базовых структурных курсов обучения, поясняя необходимость своих разработок тем, что курс обучения, структурированный бессвязно и произвольно, заставляет участников обучения чувствовать себя неуверенными и это вызывает парализующий эффект у студентов. Именно поэтому структуру обучения, разработанную специалистами для высших учебных заведений, необходимо поддерживать каждому участнику учебного процесса, прежде всего соблюдая трудовую дисциплину и доброжелательные отношения между всеми участниками этой творческой работы.

Учебный процесс представляет собой динамическую систему, которая постоянно совершенствуется. Задача преподавателя состоит в том, чтобы не только быть в курсе современных существующих образовательных методик и технологий, но и стараться, модифицируя и улучшая их в своей профессиональной деятельности, создавать максимально эффективные и в то же время комфортные условия организации обучения студентов высшей школы.

**Список литературы:** 1. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І. Діяльність вищого навчального закладу по підвищенню якості підготовки фахівців. Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2012. – № 10. – с. 3–12. 2. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І. Можливості упровадження системи компетенцій у сучасних навчальних закладах // Вісник НТУ «ХПІ». – Х.: НТУ «ХПІ». 2011. – № 21. – с. 3–12. 3. БОРИСОВА І.І. Интерактивные формы и методы обучения в высшей школе / И.И. Борисова, Е.Ю.Ливанова – Нижний Новгород: Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского (ННГУ), 2011. – 65 с. 4. ЗМЕЕВ С.І. Технология обучения взрослых / С.И. Змеев – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 128с. 5. СТЕФАНОВСКАЯ Т.А. Технологии обучения педагогике в вузе / Т.А. Стефановская. – М., 2000. – 245 с. 6. ВЕРБИЦКИЙ, А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход / А.А. Вербицкий – М.,: Высшая школа, 1991. – 207 с. 7. КОЛЧЕВ Н.М. Лекция о лекции / Н.М. Колчев, В.В. Семченко, Г.Г. Левкин и др. – Омск: Омская областная типография, 2014. – 80 с. 8. АКСЁНОВА Е.А. Методы эффективного обучения взрослых / Е.А. Аксёнова, Базаров Т.Ю., Лукьянова Н.Ф. и др. – Москва; Берлин, 1999. – 45с. 9. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ. Удосконалення методів навчання й оцінки знань студентів вищих навчальних закладів / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С. І. БУХКАЛО, М. К. КОШЕЛЕВА // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ». 2013. – № 9 (983). – С. 3–15. 10. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л. Комп'ютерне моделювання у хімічній технології / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, Т.Г. БАБАК, О.О.ГОЛУБКИНА та ін. Харків: НТУ «ХПІ», 2011. 606 с. 11. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л. Комп'ютерні технології в інженерній хімії / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, Т.Г. БАБАК, В.А. КОЦАРЕНКО и др. – Харьков, 2002. – 375 с.

**References(transliterated):** 1. *Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I.* Dija'nist' vishhogo navchal'nogo zakladu po pidvishhenju yakosti pidgotovki fahivciv Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2012. – No. 10. – P. 3–12. 2. *Tovazhnjans'kij L.L., Bukhhalo S.I.* Mozhlivosti uprovdzhennja sistemi kompetencij u suchasnih navchal'nih zakladah // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 3–12. 3. *Borisova I.I.* Interaktivnye formy i metody obuchenija v vysshej shkole [Interactive forms and methods of teaching in higher education] / E.Ju.Livanova – Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskij gosudarstvennyj universitet im. N.I. Lobachevskogo (NNGU), 2011. – 65 p. 4. *Zmeev S.I.* Tehnologija obuchenija vzroslyh [Adult Learning Technology] / S.I Zmeev – M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2002. – 128 p. 5. *Stefanovskaja, T.A.* Tehnologii obuchenija pedagogike v vuze [Technology education pedagogy at the university] / T.A. Stefanovskaja. – M., 2000. – 245 p. 6. *Verbickij, A.A.* Aktivnoe obuchenie v vysshej shkole: kontekstnyj podhod [Active learning in higher education : the contextual approach] / A.A. Verbickij – M.: Vysshaja shkola, 1991. – 207 p. 7. *Kolchev N.M.* Lekcija o lekcii [The lecture about lecture] / N.M. Kolchev, V.V. Semchenko, G.G.Levkin i dr. – Omsk:

Omskaja oblastnaja tipografija, 2014.–80 p. 8. *Aksjonova E.A.* Metody jeffektivnogo obuchenija vzroslyh [Methods of effective adult learning] / Aksjonova E.A., Bazarov T.Ju., Luk'janova N.F. i dr. – Moskva; Berlin,1999. – 45 p. 9. *Tovazhnyans'kij L.L.* Udoskonalyvannja metodiv navchannja u otsinky znan' studentiv vyshchjkh navchal'nykh zakladiv [Improving the teaching methods and assessment of knowledge of students of higher educational institutions] / L. L. Tovazhnyans'kij, S. I. Bukhhalo, M. K. Kosheleva // VisnykNTU «KhPI». Seriya: Innovatsiyni doslidzhennja u naukovykh robotakh studentiv. – Kh. : NTU«KhPI». 2013. – No. 9 (983). – P. 3–15. 10. *Tovazhnyans'kij L.L.* Komp'yuterne modelyuvannja u khimichnij tehnologii [Computer modeling of chemical technology] / L.L. Tovazhnyans'kij, T.G. Babak, O.O.Golubkina ta in. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2011. – 606 p. 11. *Tovazhnyanskiy L.L.* Komp'yuternye tehnologii v inzhenernoj khimii [Computer Technology in Chemical Engineering] / L.L. Tovazhnyanskiy, T.G. Babak, V.A. Kotsarenko i dr. – Khar'kov, 2002. 375 p.

Поступила (received) 22.06.16

*Бібліографічні описи/Библиографические описания/ Bibliographic descriptions*

**Деякі аспекти підвищення ефективності роботи студентів за допомогою інтегрованих програм навчання / О. А. Голубкіна, Е. Д. Пономаренко, Л. В. Соловей // // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 96–101. – Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Некоторые аспекты повышения эффективности работы студентов с помощью интегрированных программ обучения / О. А. Голубкина, Е. Д. Пономаренко, Л. В. Соловей // // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – X. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 96–101. – Бібліогр.: 11 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Some aspects Increase of the effectiveness of work with studentov pomoshchju yntehyrovannyh learning programs / O. A. Holubkina, E. D. Ponomarenko, L. V. Solovey // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – p. 96–101. Bibliog.:11 titles. – ISSN 2220-4784.**

*Відомості про авторів/ Сведения об авторах / Information about authors*

**Голубкіна Ольга Олександрівна** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри Інтегрованих технологій, процесів і апаратів; тел.: (097)713-35-99; e-mail: [oalgolubkina@gmail.com](mailto:oalgolubkina@gmail.com)

**Голубкіна Ольга Александровна** – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», старший преподаватель кафедры Интегрированных технологий, процессов и аппаратов; тел.: (097)713-35-99; e-mail: [oalgolubkina@gmail.com](mailto:oalgolubkina@gmail.com)

**Holubkina Olga Aleksandrovna** – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», a senior lecturer in integrated technologies, processes and devices; tel.: (097)713-35-99; e-mail: [oalgolubkina@gmail.com](mailto:oalgolubkina@gmail.com)

**Пonomаренко Євгенія Дмитрівна** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», доцент кафедри Інтегрованих технологій, процесів і апаратів; тел.: (068)118-55-32; e-mail: [yevgeniya.ponomarenko@gmail.com](mailto:yevgeniya.ponomarenko@gmail.com)

**Пonomаренко Евгения Дмитриевна** – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», доцент кафедры Интегрированных технологий, процессов и аппаратов; тел.: (068)118-55-32; e-mail: [yevgeniya.ponomarenko@gmail.com](mailto:yevgeniya.ponomarenko@gmail.com)

**Ponomarenko Evgeniya Dmitrievna** – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», an assistant professor of integrated technologies, processes and devices; tel.: (068)118-55-32; e-mail: [yevgeniya.ponomarenko@gmail.com](mailto:yevgeniya.ponomarenko@gmail.com)

**Соловей Людмила Валентинівна** – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший викладач кафедри Інтегрованих технологій, процесів і апаратів; тел.: (099)079-95-90; e-mail: [LudSol@ukr.net](mailto:LudSol@ukr.net)

**Соловей Людмила Валентиновна** – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», старший преподаватель кафедры Интегрированных технологий, процессов и аппаратов; тел.: (099)079-95-90; e-mail: [LudSol@ukr.net](mailto:LudSol@ukr.net)

**Solovey Lyudmila Valentinovna** – National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», a senior lecturer in integrated technologies, processes and devices; tel.: (099)079-95-90; e-mail: [LudSol@ukr.net](mailto:LudSol@ukr.net)

УДК: 504.064.2

**К. Б. УТКИНА, М. Р. ТИРІНОВА****ЯКІСТЬ ПІДЗЕМНИХ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ДЕРГАЧІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Методом атомної спектрофотометрії визначено якість підземної питної води та поверхневих вод р. Лопань Дергачівського району Харківської області на прикладі проб відібраних восени 2015 року та навесні 2016 року. Підземні води: дослідження показали значні відхилення показників від ГДК в усіх відібраних пробах, що говорить про низький рівень якості підземних вод району, що досліджувався. Поверхневі води р. Лопань: для річкової води було розраховано індекс забруднення води, згідно якого вода в р. Лопань може бути класифікована як «чиста» або «дуже чиста».

**Ключові слова:** питна вода, підземні води, поверхневі води, Дергачівський район, річка Лопань, метод атомної спектрофотометрії, якість води, ГДК.

Методом атомной спектрофотометрии определено качество подземной питьевой воды и поверхностных вод р. Лопань Дергачевского района Харьковской области на примере проб, отобранных осенью 2015 года и весной 2016 года. Подземные воды: исследования показали значительные отклонения показателей от ПДК во всех отобранных пробах, что говорит о низком качества подземных вод в исследуемом районе. Поверхностные воды р. Лопань: для речной воды был рассчитан индекс загрязнения воды, согласно которому вода в р. Лопань может быть классифицирована как «чистая» или «очень чистая».

**Ключевые слова:** питьевая вода, подземные воды, поверхностные воды, Дергачевский район, река Лопань, метод атомной спектрофотометрии, качество воды, ПДК.

By using atomic spectrophotometry we determined the quality of ground drinking water and surface water in Lopan river in Dergachi district, Kharkiv Oblast. Water samples were taken in autumn 2015 and spring 2016. Ground water: there are significant deviations from MPC in all samples, indicating the poor water quality. Surface water in Lopan river: index of water pollution was calculated, water in Lopan river can be classified as “clean” or “very clean”.

**Keywords:** drinking water, ground water, surface water, Dergachi district, Lopan river, atomic spectrophotometry, water quality, MAC.

**Вступ.** Як відомо, середньостатистична людина без їжі може прожити до двох місяців, без сну до п'яти днів, а ось без води вона не витримає і три дні. Питна вода займає невід'ємну ланку у житті людства, даючи поштовх до роботи всіх внутрішніх органів. Забезпечуючи свій організм належною кількістю прісної води, людина забезпечує здорову дієздатність всього організму насичуючи його різними макро- і мікроелементами. Але останнім часом у світі постала велика проблема якості питної води. Високий рівень забруднення навколишнього середовища, зростання урбанізації призвели до погіршення стану підземних вод, які найчастіше людина використовує у споживчих цілях [1].

**Аналіз основних досягнень і літератури.** Основним суб'єктом моніторингу поверхневих вод в області є обласний центр гідрометеорології, Державне управління екології та природних ресурсів у Харківській області та Сіверськодонецьке територіальне басейнове управління Держводкомводгоспу України. Екологічна оцінка якості поверхневих вод проводиться на основі режимних даних контролю якості води поверхневих водних об'єктів Харківської області. Держава неодноразово впроваджує нові та удосконалює старі законодавчі проекти та програми, які регулюють питання якості підземних вод. На даний час в Україні діють такі законодавчі проекти, як Закон України «Про питну воду та водопостачання» від 10.01.2002 року, Загальнодержавна цільова програма «Питна вода України» на 2011–2020 роки, в Харківській області діє програма «Питна вода Харківської

області» на 2012–2020 рр., на локальному рівні у Дергачівському районі діє районна програма «Питна вода Дергачівщини» на 2013–2020 роки [1,3,4,6].

Дана проблематика є досить поширеною серед науково-дослідних установ Харківської області. Дослідженням якості води в річках Харкова займалися ще в 20-ті роки минулого століття. Встановленню залежності стану водних об'єктів від таких характеристик водозборів як ґрунти, рослинність, клімат, гідрографічна мережа присвячені роботи Сорокіна І. Н. (1979); Шількрота Г. С. (1975), Григор'єва І. Л. (2000) та інших. Л. А. Шкорбатов, а також Н. Н. Хохолкіна, К. І. Коновалова, С. В. Солодовников, В. К. Щоголев кілька років займалися комплексним вивченням системи річок Уди, Харків, Немишля, Лопань і Сіверський Донець [5, 8, 9].

Основними джерелами забруднення Дергачівського району Харківської області є ПАТ «Харківська ТЕЦ-5», Солоницівська філія ТОВ «Кроно-Україна, Енергосталь НТПК, ТОВ «Курязький завод силікатних виробів», ТОВ «Едельвейс», ТОВ «Дергачівське заводоуправління», ТОВ «Харківспецмаш» та Дергачівське звалище твердих побутових відходів. У аспекті вивчення питання забруднення підземних вод особливу увагу слід приділити звалищу твердих побутових відходів. Дане питання вже вивчалось у роботах [10–14], які присвячені впливу звалищ відходів на стан навколишнього середовища та компоненти довкілля.

© К.Б. Уткина, М.Р. Тирінова, 2016

Забруднення підземних вод виникає через потрапляння із тіла звалища фільтрату, який утворюється в результаті складних хімічних реакцій внаслідок розкладання відходів. Фільтрат являє собою дуже концентровані забруднені води, до складу яких входять не тільки органічні забруднення, але й важкі метали тощо. Саме тому відповідно до європейського за українського законодавства усі звалища та полігони відходів повинні мати водонепроникний шар, який запобігає потраплянню фільтрату у ґрунти, та системи збору й очистки фільтрату. Нажаль, більшість полігонів не обладнані такими системами. Забруднення поверхневих вод можливо внаслідок змивання забруднюючих речовин поверхневим стоком.

Актуальність теми та доцільність дослідження зв'язана з необхідністю визначення ступеня забруднення поверхневих та підземних вод Дергачівського району з метою подальшого виявлення джерел забруднення, які на них впливають, та розробкою природоохоронних рекомендацій.

#### Мета дослідження.

Метою дослідження є аналіз якості поверхневих і підземних вод Дергачівського району Харківської області.

#### Методика.

У ході виконання роботи був проведений аналіз літературних джерел з даної тематики, а також проведено ряд польових і лабораторних досліджень. Дослідження проб води проводилося методом атомної спектрофотометрії в Навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

#### Підземні води.

Проби відбиралися в таких населених пунктах Дергачівського району, як м. Дергачі, сел. Лісне, сел. Флоринка, сел. Мала Данилівка, протягом весіннього та осіннього періоду (рис. 1).

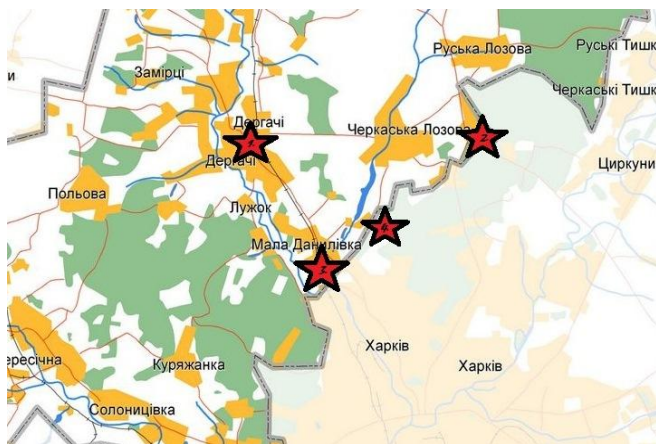


Рис. 1. Точки відбору проб підземних вод: 1. М. Дергачі, 2. сел. Лісне, 3. сел. Мала Данилівка, 4. сел. Флоринка

#### Поверхні води р. Лопань.

Проби відібрані у трьох точках, а саме перша точка – близько 200 м від окружної дороги. Дана точка була відібрана для того щоб можна було простежити вміст шкідливих елементів які є на межі м. Харкова та власне Дергачівського району. Друга точка відібрана у с. Зайченки, третя безпосередньо у м. Дергачі (рис. 2).

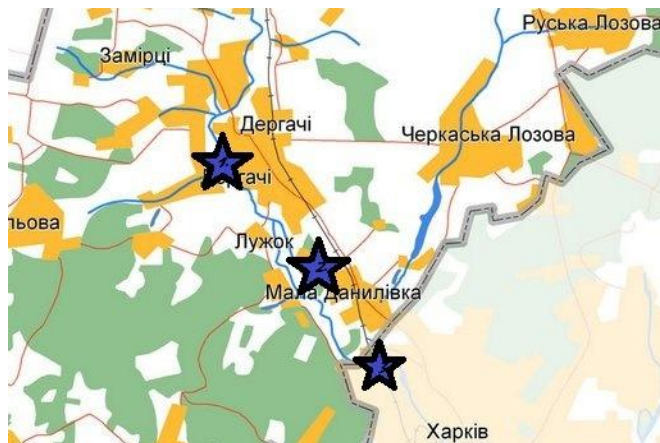


Рис. 2. Точки відбору проб води р. Лопань: 1. м. Дергачі, 2. сел. Зайченки, 3. Окружна дорога

Для забезпечення максимальної достовірності отриманих результатів хімічних аналітичних досліджень відбір проб води проводився відповідно ГОСТу 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб.».

Аналіз проводився у лабораторії еколого-аналітичних досліджень ХНУ імені В.Н. Каразіна, в тому числі із застосуванням методу атомної спектрофотометрії на основі наступних груп показників:

#### 1. Органолептичні:

- запах,
- кольоровість,
- каламутність.

#### 2. Фізико-хімічні:

- водневий показник,
- залізо загальне,
- загальна лужність,
- сульфати,
- хлориди,
- цинк.

#### 3. Санітарно-токсикологічні:

- алюміній,
- кадмій,
- нітрити,
- свинець.

#### Результати дослідження.

##### Підземні води

Отримані результати порівнювалися із ГДК, встановленими для питної води (ГОСТ 2874-82). Результати осіннього відбору проб після проведення аналізу показали, що зразки відібрані з свердловин м. Дергачі та сел. Флоринка мають 2 бали з двох

можливих за показником запаху. За каламутністю показники проб м. Дергачі та Флоринка мають перевищення норми і дорівнюють 1,63 ЕМФ та 2,8 ЕМФ відповідно. Водневий показник, рН відповідає нормам та дорівнює у межах від 7,99-8,65. Показники: залізо, алюміній, кадмій, мідь, свинець, не виявили перевищень ГДК в усіх пробах води. Аміак і цинк виявили результати, які перевищують ГДК в усіх пробах, найбільший показник аміаку 1,32 мг/дм<sup>3</sup> у пробі сел. Лісне при показнику ГДК – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, найбільший показник цинку 0,093 мг/дм<sup>3</sup> у сел. Мала Данилівка при ГДК 0,01 мг/дм<sup>3</sup>. За показником сульфату відхилення від норми показали проби з міста. Дергачі (414,2 мг/дм<sup>3</sup>) та сел. Флоринка (670,5 мг/дм<sup>3</sup>), ГДК для сульфату дорівнює 250 мг/дм<sup>3</sup>. Хлориди та нітрити відхилень не виявили.

Навесні відібрані проби води під час дослідження показали такі результати: запах у сел. Флоринка дорівнює 2 з двох можливих і є найбільшим показником з усіх відібраних зразків. Водневий показник, рН відповідає нормам і дорівнює в межах 7,37 – 7,89. За загальною лужністю зразок з сел. Флоринка перевищує ГДК на 0,5 ммоль/дм<sup>3</sup>. Важкі метали (залізо, алюміній, цинк, кадмій, мідь, свинець) варіюються у межах норми у всіх зразках відібраної води. Сульфати перевищують у пробі м. Дергачі (382,5 мг/дм<sup>3</sup>) в порівнянні з ГДК (250 мг/дм<sup>3</sup>). Показник аміаку у пробі м. Дергачі перевищує ГДК у чотири рази, а показник нітритів у м. Дергачі та сел. Флоринка перевищує ГДК і дорівнює 0,15 і 0,12 відповідно.

Отже, провівши аналіз проб води з різних свердловин Дергачівського району можна зробити наступні висновки. Проби відібрані у м. Дергачі восени мають відхилення від норми за майже всіма показниками, що визначалися (запах, каламутність, загальна лужність, цинк, сульфати, аміак, нітрити) і має найгірші показники. Вода з сел. Флоринка не відповідає нормативним показникам, таким як запах, загальна лужність, сульфати, нітрити. Зразок відібраний зі свердловини у селищі М. Данилівка має перебільшення ГДК за показником цинку. А проба з сел. Лісне відповідає всім зазначеним нормативам, не перевищує жодного показника.

Навесні ситуація з підземними водами Дергачівського району мала тенденцію змінитися, і дала такі результати. Проба з м. Дергачі має перевищення у таких показниках: загальна лужність, цинк, сульфати, аміак, нітрити. Проба з сел. Флоринка – запах, загальна лужність, цинк, хлориди, сульфати, нітрити. Проба з сел. Мала Данилівка не відповідає ГДК за вмістом у воді цинку, сульфатів та аміаку. Проба з сел. Лісне має перевищення ГДК цинку. Погіршення деяких показників навесні можна пояснити тим, що на сніговому покриві у зимовий період накопичується багато шкідливих речовин, які при весняному таненні потрапляють до ґрунтових вод.

Проаналізувавши відхилення норми у пробах відібраних з м. Дергачі важливо зазначити, що дана територія є більш антропогенно навантаженою на відміну від інших зразків відібраних на території Дергачівського району.

#### **Поверхневі води р.Лопань**

Результати, які були отримані у ході дослідження порівнювалися з ГДК, яке використовується для водних об'єктів господарсько-питного та культурно-побутового призначення, а саме для води другої категорії до якої належать ділянки водойм, що використовуються для купання, занять спортом та відпочинку населення, а також ті, що знаходяться в межах населених пунктів [7].

Отримані результати дають зробити наступні висновки. Жодна відібрана проба води не виявляє перевищення за жодним показником, які визначалися, окрім проба з сел. Зайченки, у якій перевищується вміст сульфатів у 0,46 разів в порівнянні з ГДК.

Для комплексної оцінки екологічного стану річки Лопань та узагальнення результатів розрахували індекс забруднення води за наступною формулою [2]:

$$ІЗВ = \sum(C/ГДК)/n \quad (1)$$

де С – фактична концентрація речовини; n – кількість показників.

Розрахунки ІЗВ дають змогу зробити ряд висновків: проба відібрана з р. Лопань на території м. Дергачі води входить до категорії «чиста» (ІЗВ = 0,242), проба з сел. Зайченки відповідає першій категорії і є «дуже чистою» (ІЗВ = 0,22), за 200 м від окружної дороги проби з р. Лопань також відповідають категорії «чиста вода» (ІЗВ = 0,254).

#### **Висновки.**

Проведені дослідження дають змогу провести оцінку якості підземних та поверхневих вод Дергачівського району Харківської області та зробити наступні висновки:

1. Протягом осіннього (2015 р.) та весіннього (2016 р.) періоду були відібрані проби ґрунтових вод у таких населених пунктах як м. Дергачі, сел. Лісне, сел. Флоринка, сел. Мала Данилівка. Проби відбиралися на приватних подвір'ях з свердловин. Також були відібрані проби води з річки Лопань. Аналіз проводився у Навчально-дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень ХНУ імені В.Н. Каразіна.

2. Результати досліджень показали, що підземні води Дергачівського району мають відхилення за такими показниками: вміст цинку (у сел. М. Данилівка – перевищення ГДК у 9 разів), вміст аміаку у всіх пробах, які досліджувалися (максимальний показник у сел. Флоринка – 1,32 мг/дм<sup>3</sup> при ГДК 0,01 мг/дм<sup>3</sup>) та вміст сульфатів (перевищення ГДК у 2 рази).

3. Найбільше перевищень спостерігається у пробах відібраних з м. Дергачі та з сел. Флоринка. Це пояснюється близькістю розташування великих автомагістралей та розміщенням великих промислових потужностей на території м. Дергачі. Навесні відхилення від норми були більші, ніж восени, що пояснюється більшою акумуляцією шкідливих речовин на сніговому покриві.

4. Враховуючи отримані результати рекомендується населенню використовувати фільтруючі установки.

5. Результати аналізу проб поверхневих вод р. Лопань показали, що усі проби за усіма показниками не мають перевищень ГДК, окрім води відібраної біля сел. Зайченки (вміст сульфатів – перевищення ГДК в 0,46 рази), та відповідають категоріям води «чиста» та «дуже чиста».

6. Подальші дослідження планується сконцентрувати на визначенні джерел забруднення та шляхи потрапляння забруднюючих речовин у підземні води, а також на розробку відповідних природоохоронних рекомендацій з метою зниження ступеня забруднення підземних вод Дергачівського району.

**Список літератури:** 1. Капусник І.В. О состоянии экологической безопасности водных объектов Харьковской области / И.В. Капусник, Б. М. Заболотный // Экологическая безопасность Северского Донца. Регион: проблемы и перспективы. – Х.: ИНЖЭК, 2003. – С. 17–22. 2. Методика по розрахунку антропогенного навантаження і класифікації екологічного стану басейнів малих річок України / УНДІВЕП, 2-ге видання перероблене та доповнене. – К.: «Полімед». 2007. – 71с. 3. Покоłodная М. М. Рекреационный потенциал и экологическое состояние Харьковских рек / М. М. Покоłodная, Н. А. Телюра // Вест. Харьков. нац. ун-та. № 455. Геология – география – экология, 1999. – С. 156-158. 4. Природоохоронна програма покращення екологічного стану Дергачівського району на 2013 – 2017 роки – Режим доступу: <http://nadoest.com/rishennyam-hhhii-sesi-dergachivsekoyi-rajonnoyi-radi-vi-skli>. – Дата звертання : 25 травня 2016. 5. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод / С. І. Сніжко. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 264 с. 6. Стратегія сталого розвитку Дергачівського району до 2020 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nadoest.com/strategiya-stalogo-rozvitku-dergachivsekogo-rajonu-do-2020-rok-stor-2> – Дата звертання : 1 липня 2016. 7. Тарасова В. Екологічна стандартизація і нормування / В. Тарасова // – ТНГ, 20.04.2013 – Режим доступу : <http://bibl.com.ua/pravo/7196/index.html?page=23>. – Дата звертання : 10.07.2013. 8. Хімко Р.В. Малі річки – дослідження, охорона, відновлення./ Р. В. Хімко, О. І. Мережко, Р. В. Бабко – К.: Інститут екології. 2003. – 380 с. 9. Шкорбатов Л.А. Гидробиологическое изучение микрофлоры реки Сев. Донца и его

притоков: Уд и Лопани. (Результаты годичного обследования за период с ноября 1924 г. по октябрь 1925 г.) / Л. А. Шкорбатов // Труды Комиссии по санитарно-биологическому обследованию р. Сев. Донец и его притоков: Лопани и Уд. – Х.: 1928. – Вып. 2. – С. 87-153. 10. Бухкало С.І. Екологічна безпека як складова концепції утилізації відходів для комплексних підприємств енергетичного міксу / С.І. Бухкало // Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП». 2014. – № 49. – с. 42–56. 11. Бухкало С.І. Анализ эколого-правовой базы комплексной утилизации отходов полимеров / С.И. Бухкало, Н.Н. Зипунников, О.И. Ольховская и др. // Вісник НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП». 2011. – № 21. – с. 140–145. 12. Уткіна К. Б. Визначення впливу несанкціонованого звалища твердих побутових відходів на ґрунти та рослинність / К. Б. Уткіна, Н. М. Миргородська. // Матеріали Національного форуму «Поводження з відходами в Україні: законодавство, економіка, технології». - К.: Центр екологічної освіти та інформації. 2013. – С.116-118. 13. Уткіна К.Б. Впровадження комплексного управління відходами в Україні: сучасний стан та перспективи / К.Б. Уткіна // НЖ «Екологічна безпека»: КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ. 2013. – Випуск 2.2013 (16). – С. 23-27. 14. Яковлева Н. Г. Экономико-организационные вопросы обращения с твердыми бытовыми отходами в г. Харькове / Н.Г. Яковлева, Е.Б. Уткина // Вісник Міжнародного Слов'янського університету. – Х. Серія «Економічні науки», Том XV, № 2, 2012. - С.46-52.

**References (transliterated)** 1. Kapusnik I.V. O sostojanii jekologicheskoj bezopasnosti vodnyh objektov Har'kovskoj oblasti / I. V. Kapusnik, B. M. Zabolotnyj // Jekologicheskaja bezopasnost' Severskogo Donca. Region: problemy i perspektivy. – H.: INZhJeK, 2003. – S. 17–22. 2. Metody'ka po rozrazhunku antropogenno navantazhennya i klasyfikacijy ekologicznogo stanu basejniv maly'x richok Ukrayiny' / UNDIVEP, 2-ge vy'dannya pereroblene ta dopovnene. – K.: «Polimed» 2007. – 71 s. 3. Pokolodnaja M.M. Rekreativnyj potencial i jekologicheskoe sostojanie Har'kovskih rek / M. M. Pokolodnaja, N. A. Teljura // Vest. Har'kov. nac. un-ta. № 455. Geologija – geografija – jekologija, 1999. – S. 156-158. 4. Prirodoohoronna programa pokrashhennja ekologicznogo stanu Dergachivs'kogo rajonu na 2013 – 2017 roki – Rezhim dostupu: <http://nadoest.com/strategiya-stalogo-rozvitku-dergachivsekogo-rajonu-do-2020-rok-stor-2> - Data zvertannya : 25 travnya 2016. 5. Snizhko S.I. Ocinka ta prognovuvannya yakosti pry'rodny'x vod / S.I. Snizhko. – K.: Nika-Centr, 2001. – 264 s. 6. Strategiya stalogo rozvy'tku Dergachivs'kogo rajonu do 2020 roku [Elektronny'j resurs]. – Rezhym dostupu: <http://nadoest.com/strategiya-stalogo-rozvitku-dergachivsekogo-rajonu-do-2020-rok-stor-2> - Data zvertannya : 1ly'pnya 2016. 7. Tarasova V. Ekologichna standarty'zaciya i normuvannya / V. Tarasova // – TNG, 20.04.2013 – Rezhym dostupu : <http://bibl.com.ua/pravo/7196/index.html?page=23>. – Data zvertannya : 10.07.2013. 8. Himko R.V. Malij r'chki – doslidzhennja, ochorona, vidnovlennja./ R. V. Himko, O. I. Merezko, R. V. Babko – K.: Institut ekologiji. 2003. – 380 s. 9. Shkorbatov L.A. Gidrobiologicheskoe izuchenie mikroflory reki Sev. Donca i ego



- <http://bibl.com.ua/pravo/7196/index.html?page=23>. – Data zvertannya : 10.07.2013. **8.** *Khimko R.V.* Mali richky – doslidzhennya, oxorona, vidnovlennya. / R.V. Ximko, O. I. Merezko, R.V. Babko – K.: Instytut ekologiyi. 2003. – 380 s. **9.** *Shkorbatov L.A.* Gidrobiologicheskoe izuchenie mikroflory reki Sev. Donca i ego pritokov: Ud i Lopani. (Rezultaty godichnogo obsledovaniya za period s nojabrja 1924 g. po oktjabr' 1925 g.) / L. A. Shkorbatov // Trudy Komissii po sanitarno-biologicheskomu obsledovaniju r. Sev. Donec i ego pritokov: Lopani i Ud. – Har'kov, 1928. – Vyp. 2. – S. 87–153. **10.** *Bukhhalo S.I.* Ekologichna bezpeka jak skladova koncepcii utilizacii vidhodiv dlja kompleksnih pidpriemstv energetichnogo miksu / S.I. Bukhhalo // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2014. – No. 49. – P. 42–56. **11.** *Bukhhalo S.I.* Analiz jekologo-pravovoj bazy kompleksnoj utilizacii othodov polimerov / S.I. Bukhhalo, N.N. Zipunnikov, O.I. Ol'hovskaja i dr. // Visnik NTU – Khpi. – Kharkiv. NTU «Khpi». 2011. – No. 21. – P. 140–145. **12.** *Utkina K. B.* Vy`znachennya vply`vu nesankcionovanogo zvaly`shha tverd`x pobutovy`x vidhodiv na g`runty` ta rosly`nnist` / K. B. Utkina, N. M. My`rgorods`ka. // Materialy` Nacional'nogo forumu «Povodzhennya z vidxodamy` v Ukrayini: zakonodavstvo, ekonomika, texnologiyi». – K.: Centr ekologichnoyi osvity` ta informaciyi. 2013. – S.116–118. **13.** *Utkina K.B.* Vprovadzheniya kompleksnogo upravlinnya vidxodamy` v Ukrayini: suchasny`j stan ta perspekty`vy` / K. B. Utkina // NZh «Ekologichna bezpeka»: KrNU imeni My`xajla Ostrograds`kogo. – Kremenuchuk: KrNU. 2013. – Vy`pusk 2.2013 (16). – S. 23-27. **14.** *Iakovleva N. G.* Jekonomiko-organizacionnye voprosy obrashheniya s tverdymi bytovymi othodami v g.Har'kove / N. G. Iakovleva, E. B. Utkina // Visnik Mizhnarodnogo Slov`jans'kogo universitetu. – H. Serija «Ekonomichni nauki», Tom XV, № 2, 2012. – S.46-52.

*Поступила (received) 14.07.2014*

*Бібліографічні описи / Bibliographic description / Библиографические описания*

**Якість підземних та поверхневих вод Дергачівського району Харківської області / К. Б. Уткіна, М. Р. Тирінова** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 101–105. – Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2220-4784

**Качество подземных и поверхностных вод Дергачевского района Харьковской области / Е. Б. Уткина, М. Р. Тыринова** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19(1191). – С. 101–105. – Бібліогр.: 14 назв. – ISSN 2220-4784

**Surface and ground water quality in Dergachi District, Kharkiv Oblast / K. B. Utkina, M. R. Tyrinova** // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – pp. 101–105, – Bibliogr.: 14 titles. – ISSN 2220-4784

*Відомості про авторів / About the Authors / Сведения об авторах*

**Уткіна Катерина Богданівна** – кандидат географічних наук, доцент, кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, тел.: +38 057 707 54 48; e-mail: [ecointernational@karazin.ua](mailto:ecointernational@karazin.ua).

**Уткина Екатерина Богдановна** – кандидат географических наук, доцент, кафедра экологической безопасности и экологического образования, Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, тел.: +38 057 707 54 48; e-mail: [ecointernational@karazin.ua](mailto:ecointernational@karazin.ua).

**Utkina Kateryna Bogdanivna** – PhD (Geography), Assoc Prof. (Docent), Department of Ecological Safety and Environmental Education, V. N. Karazin Kharkiv National University, tel.: +38 057 707 54 48; e-mail: [ecointernational@karazin.ua](mailto:ecointernational@karazin.ua).

**Тирінова Марина Романівна** – магістр, кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти, Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, тел.: +38 057 707 54 48; e-mail: [tyrinovam@mail.ru](mailto:tyrinovam@mail.ru).

**Тыринова Марина Романовна** – магистр, кафедра экологической безопасности и экологического образования, Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, тел.: +38 057 707 54 48; e-mail: [tyrinovam@mail.ru](mailto:tyrinovam@mail.ru).

**Tyrinova Maryna Romanivna** – MSc, Department of Ecological Safety and Environmental Education, V. N. Karazin Kharkiv National University, tel.: +38 057 707 54 48; e-mail: [tyrinovam@mail.ru](mailto:tyrinovam@mail.ru).

УДК 330.011.3

**Р. Ф. СМОЛОВИК**, канд. екон. наук, проф. НТУ «ХП»**ГАЛУЗЕВІ ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ВІДТВОРЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

У статті проаналізовані проблеми управління процесами відтворення основних засобів машинобудівних підприємств з метою підвищення ефективності їх використання та потенційних можливостей оновленої техніки, вплив підвищення рівня організації праці на ріст продуктивності устаткування. Розглянуті основні напрямки внутрішнього та зовнішнього фінансування цими процесами. Запропоновані організаційно-технічні заходи, які, в першу чергу, впливають на підвищення продуктивності устаткування і праці у цілому та методи розрахунку умовного вивільнення робітників підприємства при використанні інноваційного устаткування, вплив цих заходів на зниження собівартості продукції.

**Ключові слова:** продуктивність устаткування, інвестиційні ресурси, інновації, основні засоби, продуктивні сили, модернізація, ефективність, планування, власні джерела фінансування, позикові джерела фінансування прибутку, амортизація.

В статье проанализированы проблемы управления процессами воспроизведения основных средств машиностроительных предприятий с целью повышения эффективности их использования и потенциальных возможностей обновленной техники, влияние повышения уровня организации труда на рост производительности оборудования. Рассмотрены основные направления внутреннего и внешнего финансирования этими процессами. Предложены организационно-технические мероприятия, которые, в первую очередь, влияют на повышение производительности оборудования и труда в целом и методы расчетов условного высвобождения рабочих предприятия при использовании инновационного оборудования, влияние этих мероприятий на снижение себестоимости продукции.

**Ключевые слова:** производительность оборудования, инвестиционные ресурсы, инновации, основные средства, продуктивные силы, модернизация, эффективность, планирование, собственные источники финансирования, заемные источники финансирования, прибыль, амортизация.

The article analyzes the problems of controlling the processes of reproduction of fixed assets of machine-building enterprises enterprises with the purpose of increase of efficiency of their use and potential of a new technique, the effect of increasing the level of labour productivity growth equipment. The main directions of internal and external funding of these processes. Proposed organizational and technical measures that primarily affect improving the productivity of equipment and labor in General and the methods of calculation of a conditional release workers when used under the innovative equipment, the impact of these measures on the reduction of production costs.

**Key words:** productivity, investment resources, innovations, fixed assets, productive forces, modernization, efficiency, planning, private financing sources, debt financing, profit, depreciation and amortization.

**Вступ.** У сучасних умовах глобалізації економічних систем виникає необхідність розробки і випуску продукції із значним вмістом інтелектуальної праці, який забезпечує конкурентоспроможність підприємства у ринковому середовищі. Такі продукти можуть бути створені в умовах використання інноваційного устаткування та методів організації виробництва. Деякі аспекти указаної вище проблеми розглянуті у спеціальній науковій літературі авторів Харламової Е., Островської А.М., Горобинської М.В., Завгороднього А.Г. та ін. Тому ціллю статті являється аналіз галузевих особливостей відтворення основних засобів в умовах машинобудівних підприємств.

**Постановка проблеми.**

Підвищення ефективності використання основних засобів підприємства як і його діяльності у цілому ґрунтується на досягненнях науки і техніки, передового, вітчизняного і зарубіжного досвіду. Наскільки цілеспрямовано та ефективніше використовуються новітні досягнення науки і техніки, які є першоджерелами розвитку продуктивних сил, настільки успішніше вирішуються пріоритетні, щодо виробничих, соціальні завдання життєдіяльності суспільства.

Необхідно відмітити, що фонди розвитку підприємства не мають достатньо коштів, які використовуються для модернізації застарілого та придбання прогресивного устаткування. Такий процес забезпечує конкурентоспроможність продукції і підприємства в цілому. Якщо врахувати, що в системі господарської діяльності України основні засоби є національним багатством країни, то

виникає необхідність пошуку тих резервів усередині підприємства, які сприяли б раціональнішому використанню основних засобів і підвищенню фінансової стійкості підприємства в умовах кризової ситуації.

У сучасних умовах кризової ситуації для відтворення виробничих засобів підприємства важливе значення має розробка стратегічних напрямків формування інвестиційних ресурсів, як основних джерел фінансування процесу відтворення основних засобів. Усі напрямки й форми інвестиційної діяльності підприємства здійснюються за рахунок формованих нею інвестиційних ресурсів. Інвестиційні ресурси являють собою всі види грошових і інших активів, приваблюваних для здійснення вкладень в об'єкти інвестування[1].

Для прискорення прийняття інвестором рішення про те чи вкладати засоби в те або інше підприємство необхідно складати інвестиційний проект, що визначає мету, яку прагне досягти підприємства, стратегію підприємницької діяльності в сукупності з термінами досягнення мети. Проектний аналіз – методологія, що дозволяє оцінювати фінансові і економічні достоїнства проектів, альтернативних доріг використання ресурсів з врахуванням їх макро- і мікроекономічних наслідків. Інвестиції – це не стільки вкладення в проект, скільки в людей, здатних реалізувати цей проект. Інвестиціям передують тривалі дослідження, і вони супроводяться постійним моніторингом стану підприємства, де основною спрямованістю реалізації інвестиційного проекту є фінансова політика підприємства.

© Р.Ф. Смоліков

Інвестиційним проектом є обґрунтування економічної доцільності, об'єму і термінів здійснення капітальних вкладень, у тому числі необхідну проектно-кошторисну документацію, розроблену відповідно до законодавства і затверджених в установленому порядку стандартів, а також опис практичних дій із здійснення інвестицій. Залежно від конкретного вигляду реального інвестування підприємство формує вимоги, що пред'являються до інвестиційного проекту, що розробляється. Для таких форм інвестування, як заміна устаткування або набуття окремого вигляду нематеріальних активів, тобто для форм інвестування, які не вимагають великих фінансових вкладень і фінансуються лише за рахунок власних засобів підприємства, інвестиційний проект є внутрішнім документом. Такий проект, як правило, включає скорочений перелік розділів і показників, при цьому в обов'язковому порядку розглядається мета здійснення інвестиційного проекту, його основні параметри, об'єм необхідності фінансових ресурсів, а також показники ефективності даного інвестиційного проекту і календарний план його здійснення. В разі здійснення таких форм реального інвестування, як нове будівництво, реконструкція, які вимагають великого об'єму фінансування і для здійснення яких залучають зовнішні джерела фінансування, перелік вимог до інвестиційного проекту значно зростає. Оскільки це пов'язано із залученням зовнішнього фінансування, інвестор або кредитор повинні мати повне уявлення про інвестиційний проект, у фінансуванні якого він бере безпосередню участь. В цьому випадку інвестиційний проект включає стратегічну концепцію інвестування, основні показники маркетингової, економічної і фінансової результативності, об'єми необхідних фінансових ресурсів, терміни зворотності засобів, додатково притягнених із зовнішніх джерел [2].

Таким чином, інвестиційний проект дозволяє в першу чергу підприємницькій діяльності, а потім і зовнішнім інвесторам всесторонньо оцінити очікувану ефективність і доцільність здійснення конкретних реальних інвестицій. Інвестиційний проект повинен містити певний перелік основних розділів. Коротка характеристика етапів інвестиційного проекту дозволить проаналізувати і виявити основні етапи виконання залежно від фінансової політики підприємства. Будь-який інвестиційний проект починається з короткої його характеристики, фактично даний розділ є узагальнювальним і розробляється, як правило, в останню чергу, після того, як підготовлені всі останні розділи. Характеристика проекту включає перелік всіх ресурсів, у тому числі фінансових, необхідних для реалізації проекту, терміни реалізації проекту і повернення грошових коштів, а також оцінку економічної і фінансової ефективності проекту і його соціальної значущості. Основним аспектом в цьому пункті інвестиційного проекту є те, що фінансова політика підприємства полягає, перш за все, у власному розвитку, розширенні виробничою, або

іншої сфери своєї діяльності. Звичайно цей етап найважливіший і включає всі існуючі витрати, витрати, також прогнозовані доходи і можливість окупити витратні статті проекту.

Стратегія формування інвестиційних ресурсів є важливим складеним елементом не тільки інвестиційної, але й фінансової стратегії компанії. Розробка такої стратегії покликано забезпечити безперебійну інвестиційну діяльність у передбачених обсягах; найбільш ефективного використання власних фінансових коштів, що направляються на ці мети, а також фінансову стійкість підприємства в довгостроковій перспективі, що має особливо важливе значення в сучасних умовах ринкової економіки, кризової економічної й фінансової ситуації. Розглянемо можливі напрямки одержання фінансових ресурсів [3].

Інвестиційний проект потребує оптимального фінансового планування, тому що при поганому плануванні, або не раціональному, існування всього підприємства може перебувати під великим сумнівом. Фінансовий план є найважливішою частиною інвестиційного проекту, тому що він характеризує комерційні результати передбачуваного проекту. Він повинен привертати пильну увагу зацікавлених сторін. Тому при його розробці необхідно врахувати відмінності в інтересах учасників інвестиційного проекту. Інвестори будуть цікавитися потенціалом підприємства, і вивчати можливі ризики, можливості повернення позики. Керівники підприємств зацікавляться ростом прибутку. Якщо передбачається ухвалювати якінебудь фінансові зобов'язання, то їх необхідно відбити в плані. Фінансовий план повинен включати всі основні пропозиції, короткий огляд умов, у яких планується діяти. План повинен містити такі деталі, як дані про обсяг продажів, валовому прибутку, витратах на встаткування й оплату праці й інші ключові видатки. Він також повинен включати докладний оперативний аналіз доходів і видатків, формування чистого прибутку підприємства. Це дозволить інвесторові скласти повне уявлення про рентабельність підприємства. Фінансові результати першого року реалізації проекту слід прораховувати й представляти щомісячно, другого року по кварталах, а третього й наступних – за результатами року. Фінансовий план складається в кілька етапів. Прогноз обсягів реалізації є основою фінансового плану. Для його складання необхідно: визначити обсяг реалізації продукції або послуг на відповідних ринках для кожного року; визначити вартість продукції або тариф для кожної послуги для кожного ринку; розрахувати загальний обсяг реалізації в грошовім вираженні для кожного ринку; визначити загальний обсяг реалізації для всіх ринків для кожного року; розрахувати загальний обсяг реалізації за 5–10 років для кожного ринку [4].

Витрати на реалізацію товарів або послуг визначаються відповідно до діючих нормативів, цінової політики підприємства й умовами реалізації послуг. Аналіз джерел фінансування виконують по

всіх календарних періодах проекту за наступною схемою: указують обсяги формування ресурсів за рахунок власних коштів і за рахунок позикових коштів; установлюють частки й суми прибутку, що направляються до фонду розвитку і які очікують інвестори від своїх вкладень. Обрані для реалізації проекти у фінансовій політиці підприємства повинні забезпечувати не меншу рентабельність, чому середньозважена вартість капіталу [5].

Інвестиційні проекти слід розглядати у взаємозв'язку із соціально-економічними, технологічними, інформаційними й екологічними проблемами у внутрішньому й зовнішньому середовищі організації. Взаємозв'язок організації із зовнішнім і внутрішнім середовищем має два результати: по-перше, організація повинна адаптуватися до змін у цих середовищах, коли й де це буде потрібно, і, по-друге, організація повинна вплинути на такі зміни. У зв'язку із цим, проекти повинні бути такими, щоб успішно справлятися з майбутніми змінами в зовнішньому й внутрішньому середовищі. Розробка інвестиційного проекту від інвестиційної ідеї до його реалізації в організації може бути представлена у вигляді інвестиційного циклу, що полягає із трьох фаз (рис. 1, T – тривалість інвестиційного циклу). Кожна з наведених фаз інвестиційного циклу проекту складається зі стадій, які містять такі важні види діяльності, як консультування, проектування й проведення.

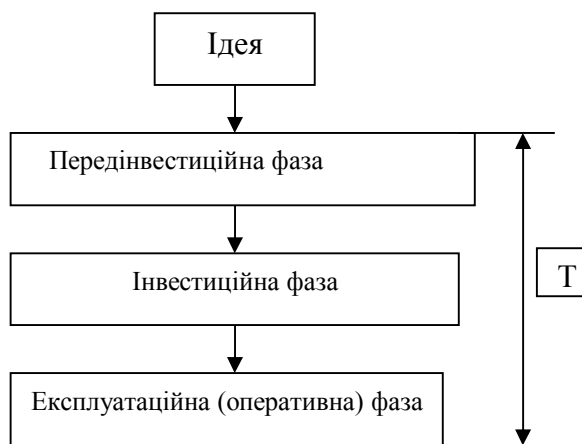


Рис. 1. Інвестиційний цикл проекту

Оцінка інвестиційних можливостей є відправною точкою для всіх видів діяльності, пов'язаних з інвестуванням. Така оцінка в остаточному підсумку може стати початком мобілізації інвестиційних ресурсів. Усі інвестори зацікавлені в одержанні інформації про виникаючі інвестиційні можливості. Для одержання такої інформації застосовуються підходи аналізу загальних можливостей (макрорівень) і аналіз можливостей конкретного проекту (мікрорівень) [6].

Інвестиційна фаза реалізації проекту містить у собі широкий спектр консультаційних і проектних робіт, у першу чергу, в області інвестиційного менеджменту. У цій фазі йде процес формування

правової, фінансової й організаційної основи для досягнення поставленої мети й розв'язку поставлених завдань. Одним з досить важливих питань у цьому випадку є ретельне пророблення ринку на предмет придбання високоякісного встаткування, технологій, землі за прийнятними цінами. Тут же вирішуються питання по строках і вартості будівництва будинків і споруджень, на базі яких буде реалізований певний інвестиційний проект.

Фінансування інвестицій може здійснюватися за рахунок власних, позикових і притягнутих засобів:

– до власних засобів підприємства відносяться: прибуток, фонд розвитку підприємства науки і техніки, амортизація.

– до притягнутих коштів відносяться акціонерний капітал, внески (паї) закордонних і вітчизняних інвесторів.

– до позикових коштів відносяться кредити банків, лізинг, франчайзинг.

Серед власних джерел фінансування інвестицій головну роль безумовно відіграє прибуток, що залишається в розпорядженні підприємства після сплати податків і інших обов'язкових платежів. Частина цього прибутку, що направляється на виробничий розвиток, може бути використана на будь-які інвестиційні цілі. Політика розподілу чистому прибутку компанії ґрунтується на вибраній нею загальній стратегії економічного розвитку.

Серед позикових джерел фінансування інвестицій головну роль звичайно відіграють кредити банків [7].

Інвестиційний лізинг є однією з найбільш перспективних форм залучення позикових ресурсів. Він розглядається як одна з різновидів довгострокового кредиту, надаваного в натуральній формі, що й погашається на виплат. Гострий дефіцит інвестиційних ресурсів, з одного боку, значна кількість невикористовуваних виробничих об'єктів і встаткування, з іншої, створюють передумови широкого використання інвестиційного лізингу в інвестиційній діяльності підприємств, що розвиваються.

Серед притягнутих джерел фінансування інвестицій у першу чергу розглядається можливість залучення акціонерного капіталу. Це джерело може бути використаний компаніями і їх самостійними структурами, створюваними у формі акціонерних товариств. Багато підприємств уже зараз широко використовують можливості залучення акціонерного капіталу до інвестиційної діяльності.

Таким чином, аналіз показує, що із усього різноманіття джерел формування інвестиційних ресурсів при розробці інвестиційної стратегії підприємства можуть бути враховані лише основні з них.

При розробці стратегії формування інвестиційних ресурсів розглядаються звичайно п'ять основних методів фінансування окремих інвестиційних програм і проектів.

1. Повне самофінансування передбачає здійснення інвестування винятково за рахунок

власних (або внутрішніх джерел). Цей метод фінансування використовується в основному для реалізації невеликих реальних інвестиційних проектів, а також для фінансових інвестицій.

2. Акціонування як метод фінансування використовується звичайно для реалізації великомасштабних реальних інвестицій при галузевій або регіональній диверсифікованості інвестиційної діяльності.

3. Кредитне фінансування застосовується, як правило, при інвестуванні в швидкореалізуємі реальні об'єкти з високою нормою прибутковості інвестицій. Цей метод може бути використаний і для фінансових інвестицій за умови, що рівень прибутковості по них суттєво перевищує ставку кредитного відсотка.

4. Лізинг використовується при недоліку власних фінансових коштів для реального інвестування, а також при інвестиціях у реальні проекти з невеликим періодом експлуатації або з високим ступенем змінюваності технології.

5. Змішане фінансування ґрунтується на різних комбінаціях перерахованих вище методів і може бути використане для всіх форм і видів інвестування.

Оптимізація структури джерел формування інвестиційних ресурсів є заключним етапом розробки стратегії їх формування. Необхідність такої оптимізації визначається тим, що розраховане співвідношення внутрішніх і зовнішніх джерел формування інвестиційних ресурсів може не відповідати вимогам фінансової стратегії підприємства й суттєво знижувати рівень її фінансової стійкості.

У процесі оптимізації структури джерел формування інвестиційних ресурсів необхідно враховувати наступні основні особливості кожної із груп джерел фінансування. Внутрішні (власні) джерела фінансування характеризуються наступними позитивними особливостями: простотою й швидкістю залучення; високою віддачею за критерієм норми прибутковості інвестуемого капіталу, тому що не вимагають сплати позичкового відсотка в будь-яких його формах; істотним зниженням ризику неплатоспроможності й банкрутства підприємства при їхньому використанні; повним збереженням керування в руках первісних засновників. Разом з тим, їм властиві наступні недоліки: складність залучення й оформлення; більш тривалий період залучення; необхідність надання відповідних гарантій або застави майна; підвищення ризику банкрутства у зв'язку з несвочасним погашенням отриманих позичок; втрата частини прибутку від інвестиційної діяльності у зв'язку з необхідністю сплати позичкового відсотка; часткова втрата керування діяльністю підприємства.

Головними критеріями оптимізації співвідношення внутрішніх і зовнішніх джерел фінансування інвестиційної діяльності виступають:

- необхідність забезпечення високої фінансової стійкості компанії;
- максимізація суми прибутку від інвестиційної діяльності, що залишається в розпорядженні

первісних засновників підприємства, при різних співвідношеннях внутрішніх і зовнішніх джерел фінансування цієї діяльності.

Розробка й впровадження планів організаційно-технічних заходів, здійснюваних для зниження матеріальних і трудових витрат на виготовлення продукції, обов'язково потребує економічного обґрунтування [8].

Для цього визначають ріст продуктивності праці й зниження собівартості продукції на підприємстві. В окремих випадках, коли кінцевий результат полягає в підвищенні якості виготовленої продукції, ефективність їх впровадження проявляється головним чином у споживача продукції. Вона полягає в тому, що економічний ефект розраховується з урахуванням капітальних витрат у споживача.

Удосконалювання організації праці може зажадати різних капітальних витрат і, відповідно до цього, визначення джерел їх фінансування. У більшості ж випадків ці витрати невеликі й ставляться на поточні витрати виробництва. В окремих випадках можуть знадобитися капітальні вкладення. Виконання таких заходів вимагає складання додаткового кошторису, визначення загальної суми витрат, порядку їх фінансування й строку окупності капітальних вкладень.

Підвищення рівня організації праці в першу чергу проявляється в рості його продуктивності. Розрахунки й економічний аналіз розроблювальних організаційно-технічних заходів, у цьому випадку, полягає у визначенні в умовній економії чисельності працюючих за рахунок впровадження організаційно-технічних заходів. Якщо розглянути зміст робіт з організаційно-технічних заходів, то можна встановити чотири основні напрямки підвищення продуктивності праці: зниження трудомісткості продукції; підвищення норм виробітку продукції; поліпшення використання фонду часу працюючих, устаткування; збільшення фронту обслуговування встаткування, робочих місць.

На кожнім підприємстві, у цеху або відділі при плануванні виробництва встановлюється необхідна чисельність працюючих, яка служить підставою для визначення планової продуктивності праці.

Впровадження планів організаційно-технічних заходів дозволяє скоротити потреба в працюючих різних категорій і, відповідно, підвищити продуктивність праці колективу цеху або підприємства.

Розширення виробництва на основі модернізації й відновлення встаткування вимагає менших витрат засобів і праці, а також часу, чому будівництво нових підприємств, дозволяє в більш короткий термін одержати необхідний приріст виробництва. При відновленні встаткування зменшується фондомісткість продукції внаслідок кращого використання всіх резервів виробництва без вкладень у пасивну частину основних засобів. Разом з тим відновлення встаткування підвищує точність роботи й зносостійкість устаткування. Крім того

використання автоматизованого устаткування, транспортних засобів (робіт) дозволяє визволити робітників від важкої фізичної праці.

Зріст продуктивності праці в результаті умовно вивільнених робітників ( $R_e$ ) визначається за формулою:

$$\Delta\Pi = \frac{R_e}{R_o - R_e} \times 100\% \quad (1)$$

де  $\Delta\Pi$  – ріст продуктивності праці;  
 $R_o$  – загальна чисельність робітників.

Зріст продуктивності праці дозволяє розрахувати зниження собівартості продукції підприємства за формулою:

$$\Delta C = q_s \times \left(1 - \frac{\Delta\Pi}{\Delta Z}\right), \quad (2)$$

де  $q_s$  – питома вага заробітної плати у собівартості продукції

$\Delta Z$  – плановий зріст заробітної плати.

#### Висновки.

У сучасних умовах кризової ситуації важливе значення має пошук інвестиційних ресурсів спрямованих на оновлення та модернізацію устаткування, що дозволяє випускати конкурентоспроможну продукцію у ринковому середовищі. Однак використання інвестиційних ресурсів потребує розробки інвестиційної стратегії підприємства, яка повинна бути взаємопов'язана з стратегією його розвитку, тому що вона вирішує не тільки економічні, але й соціальні проблеми, збільшує ефективність господарчої діяльності.

«Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions»

**Галузеві особливості управління процесами відтворення основних засобів машинобудівних підприємств / Р. Ф. Смолівик // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів – X : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 107–110. – Библиогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Отраслевые особенности управления процессами воспроизведения основных средств машиностроительных предприятий / Р. Ф. Смолівик // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів – X : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 107–110. – Библиогр.: 8 назв. – ISSN 2220-4784.**

**Industry characteristics management process of reproduction of fixed assets of machine-building enterprises / R. F. Smolovik // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – pp. 107–110. Bibliogr. 8. – ISSN 2220-4784.**

«Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions»

**Смолівик Раїса Федорівна** – кандидат економічних наук, професор НТУ «ХПІ», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» кафедра економічного аналізу та обліку, професор, тел.: +380987871697

**Смолівик Раїса Федорівна** – кандидат економічних наук, професор НТУ «ХПІ», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра економічного аналізу та обліку, професор, тел.: +380987871697

Smolovik, Raisa Fyodorovna – candidate of economic Sciences, Professor of NTU «KhPI», national technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Department of economic analysis and accounting, Professor, tel.: +380987871697.

**Список літератури: 1 Прохоцький Г.Т.** Резервы повышения эффективности производства / Г.Т. Прохоцький. – Минск: Польша, 2007. – 120 с. **2 Майданчик Б.И.** Сравнительный экономический анализ в машиностроении / Б.И. Майданчик. – М.: ЮНИТИ, 2007. – 237 с. **3 Харламова Е.** Аудит основных средств часть 2 // Современный бухгалтер / Е. Харламова. – 2007. – № 10. **4 Островська А.М.** Особливості обліку основних засобів та їх амортизації за МСБО та П(С)БО // Управління розвитком / А.М. Островська. – 2010. – № 11. **5 Новиков Э.А.** Информация в исследовании / Э.А. Новиков. – К.: Наукова думка, 2001. – 145 с. **6 Горобинская М.В.** Эффективность использования основных фондов предприятия и ренжиниринг // Экономика: проблемы та практика / М.В. Горобинская. – 2002. – № 122. **7 Правик Ю.М.** Регулювання інвестиційних потоків як необхідна складова формування бізнес-стратегії для іноземних капіталовкладень // Экономика та держава / Ю.М. Правик. – 2009. – №10. – С. 31. **8 Пересада А.А.** Управление инвестиционным процессом / А.А. Пересада. – К.: Либра, 2002. – 213 с.

**Bibliography (transliterated): 1. Prohockij G.T.** Rezervy povysheniya jeffektivnosti proizvodstva / G.T. Prohockij. – Minsk: Polymja, 2007. – 120 p. **2. Majdanchik B.I.** Sravnitel'nyj jekonomicheskij analiz v mashinostroenii / B.I. Majdanchik. – M.: JuNITI, 2007. – 237 p. **3. Harlamova E.** Audit osnovnyh sredstv chast' 2 // Sovremennyj buhgalter / E. Harlamova. 2007. – No. 10. **4. Ostrovs'ka A.M.** Osoblyvosti obliku osnovnykh zasobiv ta yikh amortyzatsiyi za MSBO ta P(S)BO // Upravlinnya rozvytkom / A.M. Ostrovs'ka. – 2010. – No. 11. **5. Novikov Je.A.** Informacija v issledovanii / Je.A. Novikov. – K.: Naukova dumka, 2001. – 145 p. **6. Horobynskaya M.V.** Effektivnost' yspol'zovanyya osnovnykh fondov predprijatyy u reynzhynrynh // Ekonomika: problemy ta praktyka / M.V. Horobynskaya. 2002. – No. 122. **7. Pravyk Yu.M.** Rehulyuvannya investytsiynnykh potokiv yak neobkhidna skladova formuvannya biznes-stratehiyi dlya inozemnykh kapitalovkladen' // Ekonomika ta derzhava / Yu.M. Pravyduk. 2009. – No. 10. – P. 31. **8. Peresada A.A.** Upravlenie investicionnym processom / A.A. Peresada. – K.: Libra, 2002. – 213 p.

Надійшла (received) 22.06.16

УДК 330.011.6

**Р. Ф. СМОЛОВИК**, канд. екон. наук, проф. НТУ «ХП»**ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ**

У статті проаналізовані проблеми ефективного використання основних засобів та необхідність моніторингу показників їх використання у конкретних умовах підприємства з метою підвищення продуктивності. Розглянуті питання створення і освоєння нових видів продукції та підвищення її якості після проведення модернізації обладнання. Проведений розрахунок деяких організаційно-технічних заходів спрямованих на підвищення ефективності використання основних засобів.

**Ключові слова:** основні засоби, модернізація, ефективність, вдосконалення, продуктивність, моніторинг, планування, управління.

В статье проанализированы проблемы эффективного использования основных средств и необходимость мониторинга показателей их использования в конкретных условиях предприятия с целью повышения производительности. Рассмотрены вопросы создания и освоения новых видов продукции и повышение ее качества после проведения модернизации оборудования. Проведены расчеты некоторых организационно-технических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования основных средств.

**Ключевые слова:** основные средства, модернизация, эффективность, усовершенствование производительность, мониторинг, планирование, управление.

The article analyzes the problems of efficient use of fixed assets and the need for monitoring indicators of their use in specific conditions of the enterprise with the aim of increasing productivity. Considers creation and development of new products and improvement of its quality after modernization of equipment. Analyzed stages, the sequence of events contributing to the improvement in the use of equipment for the time factor and performance. The calculations of certain organizational and technical measures directed on increase of efficiency of use of fixed assets due to the factors: improving the shift coefficient of the equipment, increasing the productivity of basic production workers performing work in conditions of modernized equipment. Analyzed the possible terms of reducing the cost of production and its cost.

**Keywords:** fixed assets, modernization, efficiency, performance improvement, monitoring, planning, management.

**Вступ.** Проблема ефективного використання основних засобів і виробничих потужностей підприємств посідає чільне місце у дослідженнях видатних українських економістів [1], тому що основні засоби – це національне багатство країни. Існує необхідність постійного моніторингу ефективності їх використання, з метою пошуку резервів, які підвищать рівень використання, як за фактором часу, так і за продуктивністю.

**Аналіз останніх досліджень.**

Підвищення ефективності діяльності підприємства ґрунтується на досягненнях науки і техніки, передового, вітчизняного і зарубіжного досвіду. Наскільки цілеспрямованіше та ефективніше використовуються новітні досягнення науки і техніки, які є першоджерелами розвитку продуктивних сил, настільки успішніше вирішуються пріоритетні (щодо виробничих) соціальні завдання життєдіяльності суспільства [2].

**Мета статті.**

У сучасних умовах підприємства не мають достатньо коштів, що направляються до фонду розвитку підприємства для придбання прогресивного устаткування, що забезпечує конкурентоспроможність продукції і підприємства в цілому.

**Постановка проблеми.**

Покращення використання основних виробничих засобів дозволяє без додаткових інвестицій збільшити випуск продукції, робіт, послуг

та покращити техніко-економічні показники виробництва. Дослідження шляхів підвищення ефективності використання основних засобів на підприємствах України є актуальним. Система планування організаційно-технічного розвитку на підприємстві включає комплекс різноманітних планів, які взаємодіють один з одним та спрямовані на здійснення за цілями, предметом, рівнями, змістом та періодом планування.

Важливо виділити фактори, які визначають склад та зміст цього комплексу: організаційна структура та профіль інноваційної діяльності підприємства; склад інноваційних процесів, які здійснюються на вітчизняному підприємстві; рівень кооперації при проведенні інноваційних процесів; масштаби та постійність інноваційної діяльності. Основним завданням організаційно-технічного розвитку є забезпечення прискорення впровадження перерахованих вище елементів у діяльність підприємства в рамках стратегічних та поточних планів [3].

Планування організаційно-технічного розвитку підприємства проводиться в декілька етапів. Для більш ефективного використання основних засобів підприємство може використати наступні заходи: введення в дію не встановленого обладнання, заміна і модернізація старого: скорочення цілоденних та змінних простоїв.

© Р.Ф. Смоліков

Усунення даного недоліку може бути досягнуте шляхом введення прогресивних організаційних і технологічних заходів; підвищення коефіцієнта змінності, яке може бути досягнуте застосуванням оптимального графіка роботи підприємства, включаючи ефективний план проведення ремонтних та налагоджувальних робіт; більш інтенсивне використання обладнання; впровадження заходів науково-технічного прогресу; підвищення кваліфікації робочого персоналу; економічне стимулювання основних і допоміжних робітників, що передбачає залежність заробітної плати від випуску і якості виробленої продукції, надання послуг. Формування фондів стимулювання і заохочення робітників, що досягли високих показників роботи [4].

Актуальним є проведення технологічного аудиту, який є не тільки способом обстеження фірми чи організації для оцінки її технологічних можливостей і потреб, але й визначення її стану у сферах менеджменту, маркетингу, науково-дослідної та фінансової діяльності, всіх її сильних і слабких сторін, щоб потім, на основі аналізу отриманої інформації, сформулювати рекомендації, план дій та стратегію розвитку. Заходи щодо підвищення ефективності використання основних засобів на підприємстві можуть аналізуватися у різних напрямках [5].

Поліпшення використання діючих основних засобів і виробничих потужностей підприємств, може бути досягнуте завдяки: підвищенню інтенсивності використання виробничих потужностей і основних засобів; підвищенню екстенсивності їх навантаження; більш інтенсивне використання виробничих потужностей і основних засобів досягається насамперед за рахунок технічного вдосконалювання останніх [6].

Скорочення цілоденних та змінних простоїв може бути досягнуте шляхом введення прогресивних організаційних і технологічних заходів. Тобто, поліпшення догляду за основними засобами, дотримання передбаченої технології виробництва, удосконалювання організації виробництва і праці, що сприяє правильній експлуатації устаткування, недопущенню простоїв і аварій, здійсненню своєчасного і якісного ремонту, що скорочує простой устаткування в ремонті і збільшує міжремонтний період. Підвищення коефіцієнта змінності може бути досягнуте застосуванням оптимального графіка роботи підприємства, включаючи ефективний план проведення ремонтних та налагоджувальних робіт [7].

Планування організаційно-технічного розвитку підприємства проводиться в декілька етапів.

На першому етапі визначаються головні завдання підприємства на плановий період, проводиться комплексний аналіз технічного й організаційного рівня виробництва й економічних показників, уточнюються ресурси, які характеризують технічний розвиток.

На другому етапі, виходячи з вивчення досвіду інших підприємств, результатів кінцевих науково-дослідних робіт та першого етапу, виявляються можливості розширення впровадження основних напрямів науково-технічного прогресу: вдосконалення технології, застосування нових технологічних процесів й прогресивних матеріалів, механізація й автоматизація виробництва та ін. На цьому етапі визначається кількісні завдання підрозділами підприємства по технічному й організаційному розвитку.

На третьому етапі проводяться інженерні та економічні розрахунки, виконується відбір і техніко-економічна оцінка заходів.

На заключному етапі плани підприємства та його підрозділів взаємопов'язуються, документально оформляються, затверджуються й доводяться до виконання.

Для більш ефективного використання основних засобів підприємство може використати наступні заходи: введення в дію невстановленого обладнання, заміна і модернізація старого; скорочення цілоденних та змінних простоїв. Усунення даного недоліку може бути досягнуте шляхом введення прогресивних організаційних і технологічних заходів; підвищення коефіцієнта змінності, яке може бути досягнуте застосуванням оптимального графіка роботи підприємства, включаючи ефективний план проведення ремонтних та налагоджувальних робіт; більш інтенсивне використання обладнання; впровадження заходів науково-технічного прогресу; підвищення кваліфікації робочого персоналу; економічне стимулювання основних і допоміжних робітників, що передбачає залежність заробітної плати від випуску і якості виробленої продукції, надання послуг.

Формування фондів стимулювання і заохочення робітників, що досягли високих показників роботи. Наприклад, надбавка у розмірі 2,3%; проведення соціальних заходів, що передбачають підвищення кваліфікації робітників, поліпшення умов праці і відпочинку, оздоровчі заходи, які позитивно впливають на фізичний і духовний стан робітника.

Крім того, актуальним є проведення технологічного аудиту, який є не тільки способом обстеження фірми чи організації для оцінки її технологічних можливостей і потреб, але й визначення її стану у сферах менеджменту, маркетингу, науково-дослідної та фінансової діяльності, всіх її сильних і слабких сторін, щоб потім, на основі аналізу отриманої інформації, сформулювати рекомендації, план дій та стратегію розвитку.

#### **Результати досліджень.**

Важливими чинниками, які впливають на збільшення випуску продукції, є: склад, кількість, міра використання наявного устаткування, культурно – технологічний рівень кадрів, використання передових методів організації виробництва, склад вживаних матеріалів та інші. Вплив деяких чинників на зростання продуктивності праці визначається



прямим розрахунком [8]. Так, наприклад, якщо фактичний коефіцієнт змінності устаткування ( $K_{змк}$ ) складає 1,33, а виходячи з аналізу роботи і проєктованих впровадженню організаційних і технічних заходів він може бути підвищений ( $K_{змк}$ ) до 1,5, то за цей рахунок продуктивність праці ( $\Delta P_{пр}$ ) може підвищитися на 12,7%:

$$\Delta P_{пр} = \left( \frac{K_{змк}}{K_{змп}} - 1 \right) \times 100. \quad (1)$$

$$\Delta P_{пр} = \left( \frac{1,5}{1,33} - 1 \right) \times 100 = 12,7\%$$

Тоді можемо визначити зниження собівартості продукції, робіт, послуг ( $\Delta C\%$ ) по формулі:

$$\Delta C = \left( 1 - \frac{\Delta P_{пр}}{\Delta Z} \right) \times K_3, \quad (2)$$

де  $\Delta P_{пр}$ ,  $\Delta Z$  – ріст продуктивності праці та заробітної плати відносно,

$K_3$  – питома вага заробітної плати в операційних витратах.

$$\Delta C = \left( 1 - \frac{0,127}{0,09} \right) \times 0,175 = 0,0073 = 0,73\%.$$

Економія ( $E_1$ ) від зниження собівартості продукції ( $C$ ) розраховується:

$$E_1 = C \times \Delta C \quad (3)$$

$$E_1 = 10290 \times 0,0073 = 75,65 \text{ тис. грн.}$$

Аналогічно можна підрахувати вплив підвищення середнього відсотка виконання норм вироблення робочими ( $K_{ср.в}$ ) на зростання продуктивності праці. Якщо при середньому виконанні норм вироблення робочими на 105% підприємство випустило 100% продукції досягнувши середнього виконання норм в плановому періоді 110%, продуктивність праці зростає на 4,5%.

Приріст продуктивності праці ( $\Delta P_{пр}^2$ ) складе:

$$\Delta P_{пр}^2 = \left( \frac{110}{105} - 1 \right) \times 100 = 4,5 \%$$

Зниження собівартості ( $\Delta C$ ) при зрості продуктивності праці на 4,5% та плановому зрості заробітної плати – 2,8% при питомій вазі заробітної плати у структурі операційних витрат – 17,5% складе:

$$\Delta C = \left( 1 - \frac{0,045}{0,028} \right) \times 0,175 = -0,0106 = 1,06\%$$

Економія ( $E_2$ ) від зниження собівартості продукції ( $C$ ) розраховується:

$$E_2 = C \times \Delta C \quad (4)$$

$$E_2 = 10290 \times 0,0106 = 109,33 \text{ тис. грн.}$$

Тоді загальна економія ( $E_3$ ) від запровадження організаційно-технічних заходів дорівнює:

$$E_3 = E_1 + E_2 \quad (5)$$

$$E_3 = 75,65 + 109,33 = 184,98 \text{ тис. грн.}$$

### Висновки.

Одержані розрахунки дозволяють зробити висновки про ефективність запропонованих у статті організаційно-технічних заходів, спрямованих на поліпшення використання основних виробничих засобів підприємства.

**Список літератури:** 1. Организация, планирование и управление деятельностью промышленного предприятия / под ред. С.М. Бухало. – К.: УНИТИ, 2003. – 470 с. 2. Прохоцкий Г.Т. Резервы повышения эффективности производства / Г.Т. Прохоцкий. – Минск: Полымя, 2007. – 120 с. 3. Остапенко В.В. Амортизационный фонд в условиях интенсификации производства / В.В. Остапенко, В.К. Сенчагов, В.А. Миляев. – М.: ЮНИ.2007. – 190 с. 4. Майданчик Б.И. Сравнительный экономический анализ в машиностроении / Б.И. Майданчик. – М.: УНИТИ, 2007. – 237 с. 5. Байков М.А. Методика межзаводского экономического анализа / М.А. Байков. – М.: «Феникс», 2001. – 174 с. 6. Кваша Я.Б. Фондоёмкость производства / Я.Б. Кваша. – М.: Феникс, 2006. – 108 с. 7. Засухин А.Г. Интенсификация производства / А.Г. Засухин. – М.: Феникс, 2007. – 118 с. 8. Новиков Э.А. Информация в исследовании / Э.А. Новиков. – К.: Наукова думка, 2001. – 145 с. 9. Хом'як Р., Лемішовський В., Воськало В., Мохняк В. Бухгалтерський облік в Україні. – Львів: Бухгалтерський центр «Ажур», 2010. – С. 439. 10. Бойчик І.М. Економіка підприємства. Навч. посіб. – Київ: Атіка, 2002. – 480 с. 11. Болдырева И. Защита информации в системах компьютерного учета // Бухгалтерский учет. 2006. – № 10. – С. 45-46. 12. Слюсарчук Л. Облік готової продукції та її реалізації // Вісник податкової служби України. 2000. – № 29. – С. 42-48. – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.visnuk.com.ua/srv2/archive/search/site/>. 13. Харламова Е. Аудит основных средств часть 2 // Современный бухгалтер / Е. Харламова. 2007. – № 10. 14. Островська А.М. Особливості обліку основних засобів та їх амортизації за МСБО та П(С)БО // Управління розвитком / А.М. Островська. 2010. – № 11. 15. Горобинская М.В. Эффективность использования основных фондов предприятий и реинжиниринг // Экономика: проблемы та практика / М.В. Горобинская. 2002. – № 122.

**Bibliography (transliterated):** 1. Organization, planning and management of industrial enterprise / ed. by S. M. Booze. – K.:UNITY, 2003. – 470 p. 2. *Prohockey G. T.* Reserves of increase of production efficiency / *G. T. Prohockey.* – Minsk: The Fire, 2007. – 120 p. 3. *Ostapenko V. V.* Sinking Fund in conditions of intensification of production / *V. V. Ostapenko, V. K. Senchagov, V. A. Milyaev.* – M.: UNI.2007. – 190 p. 4. Maydanchik B. I. Comparative economic analysis in engineering / B. I. Maydanchik. – M.: UNITY, 2007. – 237 p. 5. *M. A. Baikov.* Methodology megavoltage economic analysis / *M. A. Baikov.* – M.: Phoenix, 2001. – 174 p. 6. *Kvasha J. B.* capital Intensity of production / *Y. B. Kvasha.* – M.: Phoenix, 2006. – 108 p. 7. *Zasukhin A. G.* Intensification of production / *A. G. Zasukhin.* – M.: Phoenix, 2007. – 118 p. 8. *Novikov E. A.* Information in the study / *E. A. Novikov.* – K.: Naukova Dumka, 2001. – 145 p. 9. *Hom'jak R., Lemishovs'kij V., Vos'kalo V., Mohnjak V.* Buhgalters'kij oblik v Ukraïni. – L'viv: Buhgalters'kij centr «Azbur», 2010. – P. 439. 10. *Bojchik*

*I.M. Ekonomika pidpriemstva. Navch. posib.* – Kiïv: Atika, 2002. – 480 p. 11. *Boldyreva I.* Zashhita informacii v sistemah komp'juternogo ucheta // *Buhgalterskij uchet.* 2006. – No. 10. – P. 45–46. 12. *Sljusarchuk L.* Oblik gotovoï produkciï ta ïï realizacii // *Visnik podatkovoi sluzhbi Ukraïni.* 2000. – № 29. – P. 42–48. – [Elektronnij resurs] – Rezhim dostupu: <http://www.visnuk.com.ua/srv2/archive/search/site/> 13. *Harlamova E.* Audit osnovnyh sredstv chast' 2 // *Sovremennyj buhgalter / E. Harlamova.* 2007. – No. 10. 14. *Ostrov's'ka A.M.* Osoblyvosti obliku osnovnykh zasobiv ta yikh amortyzatsiyi za MSBO ta P(S)BO // *Upravlinnya rozvytkom / A.M. Ostrov's'ka.* 2010. – No. 11. 15. *Horobynskaya M.V.* Effektivnost' yspol'zovanyya osnovnykh fondov predpnyatyy u reynzhunrynh // *Ekonomika: problemy ta praktyka / M.V. Horobynskaya.* 2002. – No. 122.

Надійшла (received) 22.06.16

«Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions»

**Основні напрямки підвищення ефективності використання основних засобів підприємства в сучасних умовах / Р. Ф. Смоловик.** Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів – X : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 111–114. – Библиогр.: 15 назв. – ISSN 2220-4784.

**Основные направления повышения эффективности использования основных средств предприятия в современных условиях / Р. Ф. Смоловик** // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів – X : НТУ «ХПІ», 2016. – № 19 (1191). – С. 107–110. – Библиогр.: 15 назв. – ISSN 2220-4784.

**Basic directions of increase of efficiency of use of fixed assets of the enterprise in modern conditions / R. F. Smolovik** // Bulletin of National Technical University «KhPI». Series: Innovation researches in students' scientific work. – Kharkiv: NTU «KhPI», 2016. – № 19 (1191). – pp. 111–114. Bibliogr. 15. – ISSN 2220-4784.

«Бібліографічні описи / Библиографические описания / Bibliographic descriptions»

**Смоловик Райса Федорівна** – кандидат економічних наук, професор НТУ «ХПІ», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» кафедра економічного аналізу та обліку, професор, тел.: +380987871697

**Смоловик Раиса Федоровна** – кандидат экономических наук, профессор НТУ «ХПІ», Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра экономического анализа и учета, профессор, тел.: +380987871697

Smolovik, Raisa Fyodorovna – candidate of economic Sciences, Professor of NTU «KhPI», national technical University «Kharkiv Polytechnic Institut», Department of economic analysis and accounting, Professor, tel.: +380987871697.

## ЗМІСТ

### ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ Й НАУКОВІ РОЗРОБКИ

1. <i>С. І. БУХКАЛО, О. І. ОЛЬХОВСЬКА, М. М. ЗПУННИКОВ, С. П. ІГЛІН, В. М. СОЛОВЕЙ, Д. В. КОЛОБРОДОВА, М. С. МАМОНТОВА.</i> ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ТИЖДЕНЬ ЄС 2016 В НТУ ХПІ».....	3
2. <i>С. І. БУХКАЛО.</i> ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЕЙ УТИЛІЗАЦІЇ РІЗНОВИДІВ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ.....	11
3. <i>Д. В. МАТЮХОВ, Н. А. КРИВОНОС.</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ ЭКСТРАКЦИИ КОМПОНЕНТОВ МАСЛИЧНОГО СЫРЬЯ .....	18
4. <i>О. Ф. АКСЬОНОВА, І С ПЛЮГІНА, М.В. АРТАМОНОВА, Н. В. ШМАТЧЕНКО.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АНТИОКСИДАНТІВ У РОСЛИННИХ ДОБАВКАХ, ОТРИМАНИХ ЗА КРІОГЕННИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ .....	26

### МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ

5. <i>Є. І. ШЕМАНСЬКА, І. О. ШЕВЧЕНКО, О. А. ЛИТВИНЕНКО.</i> ВИКОРИСТАННЯ КУПАЖОВАНИХ ЖИРОВИХ ОСНОВ В ТЕХНОЛОГІЇ СПРЕДІВ.....	34
6. <i>М. М. КОЗУЛЯ.</i> ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНА КОМПЛЕКСНА МЕТОДИКА ОЦІНКИ СТАНУ СКЛАДНИХ СИСТЕМ.....	39
7. <i>Д. І. ЄМЕЛЬЯНОВА.</i> РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ МЕТОДИКИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОСТІ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННИХ СИСТЕМ.....	44
8. <i>М. О. БІЛОВА.</i> НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ З ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ОЦІНКИ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЛЯ СИСТЕМНИХ УТВОРЕНЬ.....	49
9. <i>И. Н. ДЕМИДОВ, Ю. Е. ОМЕЛЬЧЕНКО.</i> ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЛИПИДОВ ИЗ ОТРАБОТАННОГО ФИЛЬТРУЮЩЕГО ПОРОШКА МЕТОДОМ КОНТАКТНОЙ ЭКСТРАКЦИИ.....	57

### ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЯК ЗАДАЧІ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ІННОВАЦІЙ

10. <i>З. М. РОМАНОВА, Т. О. БЕРЕЗКА, О. В. НЕГРЕЙ, А. А. КОРОТКИЙ, Ю. М. ПЛАХОТНА.</i> ПРЕПАРАТИ ТАНИНІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ПИВА.....	63
11. <i>Є. М. ШУЛЬГА, Є. І. ШЕМАНСЬКА, А. О. ДЕМИДОВА.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТА ОКИСНЮВАЛЬНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ РИЖІЄВОЇ ОЛІЇ З НАСТУПНИМ КУПАЖУВАННЯМ.....	70
12. <i>В. В. АНАН'ЄВА, Л. В. КРИЧКОВСЬКА, А. П. БЄЛІНСЬКА, С. О. ПЕТРОВ</i> ПІДВИЩЕННЯ АНТИОКСИДАНТНОЇ СТІЙКОСТІ ОЛІЙНОЇ ОСНОВИ ЕМУЛЬСІЙНИХ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ОЗДОРОВЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ.....	75
13. <i>Т. В. ФАЛАЛЄЄВА, В. Б. ДІСТАНОВ.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ФОРМАЗАНОНАФТАЛІМІДІВ.....	82
14. <i>Л. В. КРИЧКОВСКАЯ, Л. С. МИРОНЕНКО.</i> ЗАЩИТА КАРОТИНА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО И МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ ОТ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПОРЧИ.....	89
15. <i>В. Б. ДІСТАНОВ, М. Н. ТОКАРЕВ, Т. Т. НАЛИВАЙКО.</i> ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕНСИВНОЙ ПРОПИТКИ СТЕКЛОБЕТОНА.....	92

### ІННОВАЦІЙНІ ЗАХОДИ РІЗНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У НАВЧАННІ

16. <i>О. А. ГОЛУБКИНА, Е. Д. ПОНОМАРЕНКО, Л. В. СОЛОВЕЙ.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ПРОГРАММ ОБУЧЕНИЯ.....	96
17. <i>К. Б. УТКИНА, М. Р. ТИРІНОВА.</i> ЯКІСТІ ПІДЗЕМНИХ ТА ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ДЕРГАЧІВСЬКОГО РАЙОНУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	102
18. <i>Р. Ф. СМОЛОВИК.</i> ГАЛУЗЕВІ ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ВІДТВОРЕННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	106
19. <i>Р. Ф. СМОЛОВИК.</i> ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ОСНОВНИХ ЗАСОБІВ ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНИХ УМОВАХ.....	111
ЗМІСТ.....	115

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ВІСНИК  
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
«ХПІ»**

**Збірник наукових праць**

Серія:  
Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів

№ 19 (1191) 2016

Наукові редактори д-р техн. наук, проф. Л.М. Ульєв,  
канд. техн. наук, проф. С.І. Бухкало  
Технічний редактор ст. викл. О.І. Ольховська

Відповідальний за випуск канд. техн. наук І. Б. Обухова

**АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ:** 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21, НТУ «ХПІ».  
Кафедра інтегрованих технологій, процесів та апаратів.  
Тел.: (057) 707-63-04; e-mail: bis.khr@gmail.com

Обл.-вид № 21-16

Підп. до друку 13.07.16 р. Формат 60×90 1/8. Папір офсетний.  
Друк офсетний. Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. . Облік.-вид. арк.  
Тираж 300 пр. 1-й з-д 1-100. Зам. № Ціна договірна.

---

Видавничий центр НТУ «ХПІ». Свідоцтво про державну реєстрацію  
суб'єкта видавничої справи ДК № 3657 від 24.12.2009 р.  
61002, Харків, вил Фрунзе, 21

---

Видавництво «Смугаста типографія»  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
серія ДК №4863 від 12.03.2015 р.  
61019, Харків, вул. Чернишевська, 28-а, тел. (057) 754-49-42