

Проект SWorld



Львович И.Я., Некрасов В.А., Преображенский А.П. и др.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ: ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ВХОДИТ В РИНЦ SCIENCE INDEX

присвоен DOI: 10.21893/978-966-2769-88-3

МОНОГРАФИЯ

Книга 1

Одесса
Купrienko СВ
2016

УДК 001.895
ББК 94
П 278

Авторский коллектив:

Львович И.Я. (2.), Некрасов В.А. (3.), Преображенский А.П. (2.),
Чопоров О.Н. (2.), Бобось О.Л. (1.), Абрамова Л.С. (6.),
Антоненко А.В. (1.), Бондаренко А.В. (3.), Бровенко Т.В. (1.),
Копей Б.В. (4.), Птица Г.Г. (6.), Бородин А.В. (5.),
Федоляк Н.В. (4.), Довга О.О. (1.), Ліфіренко О.С. (1.),
Лях М.М. (4.), Михайлик В.С. (1.), Стукальська Н.М. (1.)

Рецензенты:

Нагорный Евгений Васильевич, д.т.н., профессор, зав. каф. "Транспортных технологий",
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
Концур Иван Федорович, канд.техн.наук, доцент, ІФНТУНГ
Кострова Вера Николаевна, доктор технических наук, профессор, проректор,
Воронежский институт высоких технологий
Коробанов Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный
университет кораблестроения имени адмирала Макарова

П 278 **Перспективные** тренды развития науки: техника и технологии. В 2
книгах. К 1.: монография / [авт.кол. : Львович И.Я., Некрасов В.А.,
Преображенский А.П. и др.]. – Одесса: КУПРИЕНКО СВ, 2016 – 197 с.
: ил., табл.
ISBN 978-966-2769-88-3

Монография содержит научные исследования авторов в области техники и технологий. Может быть полезна для инженеров, руководителей и других работников предприятий и организаций, а также преподавателей, соискателей, аспирантов, магистрантов и студентов высших учебных заведений.

УДК 001.895
ББК 94
DOI: 10.21893/978-966-2769-88-3

© Коллектив авторов, 2016
© Куприенко С.В., оформление, 2016
ISBN 978-966-2769-88-3



Монографія підготовлена авторським колективом:

1. *Львович Игорь Яковлевич*, Паньєвропейський університет, доктор технічних наук, професор - ГЛАВА 2. (в соавторстве)
2. *Некрасов Валерий Александрович*, Національний університет кораблебудування ім. Адмірала Макарова, кафедра теорії і проектування судів, доктор технічних наук, професор - ГЛАВА 3. (в соавторстве)
3. *Преображенский Андрей Петрович*, Воронежський інститут високих технологій, доктор технічних наук, доцент - ГЛАВА 2. (в соавторстве)
4. *Чопоров Олег Николаевич*, Воронежський інститут високих технологій, доктор технічних наук, професор - ГЛАВА 2. (в соавторстве)
5. *Копей Богдан Володимирович*, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Кафедра нафтогазового обладнання, доктор технічних наук, професор - ГЛАВА 4. (в соавторстве)
6. *Бобось Олександр Леонідович*, кафедра технології і організації ресторанного господарства, кандидат ветеринарних наук - ГЛАВА 1. (в соавторстве)
7. *Абрамова Людмила Сергеевна*, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, кафедра "Организации и безопасности дорожного движения", кандидат технічних наук, доцент - ГЛАВА 6. (в соавторстве)
8. *Антоненко Артем Васильович*, кафедра готельно-ресторанного бізнесу, кандидат технічних наук - ГЛАВА 1. (в соавторстве)
9. *Бондаренко Александр Валентинович*, Національний університет кораблебудування ім. Адмірала Макарова, кафедра теорії і проектування судів, кандидат технічних наук, доцент - ГЛАВА 3. (в соавторстве)
10. *Бровенко Тетяна Вікторівна*, кафедра готельно-ресторанного бізнесу, кандидат технічних наук - ГЛАВА 1. (в соавторстве)
11. *Птица Геннадий Григорьевич*, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, кафедра "Организации и безопасности дорожного движения", кандидат технічних наук, ст. преп - ГЛАВА 6. (в соавторстве)
12. *Бородин Андрей Викторович*, Поволжський державний технологічний університет, кафедра Інформатики и системного програмування, кандидат економічних наук, професор - ГЛАВА 5.
13. *Федоляк Неля Василівна*, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Кафедра нафтогазового обладнання, спеціаліст - ГЛАВА 4. (в соавторстве)
14. *Довга Олена Олександрівна*, кафедра готельно-ресторанного бізнесу - ГЛАВА 1. (в соавторстве)
15. *Ліфіренко Олена Сергіївна*, кафедра готельно-ресторанного бізнесу - ГЛАВА 1. (в соавторстве)
16. *Лях Михайло Михайлович*, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Кафедра нафтогазового обладнання, професор - ГЛАВА 4. (в соавторстве)
17. *Михайлик Валентин Сергійович*, кафедра технології і організації ресторанного господарства - ГЛАВА 1. (в соавторстве)
18. *Стукальська Наталія Миколаївна*, кафедра туристичного та готельного бізнесу - ГЛАВА 1. (в соавторстве)



Содержание

ГЛАВА 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СОУСІВ З

БІОЛОГІЧНОАКТИВНИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Вступ.....	6
1.1. Теоретичні та практичні аспекти створення соусів з біологічно активними компонентами як продукту функціонального призначення.....	6
1.2. Наукове обґрунтування і розроблення соусів з біологічно активними компонентами.....	37
1.3. Соціально-економічна ефективність та конкурентно придатність соусів.....	66
Висновки.....	72

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Введение.....	73
2.1. Характеристики проектов в организации.....	73
2.1.1. Основные элементы управления проектами.....	73
2.1.2. Структура проекта.....	74
2.1.3. Средства групповой работы для корпорации и база данных для отслеживания переговоров.....	78
2.2. Автоматизированное рабочее место менеджера управления проектами.....	79
2.2.1. Автоматизированное рабочее место (АРМ): понятие, принципы построения.....	78
2.2.2. Этапы разработки и моделирования АРМ менеджера управления проектами.....	82
2.2.3. Принципы построения АРМ менеджера и требования, предъявляемые к ним.....	84
2.3. Разработка системы управления проектами.....	91
2.3.1. Обоснование требований и выбор средств реализации.....	91
2.3.2. Структура разрабатываемой системы.....	92
2.3.3. Разработанный программный продукт.....	92

ГЛАВА 3. КОНЦЕПЦІЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ

ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ КОРАБЛІВ БЕРЕГОВОЇ ОХОРОНИ

Вступ.....	99
3.1. Концепція комплексного оцінювання ефективності та надійності корабля берегової оборони.....	100
3.2. Модель функціонування корабля берегової охорони.....	103



3.2.1. Модель функціонування КБО при моделюванні місії з дотримання правового режиму та запобігання загрозам (ELT).....	103
3.2.2. Модель функціонування КБО при моделюванні пошуково-рятувальної місії (SAR).....	113
3.2.3. Модель функціонування КБО при моделюванні місії з охорони довкілля, боротьби із забрудненням моря (MEP)	119
3.2.4. Модель функціонування КБО при моделюванні місії з військового застосування (MR)	120
Висновки.....	121

ГЛАВА 4. МОБІЛЬНІ ЦИРКУЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ УСТАНОВОК ДЛЯ БУРІННЯ І КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН

Вступ.....	124
4.1. Вимоги до комплектності мобільних циркуляційних систем.....	124
4.2. Дослідження з вибору обладнання циркуляційних систем.....	125
4.3. Аналіз залежності об'єму циркуляційної системи від глибини буріння свердловини.....	143
Висновки.....	143

ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ОБФУСКАЦИИ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОТОКА УПРАВЛЕНИЯ

Введение.....	145
5.1. Формальное понимание обфускации.....	146
5.2. Современная практика обфускации.....	149
5.3. Идея предлагаемого подхода.....	149
5.4. Алгоритм предлагаемого метода обфускации в целом.....	151
5.5. Деструктурирование кода.....	153
5.6. Обфускация кода.....	157
5.7. Обфускация переменных.....	159
5.8. Обфускация констант.....	162
5.9. Перспективы развития.....	165
Заключение.....	167

ГЛАВА 6. КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Введение.....	168
6.1. Анализ уровня безопасности дорожного движения.....	169
6.2. Анализ рисков в дорожном движении.....	171
6.3. Анализ этапов управления безопасностью дорожного движения.....	174
6.4. Классификация и анализ методов определения уровня безопасности дорожного движения.....	179
Выводы.....	188
Литература.....	189



ГЛАВА 1. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ СОУСІВ З БІОЛОГІЧНОАКТИВНИМИ КОМПОНЕНТАМИ

Вступ

На сучасному етапі розвитку ресторанного господарства перспективним є виробництво соусів функціонального призначення за рахунок збагачення їх біологічноактивними компонентами. Наукова стратегія та методологія конструювання функціональних продуктів харчування передбачає модифікацію традиційних технологій, що забезпечує підвищення вмісту у продуктах есенціальних інгредієнтів до рівня, співвідносного з фізіологічними нормами споживання.

Розроблення функціональних харчових продуктів базується на наукових принципах, розроблених Всесвітньою організацією охорони здоров'я та гармонізованих вітчизняною наукою. Ці принципи охоплюють основні медико-біологічні та технологічні аспекти і враховують нові дані сучасної науки про роль харчування та певних нутрієнтів у підтриманні здоров'я та життєдіяльності людини, про потреби організму в окремих харчових речовинах та енергії, про реальну структуру харчування і фактичну забезпеченість вітамінами, макро- та мікроелементами населення України, а також враховують досвід виробництва, використання та оцінювання ефективності продуктів харчування функціонального призначення в Україні та за кордоном.

Наукові основи створення функціональних харчових продуктів включають:

- медико-біологічні аспекти, які передбачають вибір носія, вибір добавки, корегуючої хімічний склад продукту, рівень та безпечність збагачення;
- технологічні аспекти, які розглядають питання якості продукції, збереження мікронутрієнтів та сумісності мікронутрієнтів з харчовою масою, а також їхню взаємодію з окремими компонентами харчових систем;
- клінічну ефективність, яка повинна підтвердити з використанням методів доказової медицини біологічну доступність збагачуючого компонента, а також надійність корекції дефіциту і покращення стану здоров'я при використанні функціональних продуктів харчування.

1.1. Теоретичні та практичні аспекти створення соусів з біологічно активними компонентами як продукту функціонального призначення

У зв'язку з розбалансованим, полідефіцитним харчуванням у населення України широко поширена полімакро- полімікронутрієнтна недостатність за рахунок дефіциту у харчовому раціоні низки нутрієнтів. Дослідження показують, що пріоритетними повинні бути в першу чергу профілактичні заходи, направлені на подолання дефіциту вітамінів, недостатньої кількості



незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот родини ω_3 у цис-формі, харчових волокон, мінеральних речовин: кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза.

На основі наукових даних щодо наявності зв'язку між недостатністю кальцію, калію, магнію, фосфору, заліза та харчових волокон у раціоні харчування людини та її здоров'ям, а також даних про ефективність засвоювання кальцію у присутності фосфору та магнію, планується обрати ці нутрієнти визначальними критеріями оптимізації при розробленні соусів функціонального призначення. Підвищення вмісту кальцію у соусах є важливим, оскільки крім виконання обмінних функцій в організмі, він сприятиме блокуванню поглинання стронцію-90. Захисні функції магнію проявляються у тому, що він є зв'язувальною ланкою в утворенні комплексу між структурними, транспортними та інформаційними РНК, що забезпечує синтез білків, стимулює перистальтику кишечника, впливає на рівень холестерину і підтримує баланс рН. Підвищення кількості заліза у соусах сприятиме позитивному впливу на захисні функції організму. Слід звернути увагу на те, що в продуктах харчування міститься, головним чином, тривалентне окисне залізо. У кислому середовищі воно відновлюється до двовалентної закисної форми і лише у такому вигляді засвоюється.

Не менш важливим для забезпечення нормального функціонування організму людини є достатнє споживання продуктів з підвищеним вмістом заліза, вітамінів групи А, повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот. При цьому важливо надавати перевагу використанню природних джерел біологічно активних компонентів, нутрієнтів з антиоксидантним ефектом (каротиноїдів, токоферолів, мікроелементів). Каротиноїди є провітамінами і набувають вітамінних властивостей після перетворення в організмі на ретинол. Дефіцит каротиноїдів негативно впливає на здоров'я людини, знижуючи фізичну і розумову працездатність, опірність застудним, інфекційним захворюванням, підсилює негативний вплив шкідливих умов зовнішнього середовища. У зв'язку з цим, раціон людини повинний обов'язково містити каротиноїди, які підвищують стійкість організму до несприятливих впливів зовнішнього середовища.

Відомо, що організм не засвоює харчові волокна, однак у процесі травлення вони відіграють винятково важливу роль – сприяють перистальтиці кишечника; крім цього, вони здатні утворювати нерозчинні хімічні сполуки з токсичними речовинами, радіонуклідами та виводити їх з організму.

У зв'язку з цим, враховуємо, що соуси функціонального призначення обов'язково повинні містити у своєму складі кальцій, калій, магній, фосфор, залізо, β -каротин, поліненасичені жирні кислоти, незамінні амінокислоти та харчові волокна, дефіцит яких достатньо поширений і негативно впливає на здоров'я людини.



Узагальнюючи вищенаведене, моделювання соусів функціонального призначення здійснювали згідно з основними принципами нутріціології, ґрунтуючись на таких засадах:

1. Соуси функціонального призначення повинні містити макро-мікронутрієнти, дефіцит яких достатньо поширений серед населення України і негативно впливає на здоров'я (кальцій, калій, магній, фосфор, залізо, β -каротин та харчові волокна).

2. Виходячи з того, що реальний дефіцит мікронутрієнтів у звичайному раціоні сучасної людини знаходиться в межах до 30% від кількості їхнього рекомендованого споживання, вміст визначених мінеральних елементів та вітамінів у збагаченому ними соусі повинен бути достатнім для задоволення за рахунок даного продукту 10-30% середньої добової потреби при звичайному рівні споживання функціонального продукту.

3. Технологія функціональних соусів повинна забезпечувати максимальне збереження мікронутрієнтів з урахуванням можливості їхньої взаємодії з компонентами продукту та взаємного впливу. Так, органічні джерела кальцію краще засвоюються організмом, ніж неорганічні. Магній в невеликих кількостях, фосфор і вітамін D покращують засвоюваність кальцію. Засвоюваність калію, заліза і вищенаведених мінеральних речовин є оптимальним при достатньому надходженні білків, органічних кислот і флавоноїдів.

4. Технологія функціональних соусів повинна забезпечувати високі споживчі властивості: не повинна зменшувати вміст і засвоюваність інших харчових речовин, негативно впливати на смак, аромат, консистенцію, терміни зберігання та показники безпечності продукції.

Проведено технологічні проробки створення технології соусів із використанням розробленої композиційної суміші замість пшеничного борошна і крохмалю, які є визначаючими факторами реологічних та органолептичних показників. Виходячи з фізіологічних потреб людського організму, існуючого дефіциту нутрієнтів у раціонах харчування сучасної людини сформульовано основні вимоги до соусів як продукції функціонального призначення (табл. 1).

Резюмуючи вищенаведене, визначено, що до природних джерел функціональних інгредієнтів (харчових волокон, мінеральних речовин, вітамінів), перспективних до використання у технології соусної продукції, слід віднести гуміарабік, пектини, соєві продукти та кальцієвмісні добавки. Враховуючи високу поживну цінність та виражену терапевтичну дію вищенаведених дієтичних добавок, їх слід вважати перспективною сировиною для виробництва функціональних харчових продуктів, у тому числі соусів.



Таблиця 1

Вимоги до соусів як продукції функціонального призначення

Завдання	Шляхи вирішення
Збагачення продукту дефіцитними у раціоні речовинами	1) β -каротин, кальцій, калій, магній, фосфор, залізо та харчові волокна. 2) Вміст нутрієнтів 10-30% середньодобової потреби організму людини. 3) Органічні джерела мінеральних речовин.
Максимальне засвоювання нутрієнтів з урахуванням взаємного впливу	1) Оптиміальне засвоювання кальцію при достатньому надходженню фосфору, магнію і вітаміну D. 2) Покращення засвоювання нутрієнтів залежить від функціонування кишківника за рахунок впливу харчових волокон (пребіотиків).
Високі споживчі властивості продукту	1) Високі органолептичні властивості 2) Терміни зберігання 3) Показники безпечності

Фізико-хімічні і технологічні властивості дієтичних добавок

При визначенні вихідної сировини, аналізу наукових джерел, встановлено, що для отримання соусів високої якості доцільно використовувати гідроколоїди полісахаридної природи: камеді, пектини. В ході попереднього вибору і обґрунтування об'єктів дослідження, були вивчені гуміарабік, пектини, білково-жирові добавки, солі кальцію. Дієтичні добавки обрано не лише з урахуванням їх фізіологічної користі, але і з врахуванням технологічних властивостей.

Важливим етапом в процесі виробництва соусів є отримання харчової системи з визначеною консистенцією за рахунок використання структуроутворювача. Для використання у технології соусів, дієтичні добавки повинні мати властивості структуроутворювача, згущувача, стабілізатора та емульгатора. Для моделювання композиційної суміші досліджено фізико-хімічні та технологічні показники дієтичних добавок та обґрунтовано доцільність їхнього сумісного використання у технологіях соусів функціонального призначення.

На основі літературних джерел та попередньо проведених експериментів встановлено, що гідроколоїди полісахаридної природи використовують в концентраціях: пектини до 3%, а гуміарабік до 30%.

Для визначення раціональних концентрацій гуміарабіку та пектину у композиційних сумішах досліджували гідратаційну здатність, поверхневий натяг, ефективну в'язкість їх розчинів, адже рідкою основою соусів є вода, бульйони, відвари. Основною характерною властивістю поверхнево-активних речовин (ПАР), що обумовлює їх практичне застосування, є здатність знижувати поверхневий і міжфазний натяг. Правильність підбору ПАР залежить від того, наскільки вивчені і достовірні дані про поверхневі явища, що



відбуваються на міжфазній поверхні розділу гетерогенної системи, що містить ПАР. Відомо, що зі зниженням поверхневого натягу полегшується диспергування гетерогенних систем. Таким чином, дослідження поверхневих властивостей речовин є необхідною умовою для обґрунтування їх вибору.

При взаємодії гуміарабіку у концентрації 1–6% і пектину 0,5–2% з рідиною відбувається їхнє набрякання і розчинення, що в свою чергу супроводжується зниженням поверхневого натягу розчинів, що полегшує диспергування поверхневих систем. Показники поверхневого натягу зростають зі збільшенням концентрації полісахаридів і набувають постійних значень при концентрації гуміарабіку 5,9–6,0% та пектину у межах 1,9–2,1%, а знаходяться на рівні $6,0 \cdot 10^{-2}$ і $6,4 \cdot 10^{-2}$ Н/м відповідно (рис. 1)

При концентрації в розчині гуміарабіку вище 6,0 %, і пектину 2% спостерігається межа концентраційного насичення, характерного для ПАР.

Наведені дані свідчать про те, що при вказаних концентраціях вищу поверхневу активність проявляють водні системи гуміарабіку, що є передумовою для використання вибраних гідроколоїдів в якості структуроутворювачів для емульсій та суспензій.

Важливою характеристикою якості соусів є реологічні показники (ефективна в'язкість, напруження зсуву). Досліджено ефективну в'язкість водних систем гуміарабіку та пектину за різних значень швидкостей зсуву (рис. 2, 3).

За низьких концентрацій (пектини до 2% і гуміарабік до 6%) утворені розчини можна охарактеризувати скоріше як ньютонівські рідини оскільки вони не змінюють свою в'язкість за різних значень швидкостей зсуву. Розчини з більшими концентраціями полісахаридів набувають характеристик неньютонівських рідин. За однакових концентрацій (2%) ефективна в'язкість пектину (0,03 Па·с) на порядок є вищою за гуміарабік (0,003 Па·с). При збільшенні концентрації пектину (до 3%) і гуміарабіку (до 12%) за швидкості зсуву 160 с^{-1} в'язкість зростає в 3,6 та 1,7 рази відповідно.

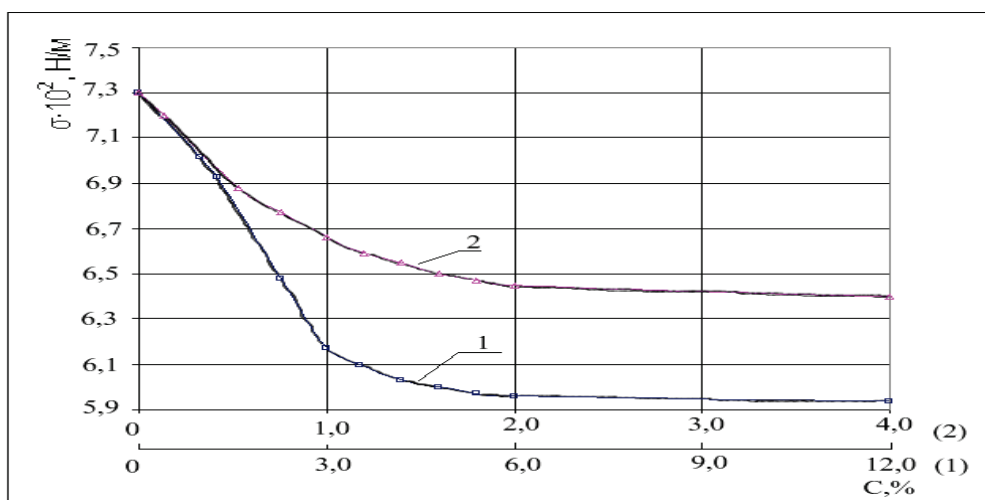


Рис. 1. Поверхневий натяг (σ) водних систем гуміарабіку(1) та пектину(2) в залежності від їх концентрації (C)

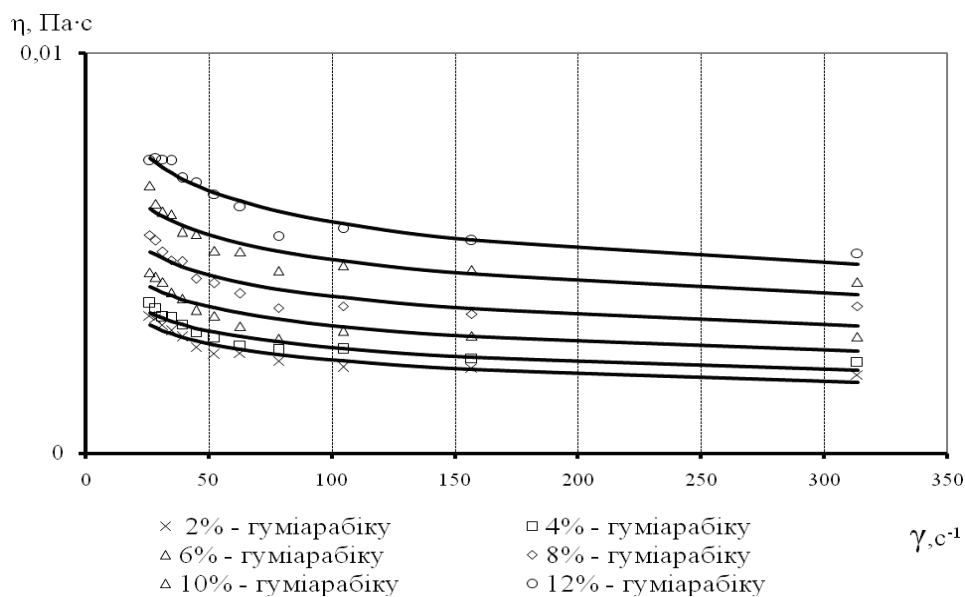


Рис. 2. Ефективна в'язкість водних розчинів за різних концентрацій гуміарабіку і швидкостей зсуву

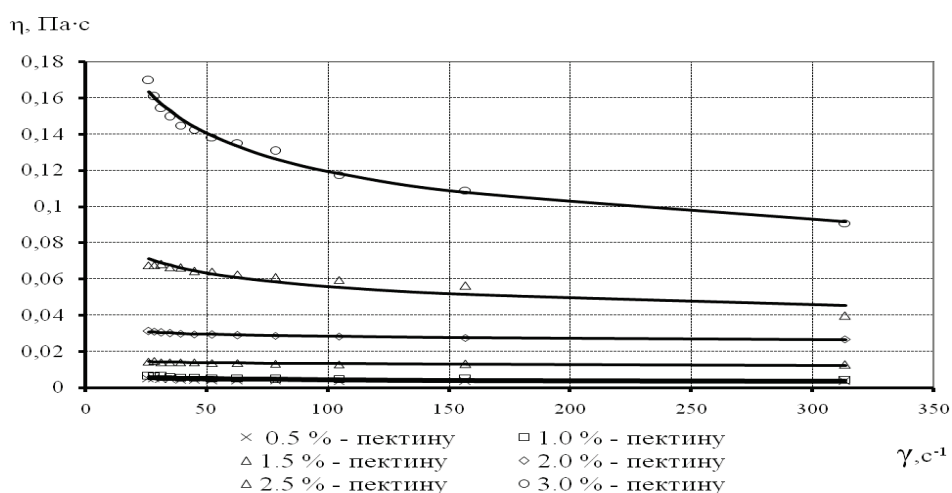


Рис. 3. Ефективна в'язкість водних розчинів за різних концентрацій пектину і швидкостей зсуву

На основі отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву від швидкостей зсуву для гуміарабіку та пектину за різних концентрацій (рис. 4, 5). Для даних систем полісахаридів характерна лінійна залежність.

Напруга зсуву при швидкості зсуву 160с⁻¹ для гуміарабіку та пектину при концентраціях 2.0 і 0.5% складає 0.31 та 1.0 Па, а при збільшенні концентрацій гуміарабіку (4.0–12.0%) і пектину (1.0–3.0) зростає на 9.0–156.3% для гуміарабіку та 1.1–17.3 рази для пектину. Водні розчини пектину (2.0%) мають на порядок більшу напругу зсуву – 4.1 Па; ніж розчини гуміарабіку (6.0%) – 0.42 Па.

Гідратацію полісахаридів (пектину, гуміарабіку) можна умовно поділити на два етапи. Перший етап характеризується наростанням ефективної в'язкості



водних розчинів до максимальних значень (максимальні підйоми ділянок кривих), другий етап - досягнення системами відносно постійних значень ефективної в'язкості. В перші $14.4 \cdot 10^3$ с взаємодії полісахаридів з водою ефективна в'язкість суспензій полісахаридів залежно від концентрації зростає в середньому на 10–20 % від первинної. Максимальних значень ефективної в'язкості водні розчини набувають при концентраціях гуміарабіка 2.0% і 4.0 % (криві 1,2) протягом $10.1 \cdot 10^3$ – $10.8 \cdot 10^3$ с; 6.0 % (крива 3) протягом $14.4 \cdot 10^3$ – $16.2 \cdot 10^3$ с; для пектину 0.5 і 1.0 %-ої концентрації (криві 1, 2) через $10.44 \cdot 10^3$ – $10.8 \cdot 10^3$ с, 2.0 % (крива 4) – через $14.4 \cdot 10^3$ – $15.12 \cdot 10^3$ с (рис. 6, 7).

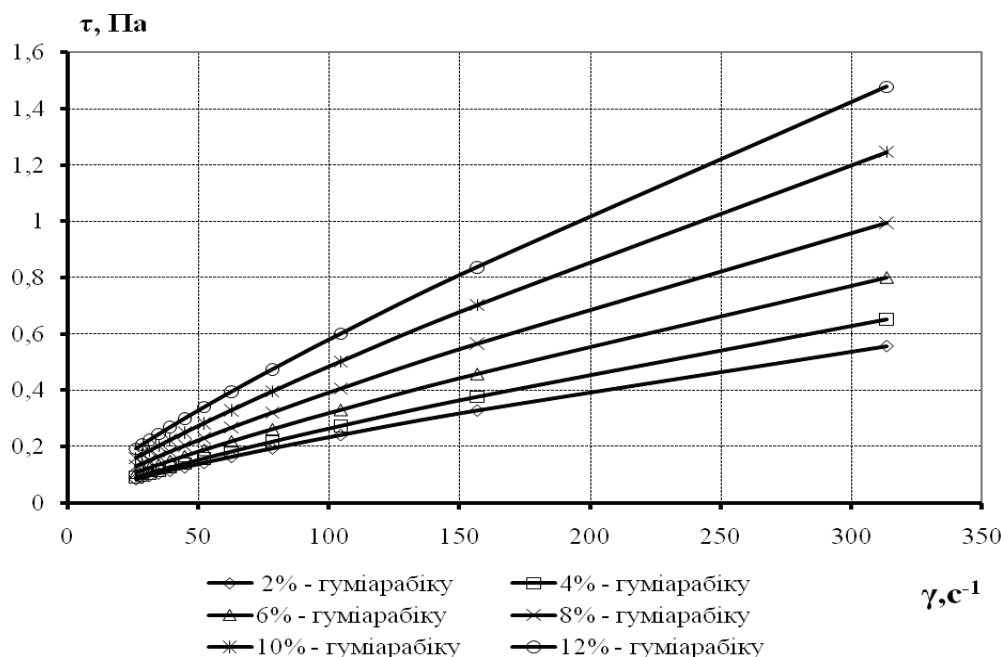


Рис. 4. Напряга зсуву водних розчинів гуміарабіку (2.0–12.0%) за різних значеннях швидкості зсуву

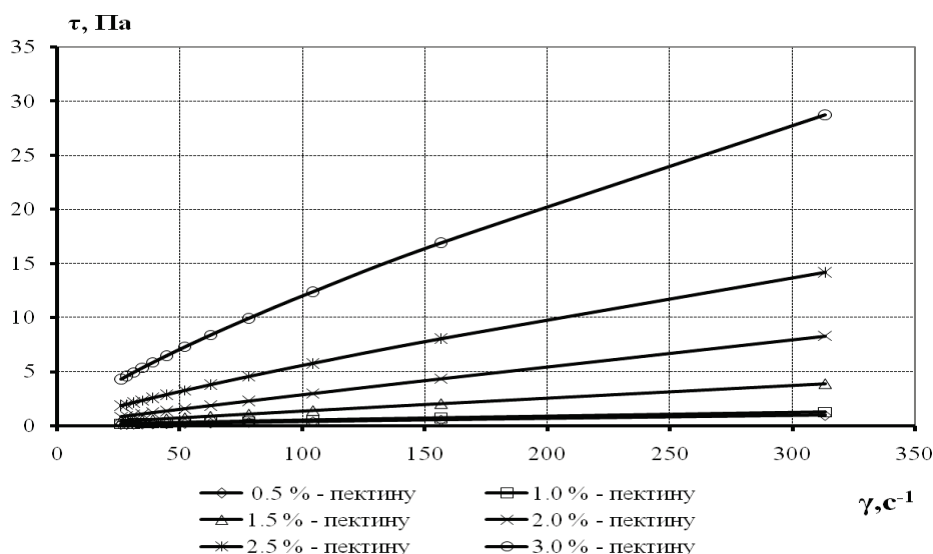


Рис. 5 Напряга зсуву водних розчинів пектину (0.5–3.0%) за різних значеннях швидкості зсуву

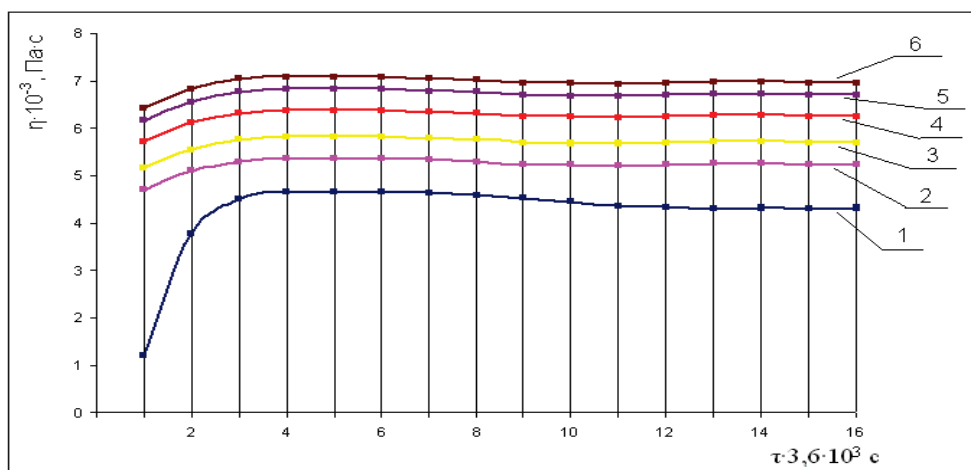


Рис. 6. Ефективна в'язкість (η) водних систем гуміарабіку при концентрації: 1 – 2.0 %, 2 – 4.0%, 3 – 6.0 %, 4 – 8.0%, 5 – 10%, 6 – 12.0% від часу гідратації, (при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$)

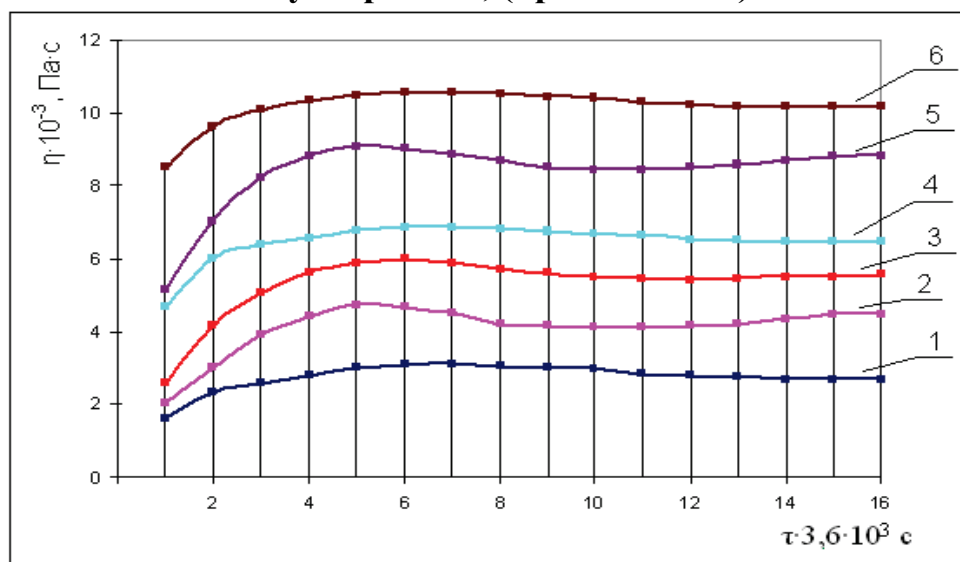


Рис. 7. . Ефективна в'язкість (η) водних систем пектину при концентрації: 1 – 0.5 %, 2 – 1.0 %, 3 – 1.5 %, 4 – 2.0%, 5 – 2.5%, 6 – 3.0% від часу гідратації, (при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$)

Другий етап гідратації характеризується стабілізацією значень ефективної в'язкості. Тривалість утворення рівноважних систем залежить, також, від ступені дисперсності вихідних порошкоподібних препаратів. Розмір часток гуміарабіку у межах від 100 до 300 мкм, пектину – 100–500 мкм. Для досягнення максимальних значень в'язкості при вказаній дисперсності потрібно не менше $\tau = 7.2 \cdot 10^3 - 14.4 \cdot 10^3 \text{ с}$.

Встановлено середню швидкість гідратації полісахаридів: підвищення в'язкості водних систем пектину і гуміарабіку залежно від концентрації характеризується середньою швидкістю набрякання і розчинення ($d\eta/dt$) (рис. 8). Концентрації полісахаридів у водних розчинах істотно впливає на швидкість гідратації. Серед досліджених полісахаридів найвищу швидкість набрякання і



розчинення при концентрації якої має гуміарабік (крива 1): при збільшенні концентрації від 1% до 6% швидкість набрякання збільшується в 3 рази. Збільшення концентрації пектину у розчинах (крива 2) до 2% приводить до підвищення швидкості набрякання в 2 рази.

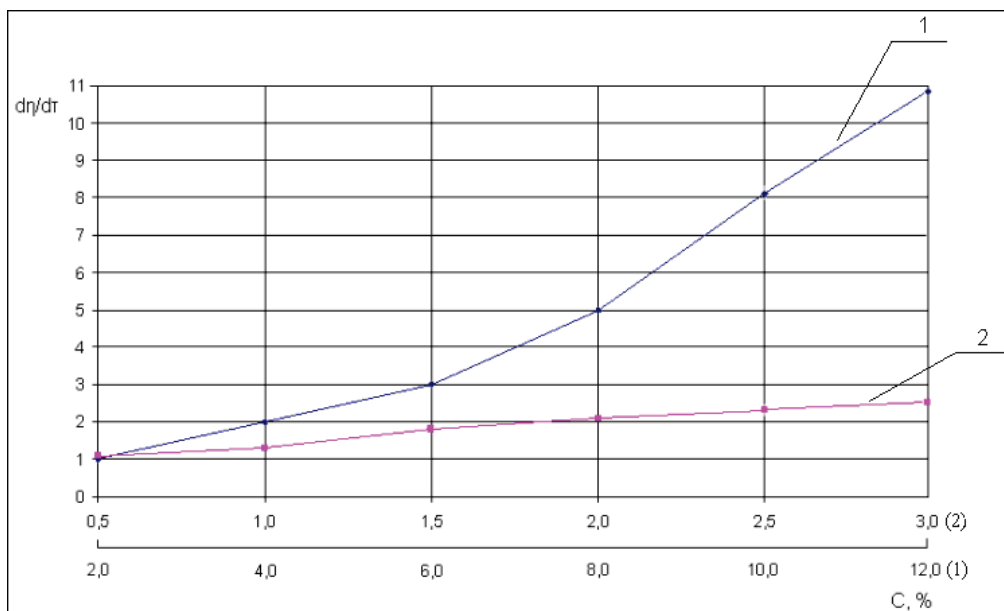


Рис. 8. Середня швидкість гідратації ($d\eta/dt$) гуміарабіку (2-12% – крива 1), пектину (0,5-2,5% крива 2) за різних концентрацій (с) при $t=20\pm 2^\circ\text{C}$

Аналіз отриманих залежностей свідчить, що процес розчинення досліджуваних полімерів відбувається з різною швидкістю і залежить від концентрації полісахаридів. У технологічних процесах харчові інгредієнти й, як правило, піддаються одночасно механічним, світловим, тепловим та іншим видам взаємодій, що можуть впливати на швидкість гідратації. Аналіз експериментальних даних свідчить про те, що процес утворення рівноважних систем «полісахарид – вода» при температурі $20\pm 2^\circ\text{C}$ достатньо тривалий $14.4 \cdot 10^3 - 18 \cdot 10^3 \text{с}$, що ставить завдання інтенсифікації процесів гідратації. Одним з шляхів інтенсифікації процесу є підвищення температури, оскільки згідно із законом Ван-Гоффа при одночасній механічній дії і підвищенні температури швидкість гідратації зростає.

Гуміарабік має низьку ефективну в'язкість, тому отримані значення в'язкості систем «гуміарабік–вода» за різних значень температури знаходиться у межах похибки. Вплив температури і тривалості нагрівання на ефективну в'язкість водних систем пектину представлено на рис. 9. У досліджуваному температурному інтервалі ($20-90^\circ\text{C}$) водні розчини пектину характеризуються зниженням значень ефективної в'язкості (у межах 8–15 %). Дослідження в'язкісних характеристик пектину за вказаних умов показало, що прогрівання при температурі 90°C протягом $0.9-1.2 \cdot 10^3 \text{с}$ впливає на зниження ефективної в'язкості розчинів.

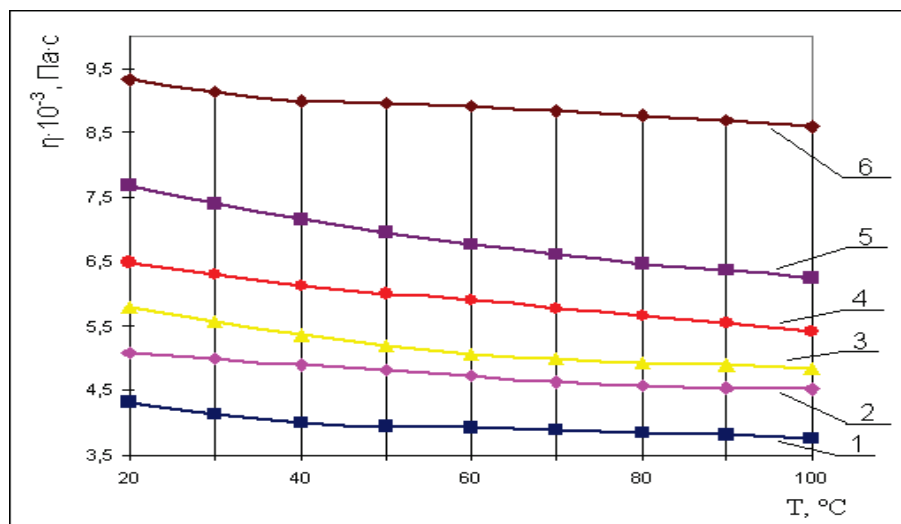


Рис. 9. Ефективна в'язкість (η) систем «пектин – вода» за різних значень температури (T) і концентрації пектину 1 – 0.5 %, 2 – 1.0 %, 3 – 1.5 %, 4 – 2.0%, 5 – 2.5%

Встановлення рівноважного стану водними розчинами пектину відбувається протягом $1,2\text{--}1,5 \cdot 10^3$ с при температурі $80 \pm 2^\circ\text{C}$ (рис. 10).

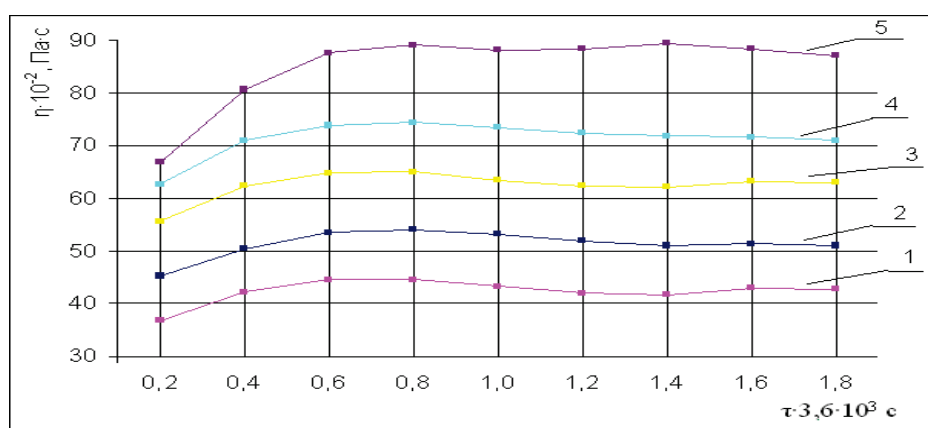


Рис. 10. Ефективна в'язкість (η) водних систем пектину при концентрації: 1 – 0.5 %, 2 – 1.0 %, 3 – 1.5 %, 4 – 2.0%, 5 – 2.5% від часу гідратації, (при $t=80 \pm 2^\circ\text{C}$)

Для систем «пектин – вода» тривалість досягнення рівноваги за вказаних умов складає $2,4 \cdot 10^3\text{--}3,0 \cdot 10^3$ с, що менше ніж для систем за температури $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Підвищення швидкості утворення рівноважних систем пектину з підвищенням температури можна пояснити руйнуванням водневих зв'язків, в результаті сегменти макромолекул стають рухливішими, внаслідок чого збільшується швидкість їх розчинення.

Значення ефективної в'язкості рівноважних водних розчинів гуміарабіку та пектину залежить від концентрації полісахаридів (рис. 11, 12).

При збільшенні концентрації полісахаридів спостерігається загальна



тенденція до збільшення ефективної в'язкості, за однакових концентрацій пектин утворює розчини з більшими значеннями ефективної в'язкості, ніж гуміарабік. Ефективна в'язкість водних розчинів гуміарабіку (2,0–4,0%) і пектину (0,5–1,0%) становить відповідно $(2,3–2,7) \cdot 10^{-3}$ і $(0,4–0,5) \cdot 10^{-2}$ Па·с, при збільшенні концентрації до 8,0–12,0% та 2,0–3,0% зростає у 1,8–2,3 та 4,5–14,5 разів відповідно.

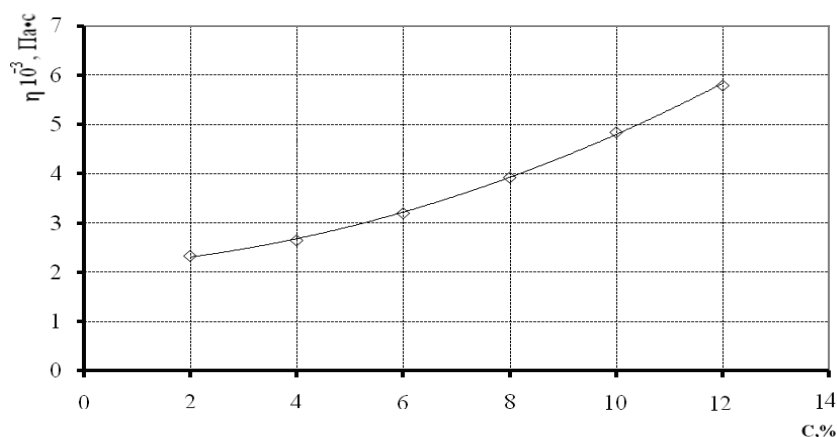


Рис. 11. Ефективна в'язкість водних розчинів гуміарабіку за різних концентрацій (C) гуміарабіку ($T=20 \pm 2^\circ\text{C}$, швидкість зсуву 69c^{-1})

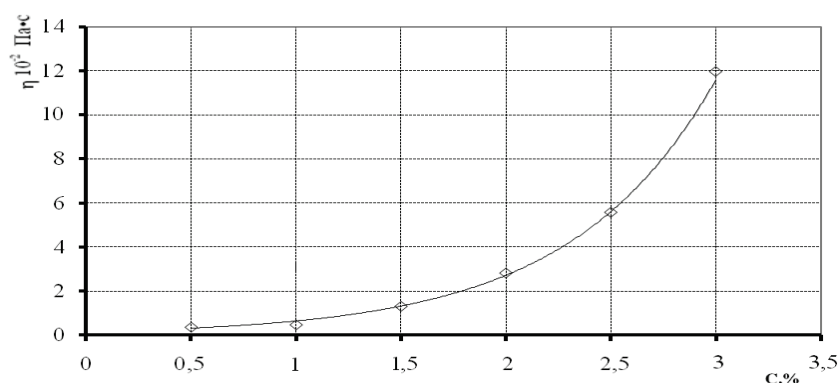


Рис. 12. Ефективна в'язкість водних розчинів пектину за різних концентрацій (C) пектину ($T=20 \pm 2^\circ\text{C}$), швидкість зсуву 69c^{-1})

Значне підвищення в'язкості пектинових розчинів і зміною концентрації, пояснюється формою макромолекул, що асоціюються водневими зв'язками між собою та молекулами води.

Для обґрунтування використання полісахаридів у технології соусів важливою характеристикою є седиментаційна стійкість модельних систем з їх використанням.

Для водних систем полісахаридів характерні процеси седиментації. Седиментація – вільне осідання частинок під дією сили тяжіння, що призводить до утворення осаду. Кількість надосадкового шару безпосередньо залежать від виду та концентрації полісахариду, з підвищенням якої стійкість, як правило, збільшується. Зниження обсягів надосадкового шару свідчать про підвищення



седиментаційної стійкості. Вивчення седиментаційної стійкості водних розчинів полісахаридів проводили шляхом фіксування обсягів надосадкового шару при температурі $20 \pm 2^\circ\text{C}$. Дослідженнями не зафіксовано поділу системи і утворення надосадкового шару.

Розчини пектину і гуміарабіку мають високу седиментаційну стійкість оскільки повністю розчинні у воді.

На седиментаційну стійкість розчинів полісахаридів впливає не тільки їхня концентрація, а й тривалість зберігання. З метою визначення раціональних концентрацій гуміарабіку та пектину для отримання седиментаційно стійких у часі систем досліджено водні розчини полісахаридів за показником «каламутності» (рис. 13). Зменшення показника «каламутності» свідчить про краще розчинення полісахаридів, тоді як зростання – про утворення часток (осаду).

Свіжовиготовлені та після зберігання розчини пектину у досліджених концентраціях (крива 1,2) характеризуються постійними значеннями каламутності. Показники каламутності розчинів гуміарабіка при концентрації до 6,0% за досліджуваний час знижуються (крива 4) на 3–10% у порівнянні з показниками для свіжовиготовлених розчинів (крива 3). При підвищенні концентрації гуміарабіку понад 6,0% показники каламутності відповідають значенням свіжовиготовлених розчинів.

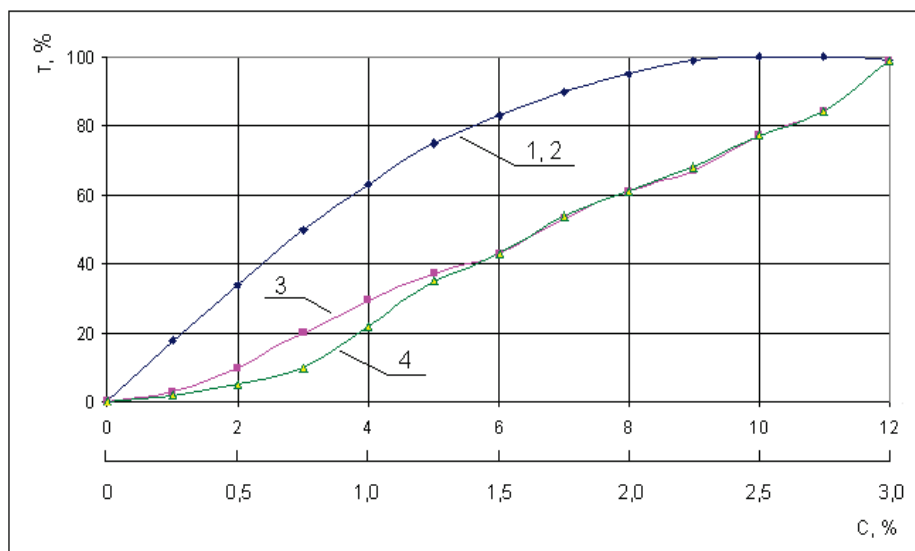


Рис. 13. Показник каламутності свіжовиготовлених та після 24 год. зберігання водних розчинів пектину (крива – 1, 2) і гуміарабіка (крива – 3, 4) за різних концентрацій полісахаридів.

Комплексне використання полісахаридів дозволяє підвищити седиментаційну стійкість водних систем. Визначені концентрації пектину та гуміарабіку, які необхідні для отримання стійких до розшарування систем і відповідно становлять для пектину 0,5–3%, для гуміарабіку 6–12%.



При виробництві соусів використовуються смакові речовини (кухонна сіль, цукор, лимонна кислота), які здатні не тільки змінювати органолептичні показники, а й впливати на реологічні властивості харчових систем полісахаридів, змінювати активну кислотність дисперсійного середовища. Відомо, що концентрація водневих іонів може впливати на структуру полісахаридів внаслідок наявності функціональних груп, схильних до дисоціації, що призводить до зміни реологічних і функціональних властивостей полісахаридних систем.

Введення в рецептурний склад соусів лимонної кислоти впливає на зниження рівня рН, а значення рН більшості соусів знаходиться в межах 4–7. У кислому середовищі молекули низькоетерифікованих пектинів здатні до іонотропного комплексоутворення з іонами кальція.

Залежність зміни значень рН розчинів від концентрації полісахаридів (рис. 14, 15.) безпосередньо впливає на ефективну в'язкість водних розчинів.

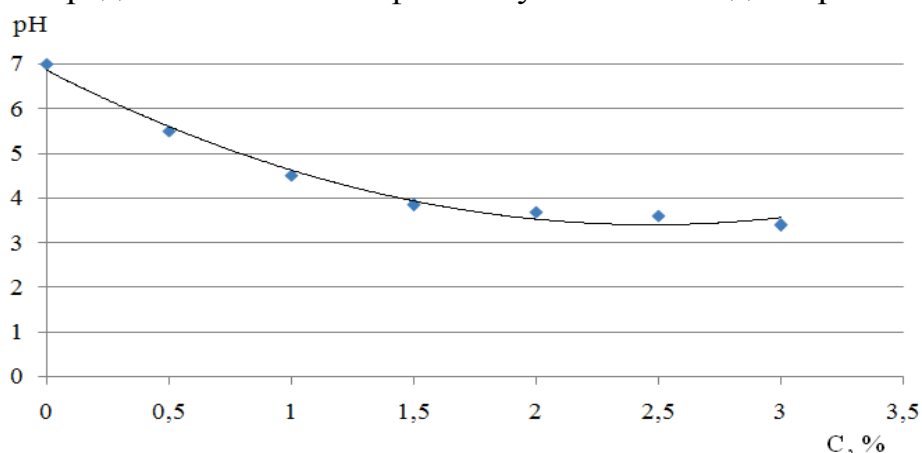


Рис. 14. рН середовища водних розчинів за різних концентрацій пектину

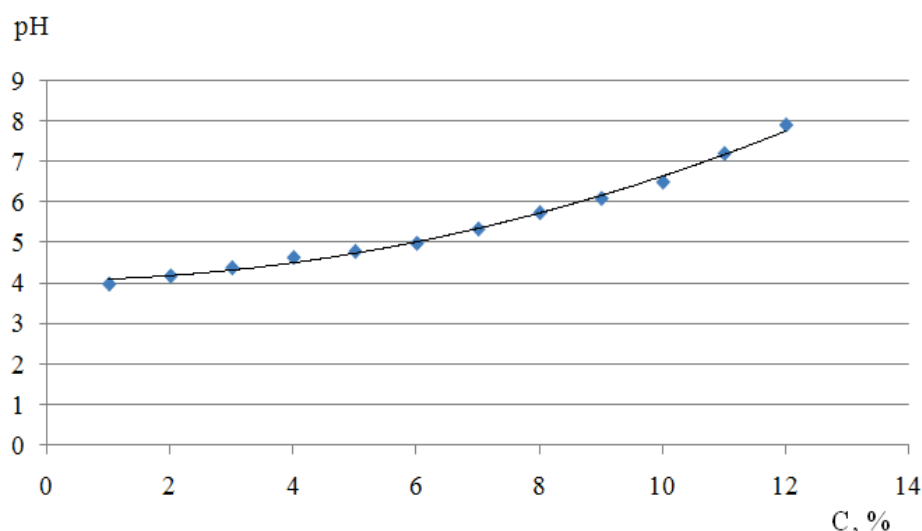


Рис. 15. рН середовища водних розчинів за різних концентрацій гуміарабіку

З підвищенням концентрації пектину у розчині з 0,5% до 3% рН середовища знижується від рН 5,5 до рН 3,8. При підвищенні концентрації



гуміарабіку рН середовища зростає: при концентрації 1.0–12.0% з рН 4 до рН 8, що можна пояснити наявністю аміногруп у складі макромолекули полісахариду.

Сумісне використання гуміарабіку (6%) та пектину (2%) дозволяє отримати середовище рН якого знаходиться в межах рН 5.

У технології більшості соусів використовують кухонну сіль у концентрації до 2% та цукор – до 12% (у солодких соусах), тому важливо визначити вплив цих речовин на реологічні характеристики модельних систем.

При додаванні цукру (1–12%) у 2%-ві водні розчини пектину ефективна в'язкість збільшується з 0,5 до $5,5 \cdot 10^{-2}$ Па·с, тобто зростає майже у 10 разів. Додавання цукру (12%) у водні розчини гуміарабіку (6%) приводить до підвищення ефективної в'язкості на 54%, відносно розчинів без цукру, і становить $3,4 \cdot 10^{-3}$ Па·с. При зазначеній концентрації NaCl у 2%-му розчині пектину ефективна в'язкість підвищується на 19%. Додавання 2% NaCl у водні розчини гуміарабіку підвищує ефективну в'язкість на 16% (рис. 16, 17).

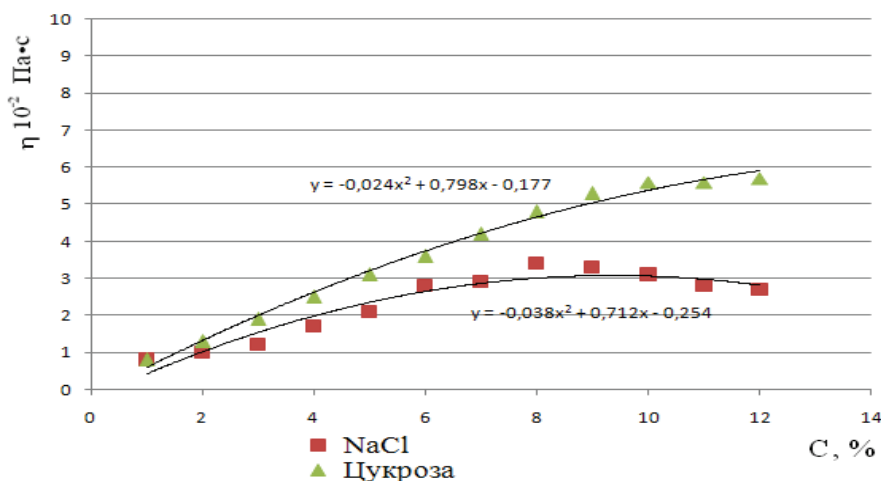


Рис. 16. Ефективна в'язкість водних розчинів пектину (2%) за різних концентрацій NaCl та цукру

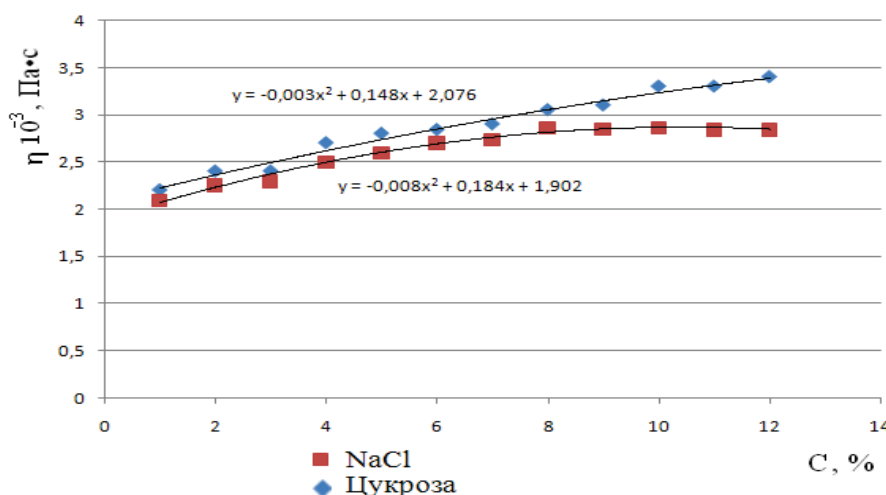


Рис. 17. Ефективна в'язкість водних розчинів гуміарабіку (6%) за різних концентрацій NaCl та цукру



Визначені залежності впливу різних рецептурних компонентів на в'язкість водних систем пектину та гуміарабіку дозволяє обґрунтувати технологічні параметри приготування соусів.

Для досягнення в'язкісних характеристик модельних систем властивих традиційним соусам до їх складу вводили лактат кальцію. Адже відомо, що іони кальцію сприяють утворенню згущеної структури (пектинових комплексів).

З метою підвищення вмісту білка і покращення амінокислотного скору у розроблених соусах до їх складу ввели соєву білково-жирову добавку (БЖД). Для обґрунтування рекомендацій по використанню білково-жирової добавки «Супер» з сої при виробництві соусів важливою умовою є не тільки хімічний склад, а органолептичні та технологічні властивості (табл. 2).

Таблица 2

Органолептичні, фізико-хімічні та технологічні властивості білково-жирової добавки «Супер» ЄСО

<i>Показники</i>	<i>Характеристика</i>
Колір	Жовтий, кремовий
Смак	Приємний, солодкуватий
Запах	Нейтральний
Білок, %	42,6
Вологість, %	6,0
Ліпіди, %	22,0
Зола, %	5,3
Жирозв'язуюча здатність, г жиру на 1 г продукту	2,4
Емульгуюча здатність, %	0,68

Визначено раціональні умови гідратації і водопоглинаючу здатність білково-жирової добавки «Супер» ЄСО ($K=3.8$, $t=50^{\circ}\text{C}$, $\tau=1.8 \cdot 10^3 \text{c}$) (табл. 3).

Таблица 3

Вологопоглинаюча здатність білково-жирової добавки з сої «Супер»

Період Т, хв	Температура, °C							
	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C	90 °C
20	3,01	3,13	3,24	3,42	3,55	3,44	3,32	3,25
30	2,97	3,07	3,24	3,36	3,48	3,41	3,35	3,28
40	3,29	3,40	3,68	3,81	3,60	3,40	3,39	3,32
50	2,86	3,04	3,28	3,63	3,48	3,45	3,43	3,28
60	2,81	3,08	3,32	3,44	3,36	3,51	3,47	3,46
70	2,86	3,03	3,26	3,42	3,55	3,52	3,46	3,45
80	2,96	3,08	3,20	3,66	3,73	3,72	3,45	3,43



Білково-жирова добавка «Супер» ЄСО має нейтральний запах та приємний смак, відсутній характерний "бобовий" запах. Результати досліджень свідчать, що білково-жирову добавку можна використовувати як волого- так і жиропоглинаючий агент у технології соусів, що впливатиме не тільки як технологічний інгредієнт, а й на харчову цінність та якість соусів.

Моделювання композиційної суміші дієтичних добавок

Композиційна суміш – багатокомпонентна система, що складається з дрібнодисперсної сировини і характеризуються малою масою і об'ємом при високому вмісті сухих речовин. Якість композиційної суміші для соусів визначається рецептурним складом і низкою взаємопов'язаних процесів, що відбуваються у технологічному потоці під час приготування соусів.

Важливою вимогою, що висувається до якості як окремих компонентів, так і суміші, є їх активна взаємодія з водою і тривале зберігання функціональних властивостей. Тому, для обґрунтування і розробки технології композиційної суміші встановлено раціональні режими отримання основи. При моделюванні встановлено, що на композиційну суміш дієтичних добавок і соусів на її основі впливають різні чинники: концентрація гідроколоїдів у водному середовищі, тривалість гідратації полісахаридів та білково-жирової добавки, температура та рН водного середовища, тривалість теплової обробки та ін. На основі проведених досліджень здійснено моделювання композиційної суміші дієтичних добавок для соусів.

Математичними та експериментальними методами на основі фізико-хімічних параметрів взаємодії гідроколоїдів, хімічного складу визначено раціональне співвідношення у композиційній суміші білково-жирової добавки з сої «Супер» ЄСО, гуміарабіку, пектину та лактату кальцію як 5:6:2:2.

Технологія виробництва композиційної суміші складається з наступних операцій: просіювання, дозування рецептурних компонентів в заданих співвідношеннях, перемішування, підготовки до реалізації (рис. 18).

Композиційна суміш дієтичних добавок є однорідною порошкоподібною масою з приємним запахом і присмаком вершків. Органолептичні показники сумішей представлені в табл. 4.

При розробленні композиційної суміші враховували умови і терміни її зберігання. Для визначення термінів зберігання враховували терміни зберігання окремих рецептурних компонентів зазначених в нормативних документах, які відповідно становили для пектину – 12 міс., гуміарабіку – 12 міс., лактату кальцію – 12 міс., БЖД – 6 міс. Визначальним був термін зберігання БЖД, за умов вологості $\phi = 75\%$ при температурі $t = 18-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Подальше використання композиційної суміші може здійснюватися в двох напрямках: виробництво соусів; фасування, пакування, маркування, зберігання. Застосування композиційної суміші дозволяє скоротити технологічний процес виробництва соусів, розширити асортимент, покращити якість готової



продукції.



Рис. 18. Технологічна схема виробництва композиційної суміші

Таблиця 4

Органолептичні показники композиційної суміші дієтичних добавок

Показник	Характеристика композиційних сумішей
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсний сухий порошок з вкрапленнями часток білково-жирової добавки, допускається наявність легко руйнуючих грудочок
Колір	Належний даному виду суміші, від білого з кремовим відтінком до світло жовтого
Консистенція	Порошкоподібна
Смак та запах	Смак відповідний виду суміші чистий, солодуватий з вершковим присмаком.

Композиційна суміш характеризується значним вмістом нутрієнтів: білку – 13.46, жиру – 6.94, вуглеводів – 58.3, з них 49.8 – харчові волокна; мінеральних речовин: К – 597мг, Са – 1742 мг, Р – 217.3 мг, Mg – 81.6 мг, Fe – 5.5 мг, S – 88 мг, Mn – 1009.2 мкг, I – 3,1 мкг, Se – 4.1 мкг); вітамінів: β-каротин – 0.03 мг, Е – 6.87 мг, В₁ – 0.35 мг, В₂ – 0.08 мг, В₃ – 0.65 мг, РР – 0.82 мг, фолацин – 74.8



мкг, холін – 97.3 мг, біотин – 21.8 мг. Амінокислотний склад композиційної суміші дієтичних добавок наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Амінокислотний склад композиційної суміші дієтичних добавок

Амінокислоти	Кількість, мг
Валін	710,6±22,1
Ізолейцин	615,4±20,2
Лейцин	907,8±31,5
Лізин	710,6±22,1
Метіонін	176,8±3,2
Треонін	472,6±11,7
Триптофан	153,0±4,3
Фенілаланін	547,4±18,4
Аланін	499,8±14,5
Аргінін	795,6±20,9
Аспарагінова кислота	1298,8±40,8
Гістидин	333,2±10,9
Гліцин	482,8±10,4
Глутамінова кислота	2057,0±50,4
Пролін	632,4±12,4
Серин	703,8±12,6
Тирозин	360,4±8,5
Цистин	187,0±5,1

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Результати мікробіологічних досліджень (табл. 6) свідчать, що показники для композиційної суміші знаходяться в межах допустимих санітарними нормами величин при зберіганні (до 6 місяців при температурі 18–20 °C та відносній вологості повітря не більше 75%). У композиційній суміші не виявлено БГКП, бактерій роду *Staphylococcus Aureus*, *Proteus*, *Salmonella*.

У зв'язку з несприятливим екологічним становищем велике значення надається показникам, що характеризують вміст токсичних елементів. Вміст свинцю (0.2 мг/кг), міді (0.18 мг/кг) та цинку (1.31 мг/кг) знаходиться в межах допустимих концентрацій 0.4, 0.6, 5.0 мг/кг відповідно. Наявність кадмія, миш'яка та ртуті невиявлено.

Результати досліджень показали, що композиційна суміш відповідає вимогам нормативної документації, а фактичний вміст токсичних елементів менше гранично допустимих концентрацій, що свідчить про рівень безпечності і дозволяє рекомендувати розроблену продукцію до впровадження в заклади ресторанного господарства та харчову промисловість.



Таблиця 6

Характеристика мікробіологічних показників композиційної суміші дієтичних добавок

Назва показника	Норма	Фактичний вміст в композиційній суміші дієтичних добавок, міс.		
		0	3	6
Кількість МАФАМ, КУО в 1 г	$6.0 \cdot 10^3$	$3.2 \cdot 10^2$	$4.7 \cdot 10^2$	$6.1 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи), в 1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії р. Salmonella, в 25 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Staphylococcus Aureus, в 1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Proteus, в 1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняві гриби, КОЕ	Не більше 10	Не виявлено	Не виявлено	Не більше 5

Моделювання харчових систем для соусів з використанням композиційної суміші дієтичних добавок

Для обґрунтування технології соусів на основі композиційної суміші необхідно змоделювати умови виробництва молочних, білих та солодких соусів. Для моделювання технології нових соусів і дослідження реологічних характеристик нами визначено харчові гетерогенні системи: «молоко – композиційна суміш», «бульйон – композиційна суміш», «пюре сливове – композиційна суміш», «яблучний сік – композиційна суміш».

Досліджено залежність ефективної в'язкості харчової системи для молочних соусів, за різних швидкостей зсуву при різних концентраціях (3 – 18 %) композиційної суміші (КС) (рис. 19).

Досліджувані модельні системи “молоко – КС” характеризуються як неньютонівські рідини, оскільки змінюють в'язкість за різних значень швидкостей зсуву. Модельна молочна система з концентрацією композиційної суміші 3% за швидкості зсуву 69 с^{-1} має ефективну в'язкість $0,41 \text{ Па}\cdot\text{с}$. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% за цих умов в'язкість збільшується на 9, 21, 48, 74, 95%. Відповідно при концентрації 3% композиційної суміші за низьких значень швидкості зсуву 10 с^{-1} ефективна в'язкість становить $0,7 \text{ Па}\cdot\text{с}$ і збільшується на 19, 13, 71, 98% та у 2,7 раза відповідно.

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву від швидкостей зсуву для композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 20).

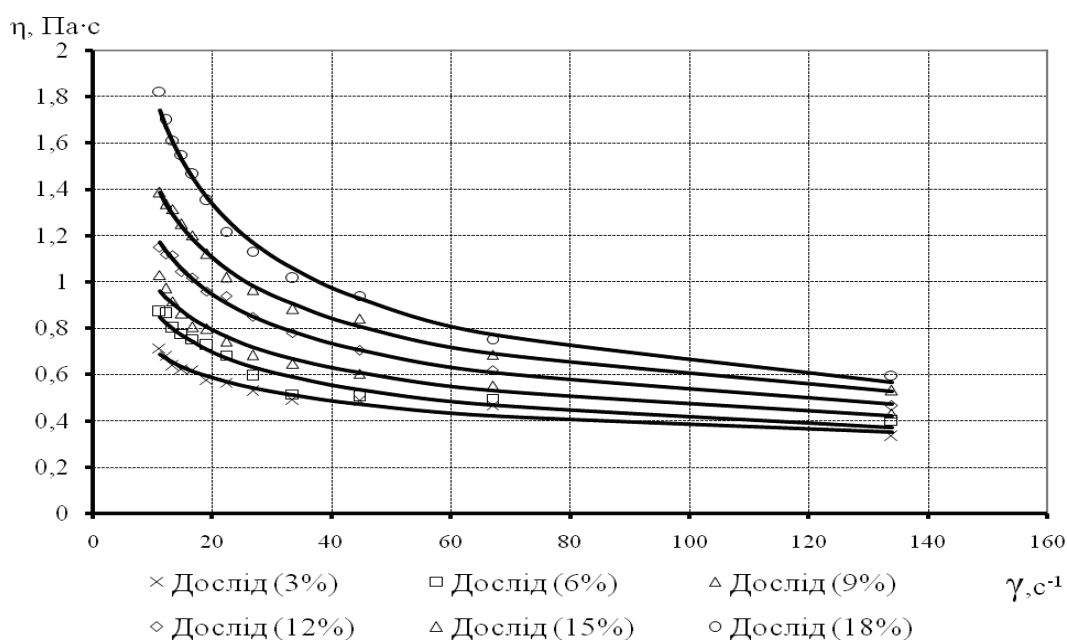


Рис. 19. Ефективна в'язкість молочної системи за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву

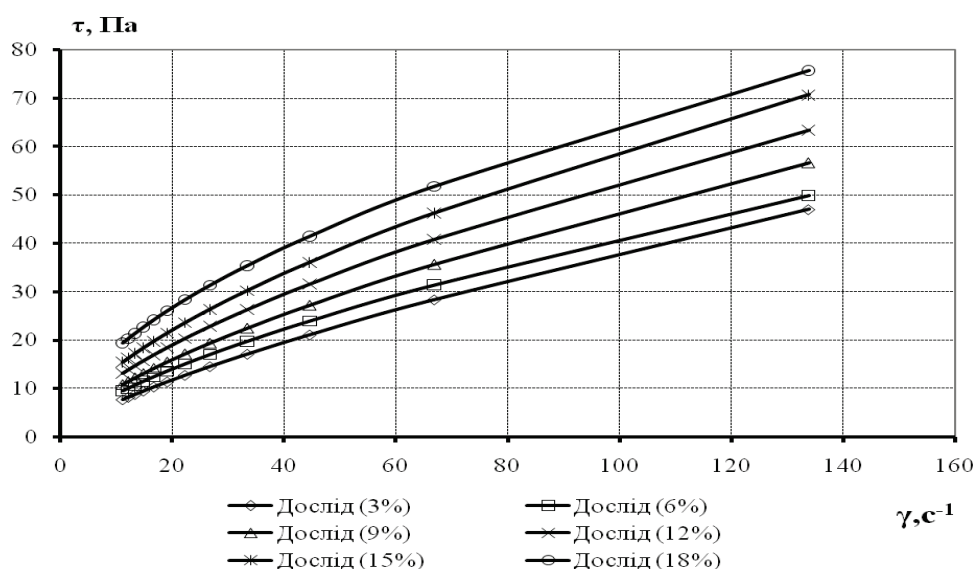


Рис. 20. Напряга зсуву системи "молоко – КС" від концентрації КС за різних швидкостей зсуву

Напряга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 с⁻¹ для системи "молоко – КС" з концентрацією композиційної суміші 3% становить 7,8 та 20,1 Па відповідно. При збільшенні концентрації композиційної суміші до 18% напряга зсуву зростає до 19,8 та 75,2 Па, тобто у 2,5 і 3,7 рази відповідно.

Досліджено залежність ефективної в'язкості харчової системи для білих соусів, за різних швидкостей зсуву при різних концентраціях (3–18 %) композиційної суміші (рис. 21).

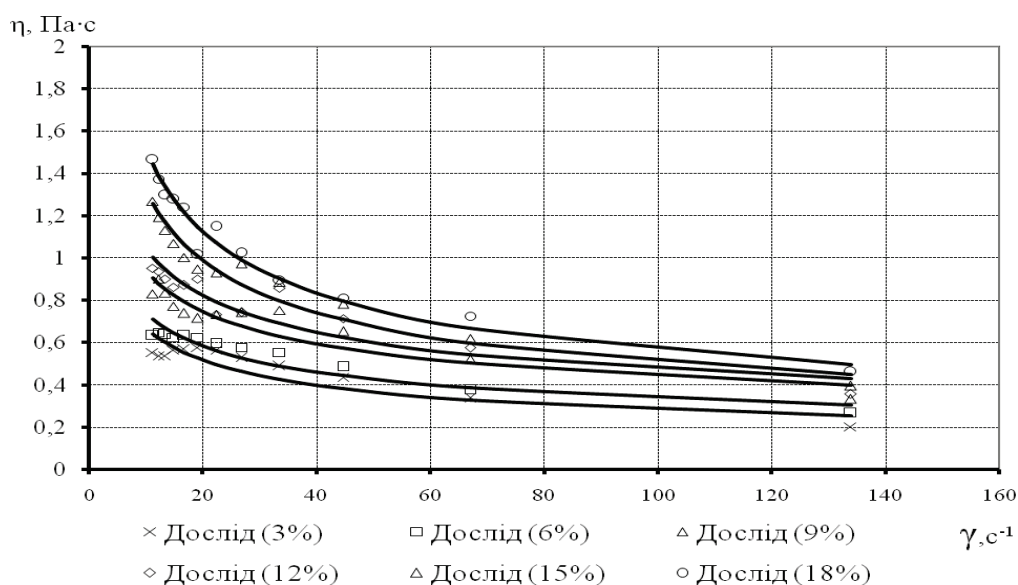


Рис. 21. Ефективна в'язкість системи “бульйон – КС” за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву

Модельні системи “бульйон – КС” мають також характер неньютонівських рідин. Модельна система на основі бульйону з концентрацією композиційної суміші 3% за швидкості зсуву 69 c^{-1} має ефективну в'язкість $0,37 \text{ Па}\cdot\text{с}$. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% ефективна в'язкість збільшується на 10, 35.2, 48.6, 62.2, 86.5%. При концентрації 3% КС за низьких значень швидкості зсуву 10 c^{-1} ефективна в'язкість становить $0,63 \text{ Па}\cdot\text{с}$ і збільшується на 12.7, 42.8, 58.7, 130.4 відповідно.

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву системи на основі бульйону від швидкостей зсуву композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 22).

Напруга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 c^{-1} для системи на основі бульйону з концентрацією композиційної суміші 3% становить 7,1 та 21,7 Па. При збільшенні концентрації композиційної суміші до 18% напруга зсуву зростає до 17,1 та 66,3 Па відповідно.

Залежність ефективної в'язкості харчової системи для фруктових соусів, за різних швидкостей зсуву при різних концентраціях (3–18%) композиційної суміші приведено на рис. 23.

Модельні системи “сливове пюре – КС” з концентрацією останньої 3% за швидкості зсуву 68 c^{-1} має ефективну в'язкість $0,09 \text{ Па}\cdot\text{с}$. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% за цих умов в'язкість збільшується у 2.1, 3.8, 3.9, 4.4, 5.05 разів. Відповідно при концентрації 3% композиційної суміші за низьких значень швидкості зсуву 10 c^{-1} ефективна в'язкість становить $0.33 \text{ Па}\cdot\text{с}$ і збільшується на 51.7%, у 2.0, 2.4, 2.9, 3.6 раза відповідно.

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності



напруги зсуву системи на основі бульйону від швидкостей зсуву композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 24).

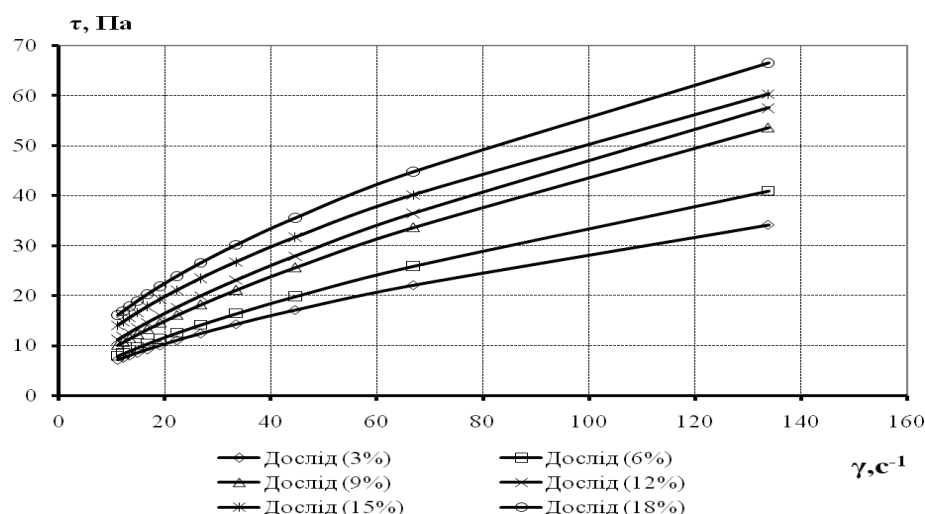


Рис. 22. Напруга зсуву системи “бульйон – КС” від концентрації КС при різних швидкостях зсуву

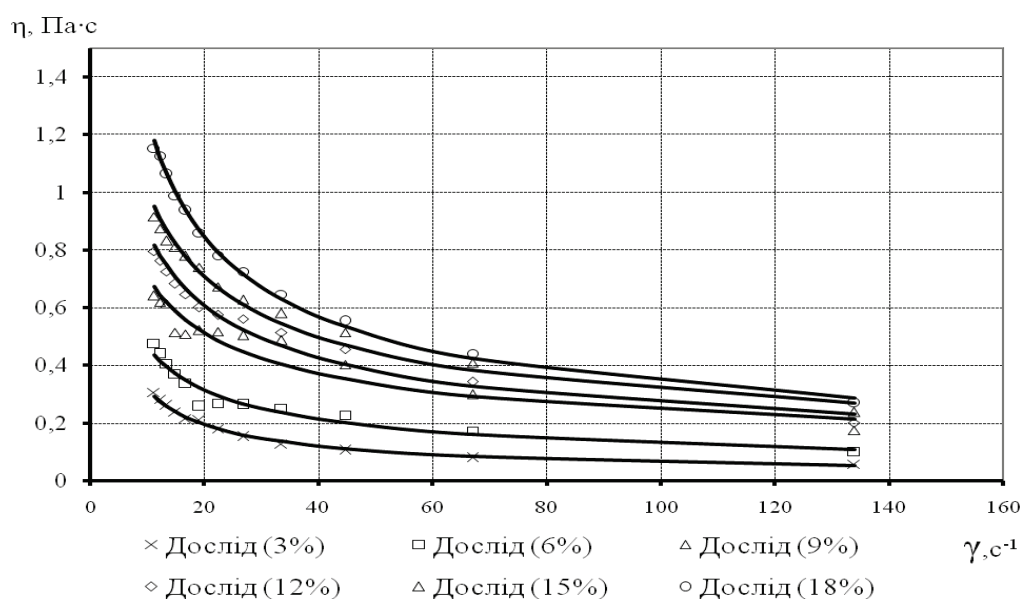


Рис. 23. Ефективна в'язкість системи “сливове пюре – КС” за різних концентрацій КС при різних швидкостях зсуву

Напруга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 s^{-1} для системи на основі бульйону з концентрацією композиційної суміші 3% становить 3.1 та 6.1 Па. При збільшенні концентрації композиційної суміші до 18% напруга зсуву зростає до 4.5 та 4.6 разів відповідно.

Залежність ефективної в'язкості харчової системи для солодких соусів за різних значень швидкостей зсуву і концентраціях (3–18%) композиційної суміші приведено на рис. 25.

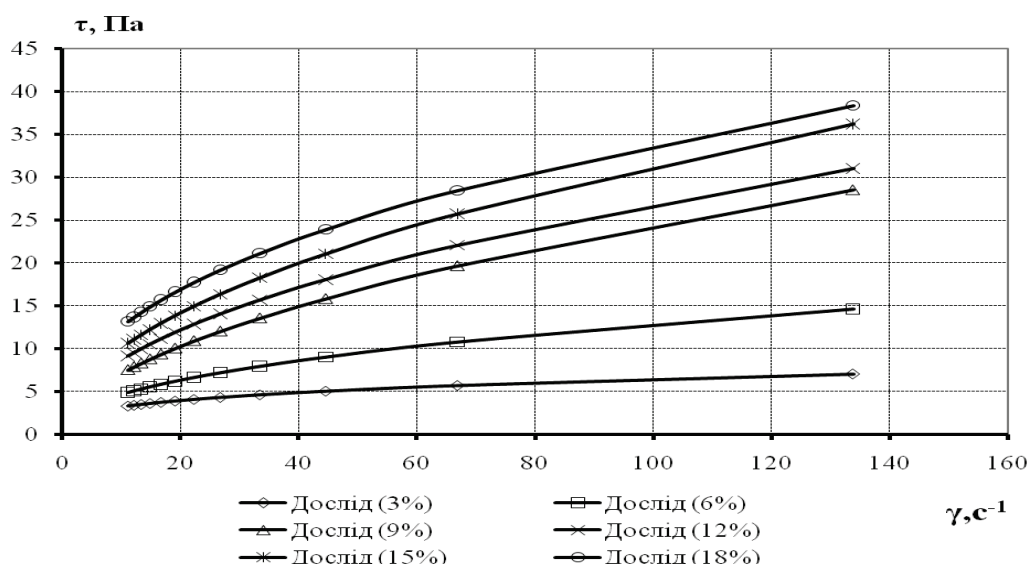


Рис. 24. Напруга зсуву системи “сливове пюре – КС” від концентрації КС при різних швидкостях зсуву

Модельні системи “яблучний сік – КС” з концентрацією останньої 3% за швидкості зсуву $69 s^{-1}$ має ефективну в’язкість $0.22 Pa \cdot s$. У модельних системах з концентрацією композиційної суміші 6, 9, 12, 15, 18% ефективна в’язкість збільшується на 9.2, 40.8, 80.3%, у 2.45 та 2.8 разів. Відповідно при концентрації 3% КС за низьких значень швидкості зсуву $10 s^{-1}$ ефективна в’язкість становить $0.9 Pa \cdot s$ і збільшується на 11.6, 20.4, 32.4, 54.9, 61.8 % відповідно.

На основі експериментально отриманих даних побудовано залежності напруги зсуву системи на основі яблучного соку від швидкостей зсуву для композиційної суміші дієтичних добавок за різних концентрацій (3 – 18%) (рис. 26).

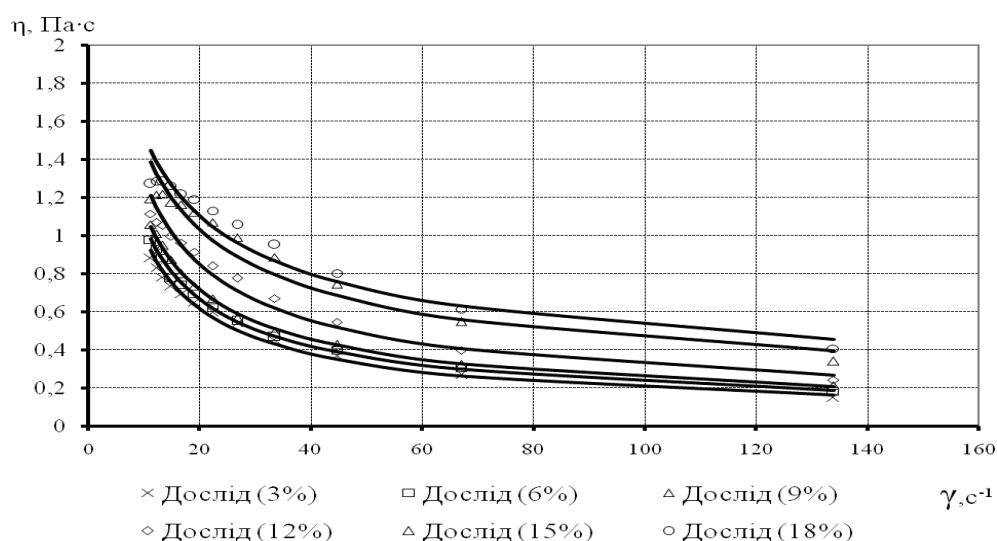


Рис. 25. Ефективна в’язкість системи “яблучний сік – КС” за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву

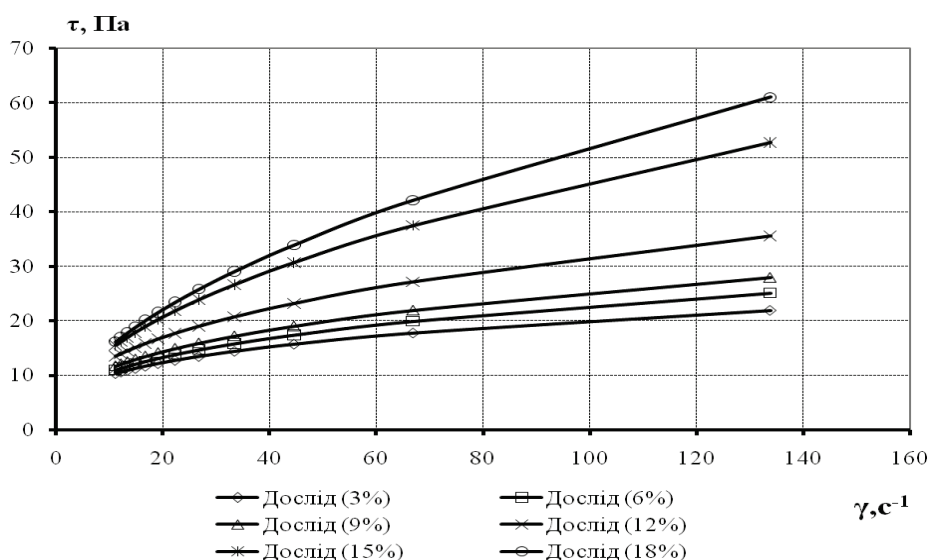


Рис. 26. Напряга зсуву системи “яблучний сік – КС” за різних концентрацій КС і швидкостей зсуву

Напряга зсуву при швидкостях зсуву 10 і 69 с⁻¹ для системи на основі бульйону з концентрацією КС 3% становить 10.1 та 17.2 Па. При збільшенні концентрації КС до 18% напряга зсуву зростає у 1.6 та 2.5 рази відповідно.

Ефективна в'язкість і напряга зсуву традиційних соусів при швидкості зсуву 69с⁻¹ становить для молочних 0.6 Па·с і 45 Па, білих – 0.5 Па·с і 40 Па, сливових – 0.4 Па·с і 25 Па, яблучних – 0.3 Па·с і 35 Па. Значення ефективної в'язкості і напруги зсуву дослідних модельних систем соусів наближені до контрольних зразків при концентрації композиційної суміші 15%.

Оскільки до складу КС входить лактат кальцію, для підтвердження реакційної здатності пектинових речовин з солями кальцію є молекулярно-масовий розподіл пектинових речовин розчину за різних значень рН. Встановлено (табл. 7), що у складі пектину переважають фракції з низькою молекулярною масою 20–70 кДа, що складають 63 % від зальної кількості пектинових речовин. Середньовагова молекулярна маса пектинових речовин складає 367 кДа. Встановлено, що присутність лактату кальцію при рН 7,1–7,5 не впливає на збільшення середньовагової молекулярної маси пектинів, що свідчить про відсутність комплексоутворення та низьку стабілізуючу здатність за цих умов. Видно, що середньовагова молекулярна маса незначно зменшується (з 367 кДа до 351 кДа), що обумовлено в основному зменшенням частки пектинів з молекулярною масою 2000 кДа (з 9,8 % до 6,8 %) та 1000 кДа (з 9,5 % до 8,9 %) з накопиченням пектинів з молекулярною масою 500 кДа (до 19,2 %) та 20 кДа (до 25,3 %). Встановлено, що не реакційний кальцій (за лужних значень рН) може бути розчинений зі зниженням рН, що приводить у присутності розчинних пектинів до утворення пектатів та стабілізації гетерогенної системи. При зміщенні рН середовища в кислоту сторону до значень 5,0–5,2 зафіксовано зростання середньовагової молекулярної маси (з 351 кДа до



522 кДа), що є результатом розчинення кальцію зі зниженням рН середовища. Видно, що зростає частка високомолекулярних фракцій пектинів з одночасним зменшенням частки низькомолекулярних фракцій з молекулярною масою 20–40 кДа. Так, збільшується вміст фракцій з молекулярною масою 2000 кДа (з 6,8 % до 13,2 %), 1000 кДа (з 8,9 % до 12,8 %), 110 кДа (з 7,7 % до 12,0 %). Збільшення середньомолекулярної маси є результатом комплексоутворення низькомолекулярних пектинів через кальцієві місточки з утворенням комплексів з певним ступенем полімеризації у вигляді пектатів кальцію, що є необхідною передумовою стабільності гетерогенних структур. Очевидно, що за певної концентрації пектинів у розчині такий перебіг реакції може призвести до хімічних змін з утворенням гелеподібної системи.

Таблиця 7

Молекулярно-масовий розподіл пектинових речовин за різних значень рН середовища

<i>Молекулярна маса маркерів, кДа</i>	<i>Вміст фракцій, % від загальної кількості</i>		
	<i>розчин пектину</i>	<i>розчин пектину з лактатом кальцію, рН = 7,1–7,5</i>	<i>розчин пектину з лактатом кальцію, рН = 5,0–5,1</i>
20	10,6	25,3	11,0
40	21,2	19,2	14,4
70	31,2	12,9	17,2
110	9,5	7,7	12
500	8,2	19,2	19,4
1000	9,5	8,9	12,8
2000	9,8	6,8	13,2
Всього	100,0	100,0	100,0
$\overline{M}_m$	367	351	522

З метою встановлення можливого комплексоутворення між гуміарабіком та кальцієм у розчині проведено гель-хроматографію гуміарабіку та гуміарабіку в присутності 2 % лактату кальцію. В результаті молекулярного розподілу гуміарабіку та системи «гуміарабік–лактат кальцію» виявлено вісім фракцій. Домінуючою є фракція з молекулярною масою 4,3 кДа (32 %), фракцій з молекулярними масами 1,9 кДа та 1 кДа виявлено у кількостях 6,7 % та 10,6 %, відповідно, високомолекулярна фракція, що виходить з вільним об'ємом, – більше 2000 кДа – складає 0,8 % від загальної кількості. Решта фракцій (49,9 %) віднесена нами до полісахаридів з молекулярною масою менше 1 кДа (рис. 27., крива 1).

Після додавання лактату кальцію спостерігається зменшення кількості фракцій до шести. Встановлено зменшення сумарної площі під піками.



Спостерігається зменшення фракції з молекулярною масою більше 2000 кДа у 2,7 разів, що складає 0,3 %, виявлено нові фракції з молекулярною масою 3,2 кДа (50,3 %) та 1 кДа (15,8 %) (рис. 27, крива 2), вміст фракції з молекулярною масою менше 1 кДа складає 33,6 %, що підтверджує осаджувальну дію іонів кальцію на високомолекулярні фракції гуміарабіку. Поява фракції з молекулярною масою 4,3 кДа, може бути пов'язана з комплексоутворенням низькомолекулярних фракцій з іонами кальцію. Таким чином, підтверджено, що осадження кальцію, яке досягається за рН 7,1–7,5, приводить до зростання розчинності полісахаридів та зменшення їх молекулярної маси.

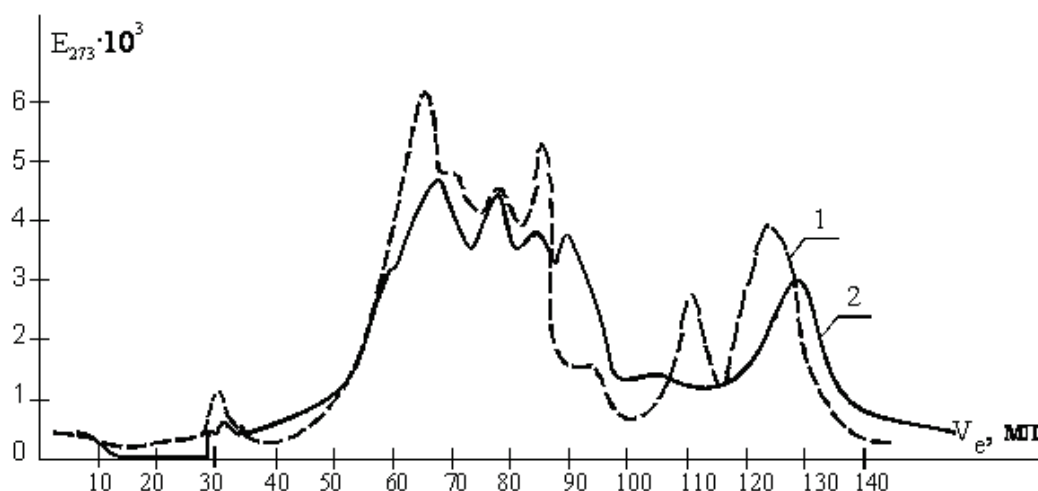


Рис. 27. Криві гель-хроматографії: 1 – гуміарабік; 2 – гуміарабік в присутності лактату кальцію.

Підтвердженням утворення комплексів гуміарабіку з низькоестерифікованим пектином є гель-хроматографія. Проведено дослідження молекулярно-масового розподілу гуміарабіку у присутності пектинів за рН 7,1–7,5. Під час розподілу полісахаридів гуміарабіку та пектину з використанням буферу ($\text{Na}_2\text{HPO}_4/\text{NaH}_2\text{PO}_4$), що забезпечують підтримання рН на рівні 7,4, отримано два піки з молекулярними масами 537 кДа та 10,5 кДа, середньовагова молекулярна маса становить 96 кДа (рис. 28, крива 1). Їх частки у загальному складі полісахаридів склали 16,3 % та 83,6 % відповідно. Наявність певної проміжної оптичної активності кривої елювання від осі абсцис у зоні високих молекулярних мас свідчать, що існують фракції з молекулярними масами близько 500 кДа, що важко відокремлюються. Порівнюючи дані розподілу фракцій гуміарабіку у присутності пектину з розподілом фракцій гуміарабіку (рис. 27, крива 1), видно, що введення пектину приводить до значного збільшення молекулярних мас фракцій, що реєструються, що може бути пов'язано з утворенням внутрішньомолекулярних комплексів між гуміарабіком та пектином. З метою визначення



реакційноздатності гуміарабіку та пектину по відношенню до іонів кальцію та можливого комплексоутворення в систему, що містить гуміарабік та пектин ввели 2 % лактату кальцію. За тих же параметрів елювання отримано сім піків: з молекулярними масами 2000 і більше кДа, 4,7 кДа, 2,4 кДа, 1,1 кДа та три фракції з молекулярними масами менше 1 кДа (крива 2). Їх частка в загальному складі склала 3,0 %, 32,3 %, 12,7 %, 12,5 % та 39,5 %, відповідно. Такий розподіл молекулярних мас близький до розподілу гуміарабіку, що свідчить про відсутність осаджуючої дії іонів кальцію на гуміарабік, що одночасно підтверджує збереження потенціалу пектинів до комплексоутворення.

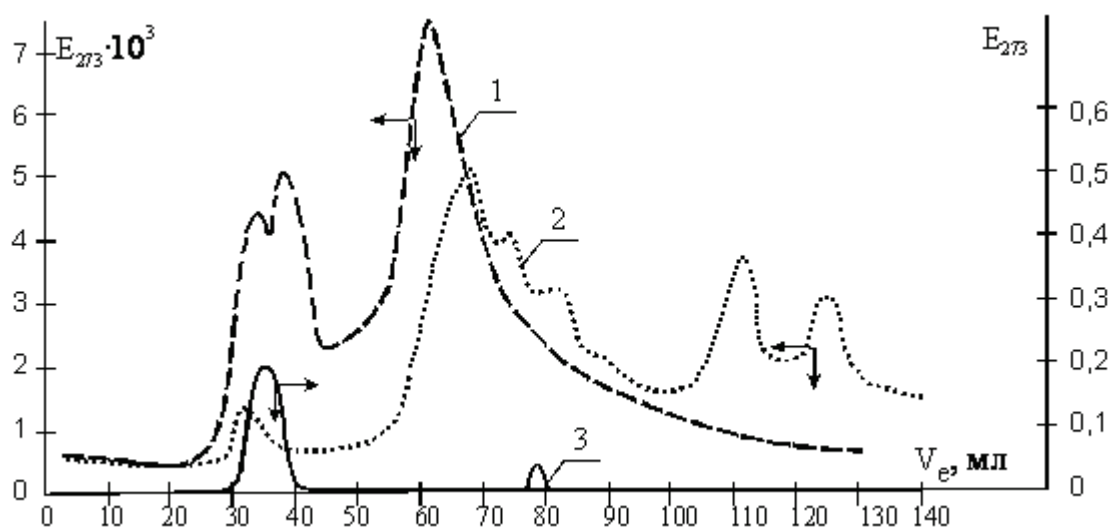


Рис. 28. Криві гель-хроматографії: 1 – розчин, що містить гуміарабік (6%) та пектин (2%) (рН = 7,1–7,5); 2 – розчин, що містить гуміарабік (6%), пектин (2%) та лактат кальцію (2 %) (рН = 7,1–7,5); 3 – розчин, що містить гуміарабік (6%) та пектин (2%) (рН = 5,0–5,2).

Таким чином, можна стверджувати, що йони кальцію у присутності гуміарабіку будуть реагувати з пектинами, утворюючи пектати кальцію, стабілізуючи таким чином колоїдну систему. З метою встановлення комплексоутворення між гуміарабіком, пектинами та лактатом кальцію за зниження величини рН, що є необхідною умовою розчинення кальцію, проведено дослідження молекулярно-масового розподілу гуміарабіку при зниженні рН до 5,0–5,2. В результаті розподілу отримано два піки з молекулярними масами 762 кДа (99 %) з високою оптичною активністю (рис. 28, крива 3) та з 1,1 кДа (1 %), що свідчить про утворення міжмолекулярних гумі-пектинових комплексів. Середньовагова молекулярна маса ($\bar{M}_m$) зростає з 89 кДа до 761 кДа, що є свідченням утворення комплексів (гуміарабік – пектин – лактат кальцію).

Проведено дослідження взаємодії гуміарабіку з лактатом кальцію у концентрації 1–3%. Аналізуючи ІЧ-спектри в області 3300 – 3380 см^{-1} ,



встановлено, що додавання лактату кальцію у зазначених кількостях не призводить до зменшення смуги поглинання –ОН груп, що могло бути лише за умови, коли гідроксильні групи могли б зв'язуватися динамічними зв'язками з йонами кальцію. Це є опосередкованим свідченням, що за цих концентрацій лактат кальцію не є дегідратуючим агентом по відношенню до гуміарабіка та суттєво не впливає на конформацію молекул у розчиннику.

ІЧ-спектроскопія гуміарабіку, що досліджувався, свідчить що в складі є домішки азотовмісних речовин, про що свідчить широка виражена полоса за рахунок валентних коливань –NH в –NH₂ (3500–3300 см⁻¹) (рис. 29, 30) та одночасних деформаційних коливань –NH в 1650–1590 см⁻¹.

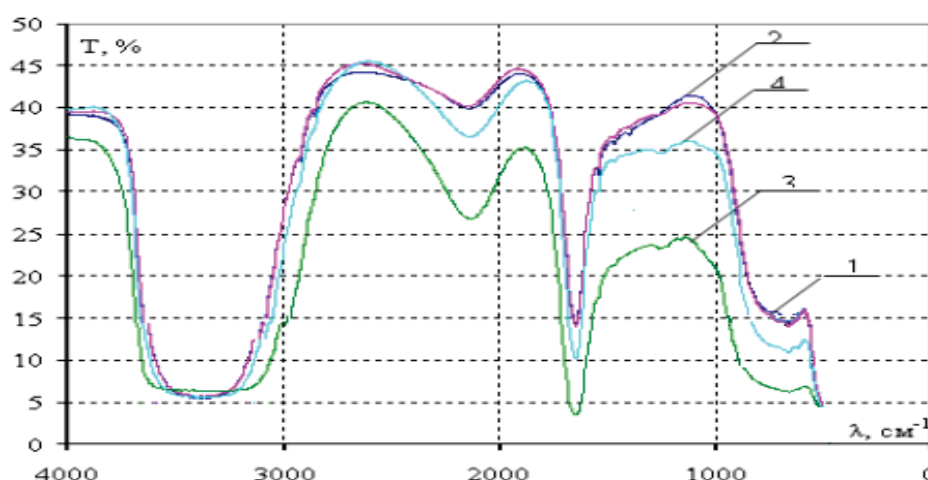


Рис. 29. Інфрачервоні спектри розчину гуміарабіку (6%) з різною концентрацією лактату кальцію: 1, 2, 3, 4 – 0; 1; 2; 3% відповідно.

Одночасна присутність цих полос поглинання є підтвердженням наявності домішок азотутримуючих речовин. За цих передумов при додаванні лактату кальцію можливе виникнення зв'язків “кисень-метал”, що суттєво може впливати на структуроутворення. Одночасно можливе заміщення двовалентних металів на одновалентні метали, результатом чого є міжланцюгова деполімеризація і, як наслідок, підвищення рухливості моноланцюгів полісахариду, що може бути причиною більшого ущільнення структури комплексів.

За вивченням системи «гуміарабік–лактат кальцію» нами відмічено зміни коливань спектроскопії в області 1300–1529 см⁻¹ і зроблено припущення, що вони обумовлені конформаційними змінами полімерного ланцюга макромолекули гуміарабіка. Градієнт зміни структури гуміарабіку включає в себе не тільки конформаційні зміни, але й обумовлені ними перерозподіл фізичних зв'язків та координаційних взаємодій. Послідовне співставлення ІЧ-спектрів «гуміарабік – лактат кальцію» з ІЧ-спектрам гуміарабіку свідчить, що конформаційні зміни пов'язані з концентрацією лактату кальцію. З'ясовано, що



додавання лактату кальція призводить до зсуву в бік довгохвильових чисел (1529 см^{-1} для гуміарабіку, 1548 см^{-1} – для гуміарабіку при концентрації лактату кальцію 1%), що є підтвердженням певного роду просторових, тобто конформаційних змін гуміарабіку. Це дає можливість стверджувати про виражену чутливість гуміарабіку до іонної сили взагалі, а також, вірогідно, до полі- електролітного складу. Поступове збільшення концентрації лактату кальцію призводить до більше виражених конформаційних змін. Можна передбачити, що варіювання як концентрації лактата кальцію так і порядок введення в розчин може суттєво змінювати конформацію макромолекули гуміарабіку та його функціональні властивості.

Перерозподіл інтенсивності стану зі збільшенням концентрації лактату кальція і зміщення в бік високих частот полос свідчить про перерозподіл (ослаблення) водневих зв'язків. Додавання йонів кальцію у системи «гуміарабік–пектин» більш інтенсивно впливає на конформаційні зміни і не залежить від концентрації в інтервалі 1–3%. Вже за концентрації 1% лактату кальцію зникають конформаційно чутливі зони, зафіксовані при 1529 см^{-1} та 1465 см^{-1} (рис. 30).

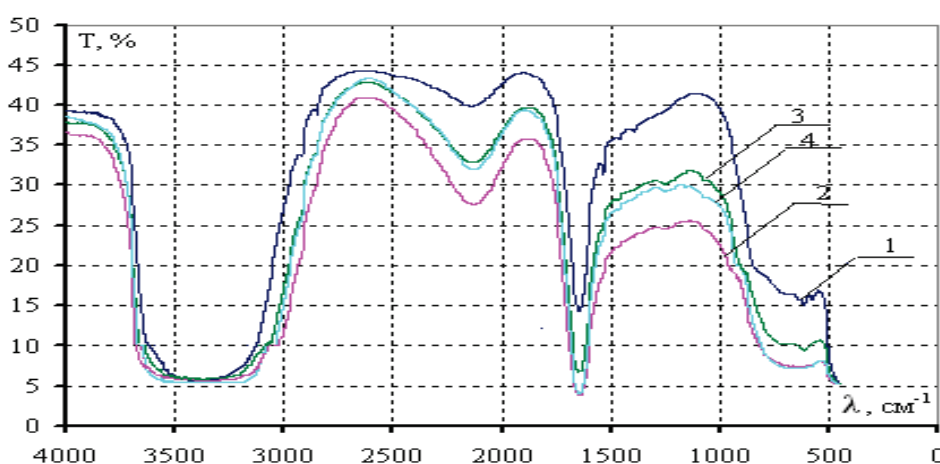


Рис. 30. Інфрачервоні спектри системи «гуміарабік–пектин» за концентрації лактату кальцію: 1, 2, 3, 4 – 0; 1; 2; 3% відповідно

Інформаційно важливим є відсутність зміщення інтенсивності поглинання за інших хвильових чисел в бік більш високих частот полос, яка підтверджує, що виникнення нового конформаційного стану не пов'язано з порушенням будови гуміарабіку і не викликає перерозподіл водневих зв'язків. Видно, що в спектрі системи «гуміарабік–пектин» чітко проявлені дві роздільні неінтенсивні полоси 1335 см^{-1} , 1360 см^{-1} (рис. 30), а також чітка полоса 1425 см^{-1} . Експериментально підтверджено, що при додаванні лактату кальцію інтенсивність цих полос зменшується за одночасно інтенсивно наростаючих полос 1055 , 1139 , 1235 см^{-1} . Особливо це виражено при додаванні білково-жирової добавки (рис. 31).



Можна стверджувати, що поглинання 1159, 1118, 1075, 1041 та можливо 994 см^{-1} є конформаційно чутливими, а для систем «гуміарабік–пектин» смуги 1360 та 1425, 1540 см^{-1} свідчать про можливий перехід транс-конформацій в інші конформаційні структури.

Визначено для систем «гуміарабік–пектин» характерну наявність конформаційно-чутливих зон, інтерпретація яких ускладнює трактовку взаємодій речовин, які потенційно можуть впливати на систему «гуміарабік–пектин».

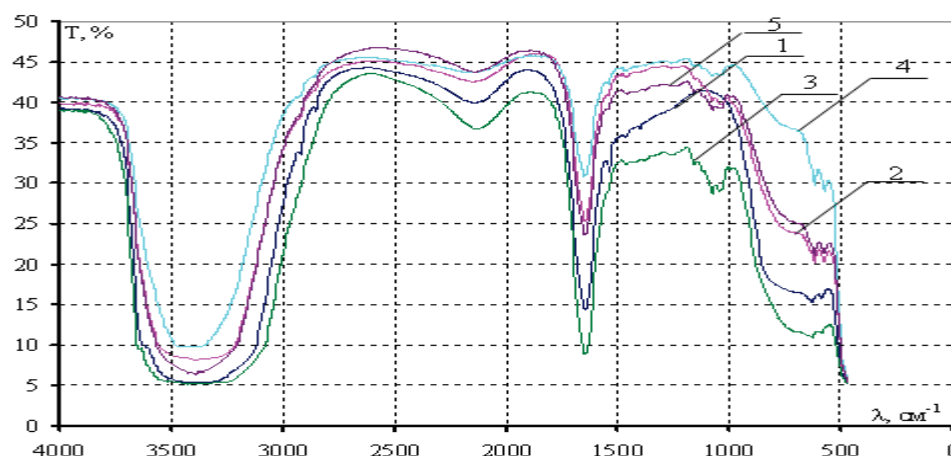


Рис. 31. Інфрачервоні спектри системи «гуміарабік–пектин» (1), та систем «гуміарабік–пектин» з розчином білково-жирової добавки за концентрації: 2, 3, 4, 5 – 1; 3; 5; 7% відповідно

Спектри систем «гуміарабік–пектин» також одночасно містять аніонні групи, які мають інтенсивне поглинання в областях 1050, 1130, 1200 см^{-1} . Як свідчить аналіз кривих з додаванням білково-жирової добавки (рис. 32) інтенсивність спектрів основного максимуму (1130 см^{-1}) в спектрах систем «гуміарабік–пектин» незміщені, що свідчить про відсутність хімічної взаємодії аніонних груп. Таким чином можна стверджувати, що комплексоутворення в системі «гуміарабік–пектин» відбувається за участю іонів кальцію з карбоксильними групами систем «гуміарабік–пектин».

Додавання солей лактату кальцію суттєво змінює інтенсивність в областях 1335–1360 см^{-1} , 1440–1465 см^{-1} та 1130 см^{-1} , які слід віднести до наявності в структурі гуміарабіку хімічних груп смуги C-N. Слід підкреслити, що за додавання лактату кальцію відбувається зменшення інтенсивності полоси C-N. В той же час додавання лактату кальцію в малих концентраціях призводить до значної зміни в поглинанні конформаційно чутливих зон. Така зміна можлива з передбаченням того, що можливі залишки азотовмісних речовин у складі гуміарабіку, які можуть утворювати додаткові взаємодії за рахунок іонних зв'язків.

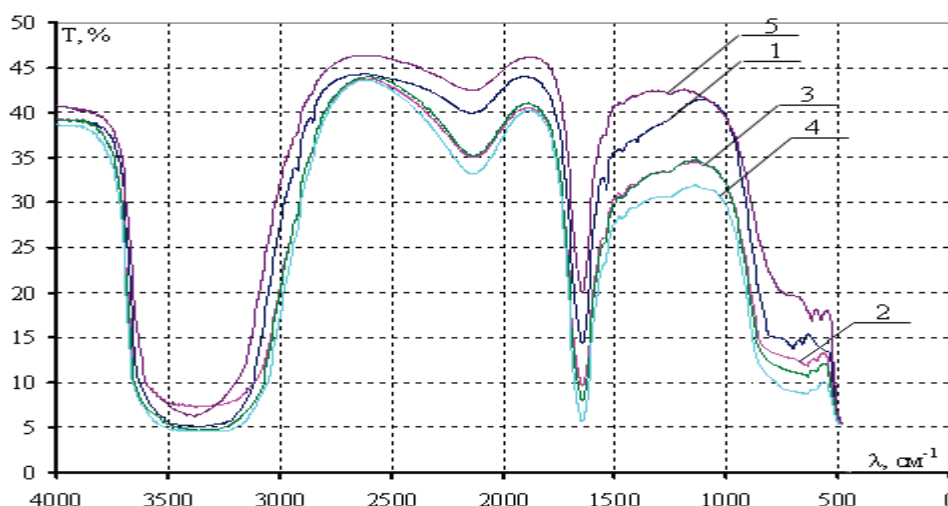


Рис. 32. Інфрачервоні спектри розчину гуміарабіку (1) та 5% розчину білково-жирової добавки за концентрації: 2, 3, 4, 5 – 0; 2; 4; 6% відповідно

Це призводить до зниження інтенсивності поглинання на ІЧ-спектрах в області 1130 см^{-1} . Для випадку з білково-жировою добавкою де йонний склад солей зовсім інший, цей ефект також спостерігається, але з іншою інтенсивністю поглинання на ІЧ-спектрах.

Область 1600 см^{-1} не зникає при додаванні всіх досліджуваних речовин, а також конформаційно чутливі зони 1425 , 1465 см^{-1} та 1540 см^{-1} , які показують, що конформаційні зміни та перерозподіл водневих зв'язків супроводжується виникненням нових зв'язків груп —CO—NH— з іонами кальцію з утворенням нещільних структур за участю води у формі структуруючого елементу.

Приведені результати ІЧ-спектроскопічних досліджень показують зменшення інтенсивності полос 1425 , 1465 , 1540 см^{-1} , що свідчить про виражені транс-конформаційні зміни у присутності солей та носіїв іонів. Вірогідно, виходячи з хімічної структури гуміарабіку та пектину, додавання солей кальцію пригнічує протилежні відносно них заряди на ланцюгах гідроколоїдів, зсуваючи структуру та упорядковуючи за новою закономірністю, тобто сприяє гелеутворенню системи. В той же час зниження інтенсивності полос —CO—NH— є непрямым свідченням про можливе виникнення ковалентних міждланцюгових зв'язань за структурою хелатних комплексів, які підсилюють міцність гелеподібних систем.

В результаті аналізу спектрів систем «гуміарабік–пектин–лактат кальцію» також виявлено валентні коливання —NH— в —NH_2 ($3500\text{--}3300\text{ см}^{-1}$) (рис. 33) та одночасно деформаційні коливання —NH— в $1650\text{--}1590\text{ см}^{-1}$, що свідчить про наявність азотовмісних домішок. В результаті додавання бульйону, спостерігається зменшення інтенсивності поглинання за довжин хвиль 1450 см^{-1} та $1240\text{--}1260\text{ см}^{-1}$ та поява полос поглинання за довжин хвиль 1140 см^{-1} та 1045 см^{-1} . Це свідчить про транс-конформаційні зміни, так як не спостерігається зсуву полос поглинання до області більших довжин хвиль це дає підставу



вважати, що в системі «гуміарабік–пектин–лактат кальція–бульйон» не утворюються ковалентні зв'язки.

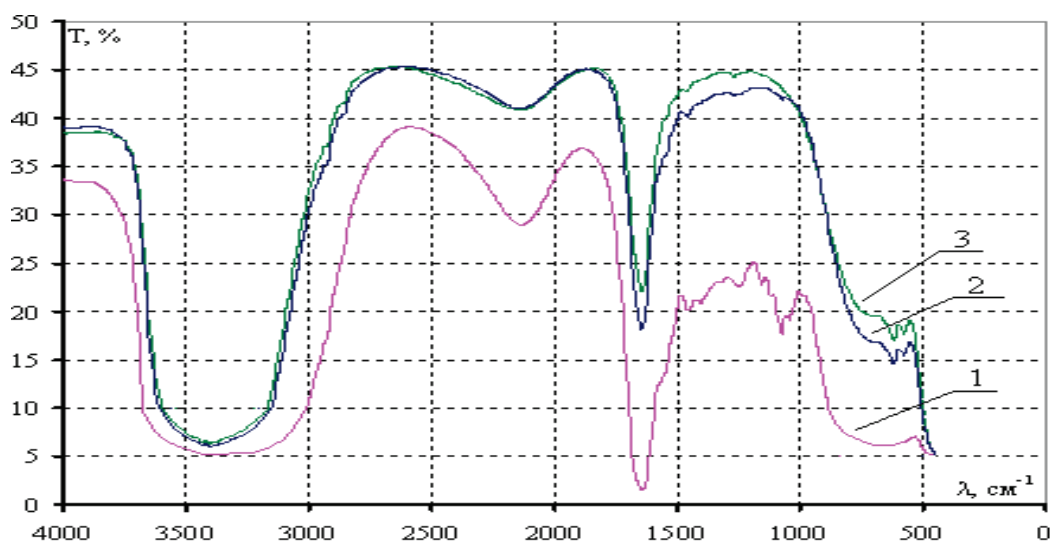


Рис. 33. Інфрачервоні спектри розчинів систем «гуміарабік–пектин–лактат кальцію»: 1 – розчин системи «гуміарабік–пектин»; 2 – розчин системи «гуміарабік–пектин–лактат кальція» та бульйону; 3 – розчин системи «гуміарабік–пектин–лактат кальція» та молока

Значні зміни спостерігаються за додавання молока. Так, видно розширення зони $3200\text{--}3400\text{ см}^{-1}$ до $3100\text{--}3600\text{ см}^{-1}$, розширення зони з одночасним збільшенням інтенсивності поглинання за 1600 см^{-1} та конформаційно чутливої зони $1440, 1395, 1100, 1035\text{ см}^{-1}$ показують, що відбувається перерозподіл водневих зв'язків, який супроводжується виникненням нових зв'язків груп – CO-NH- з йонами кальцію з утворенням щільних структур за участю води. Зміщення полос поглинання характерних для аніонних груп $1050, 1130\text{ см}^{-1}$, та 1200 см^{-1} в область більших хвильових чисел $1070, 1136, 1235\text{ см}^{-1}$ відповідно, підтверджує факт хімічної взаємодії через йони кальцію з карбоксильними групами гуміарабіку та пектину з утворенням комплексів «гуміарабік – кальцій – пектин».

Таким чином, на основі отриманих даних інфрачервоних спектрів можна стверджувати, що величина йонної сили та йонний склад розчинів впливає на конформаційний стан гуміарабіку та пектину, що визначає процеси гелеутворення. Встановлено виражену здатність до комплексоутворення систем «гуміарабік–пектин» у присутності йонів кальцію.

1.2. Наукове обґрунтування і розроблення соусів з біологічно активними компонентами

Наукове обґрунтування використання композиційної суміші у технології виробництва соусів

Технологічний процес приготування соусів супроводжується фізико-



хімічними та механічними процесами, які впливають на їх реологічні характеристики. Фізико-хімічні показники соусів залежать від сировини, внесених добавок та параметрів технологічного процесу. Реологічні властивості характеризуються ефективною в'язкістю, тиксотропністю, агрегативною і кінетичною стійкістю.

При розробленні технології використання дієтичних добавок у виробництві соусної продукції вивчено закономірності змін якісних показників контрольних та дослідних зразків залежно від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок. Традиційні рецептурні компоненти – пшеничне борошно, крохмаль, які виконують роль загусника і структуроутворювача у рецептурах соусів, замінені на розроблену композиційну суміш.

Для визначення меж раціональної кількості композиційної суміші дієтичних добавок у модельних харчових системах на основі молока, бульйону, сливового пюре та яблучного соку визначали залежності седиментаційної стійкості та органолептичної оцінки від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок (рис. 34–37).

Функція, що враховує залежність седиментаційної стійкості модельної системи на основі молока від концентрації композиційної суміші, досягає максимальних значень в інтервалі 10–15 % і становить 91–93 %. Проте значення органолептичної оцінки саме в цьому інтервалі становлять відповідно 8,8–9,0 балів (рис. 34).

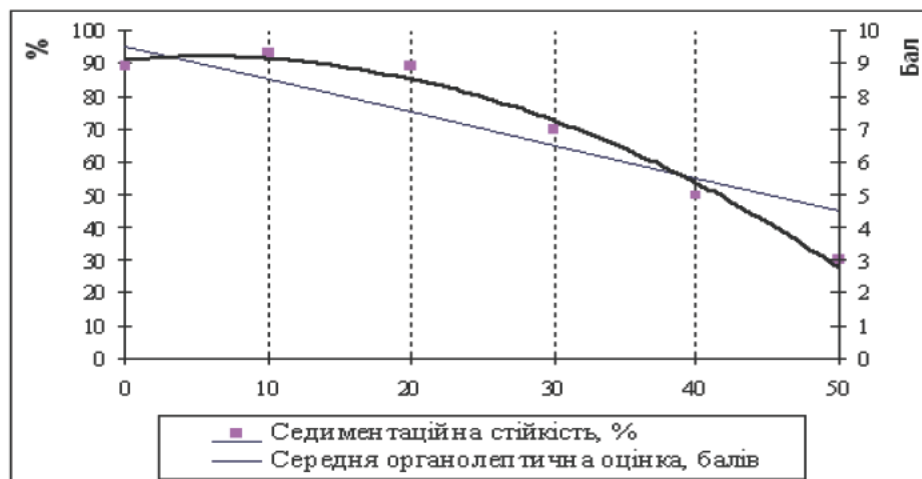


Рис. 34. Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи «молоко – КС» від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок

Аналогічний характер мають відповідні функції для харчових систем «бульйон – композиційна суміш», «сливове пюре – композиційна суміш», «яблучний сік – композиційна суміш». Показник седиментаційної стійкості досягає максимальних значень (80–91%) при значеннях органолептичної оцінки 8.0–9.0 бала, за концентрацій композиційної суміші 10-15% (рис. 34-37).

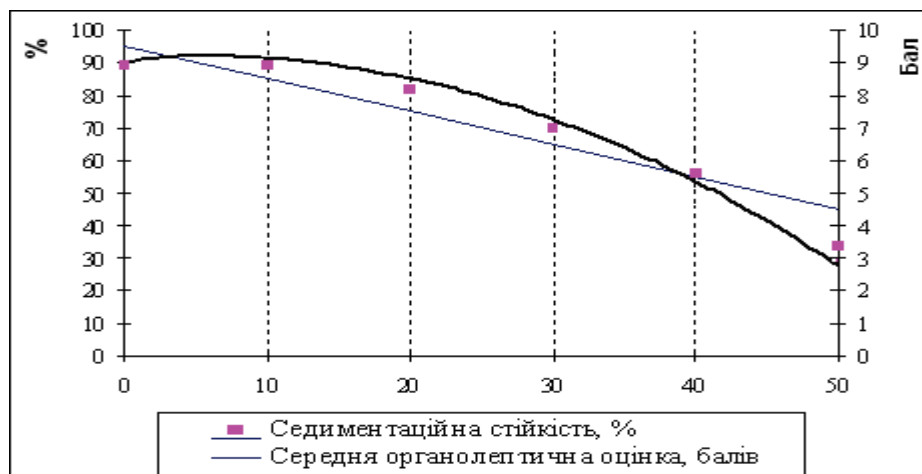


Рис. 35. Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи «бульйон – КС» від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок

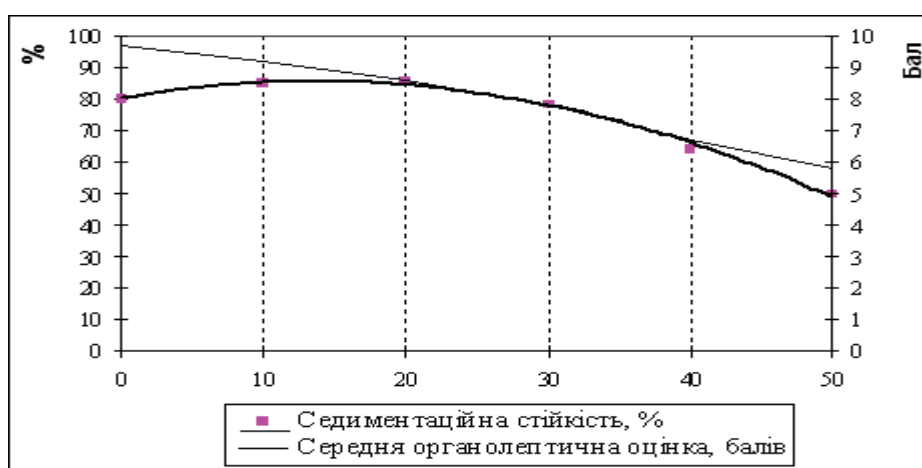


Рис. 36. Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи «сливове пюре – КС» від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок

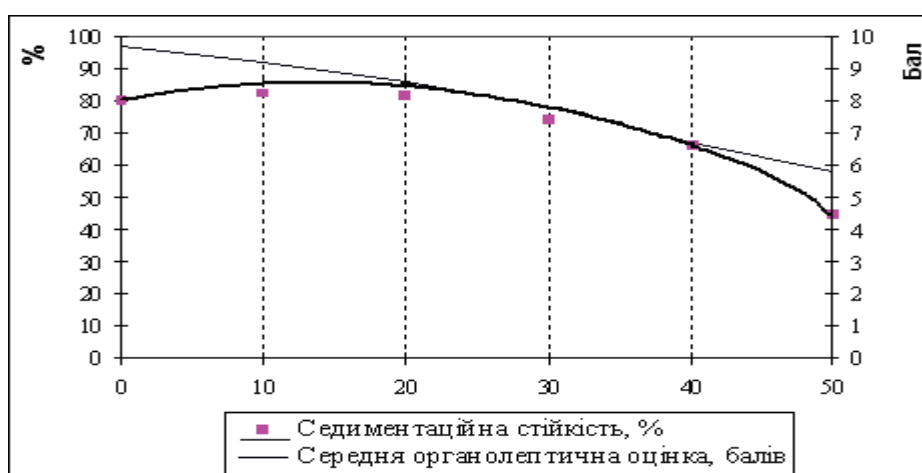


Рис. 37. Седиментаційна стійкість та органолептична оцінка харчової системи «яблучний сік – КС» від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок



Седиментаційна стійкість модельних харчових систем за концентрації композиційної суміші дієтичних добавок 10–15% становить в інтервалі значень 80–93 %, а органолептична оцінка вар'юється в інтервалі значень 8.0–9.0 балів.

Визначення раціональної концентрації композиційної суміші дієтичних добавок у модельних соусах визначено на основі комплексної оцінки якості. Розрахунок комплексного показника якості (КПЯ) модельних харчових систем проведено за визначеними показниками органолептичної оцінки, тиксотропності, седиментаційної стійкості, мінерального складу (вміст фосфору, кальцію, магнію), вмісту харчових волокон. За розрахунками, дослідні зразки мають вищий КПЯ порівняно з контролем, значення якого прийнято за 100 од.: для модельних харчових систем на молочній основі знаходиться в інтервалі 113.3–162.4 од., на основі бульйону – 112.9–171.4 од., на основі сливового пюре – 110.4–164.2 од., на основі яблучного соку – 113.5–171.6 од.

Шляхом математичної обробки експериментальних даних визначено рівняння регресії, які описують однофакторний простір залежності КПЯ від концентрації композиційної суміші дієтичних добавок у модельних системах (рис. 38–41).

За допомогою математичного пакету обробки даних MathCAD отримано рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі молока від концентрації композиційної суміші:

$$Y_{(x)} = -0,184x^2 + 5,808x + 96,28 \quad (1)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму даної функції:

$$Y_{(x)} = -2 \cdot 0,184x + 5,808; \quad (2)$$

$$-2 \cdot 0,184x + 5,808 = 0;$$

$$Y_{(x)} = 15,7$$

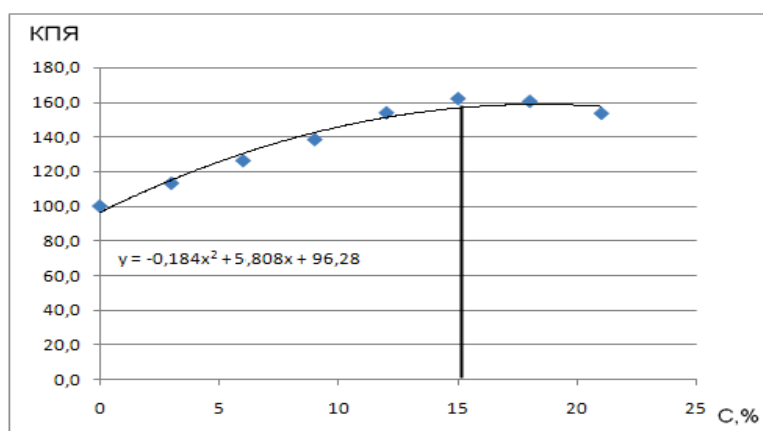


Рис. 38. Комплексний показник якості модельних систем на основі молока з різними концентраціями композиційної суміші



Визначено рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі бульйону від концентрації композиційної суміші:

$$Y_{(x)} = -0,169x^2 + 5,088x + 95,63 \quad (3)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y_{(x)} = -2 \cdot 0,169x + 5,088; \quad (4)$$

$$-2 \cdot 0,169x + 5,088 = 0;$$

$$Y_{(x) (max)} = 15,05$$

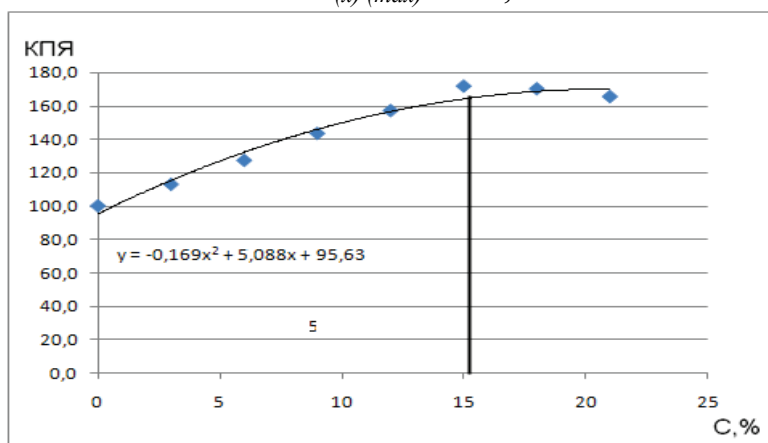


Рис. 39. Комплексний показник якості модельних систем на основі бульйону з різними концентраціями композиційної суміші

Визначено рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі сливового пюре від концентрації композиційної суміші:

$$Y_{(x)} = -0,193x^2 + 5,915x + 95,03. \quad (5)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y_{(x)} = -2 \cdot 0,193x + 5,915; \quad (6)$$

$$-2 \cdot 0,193x + 5,915 = 0;$$

$$Y_{(x) (max)} = 15,3$$

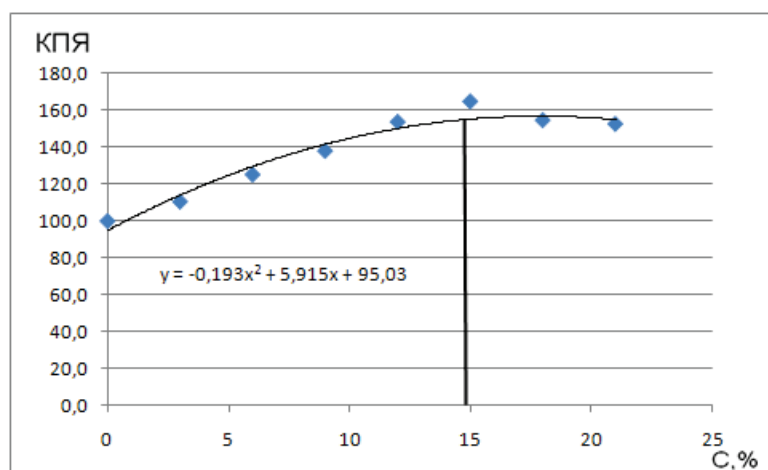


Рис. 40. Комплексний показник якості модельних систем на основі сливового пюре з різними концентраціями композиційної суміші



Визначено рівняння регресії, що описує однофакторний простір досліджуваної залежності комплексного показника якості модельних систем на основі яблучного соку від концентрації композиційної суміші:

$$Y_{(x)} = -0,190x^2 + 5,857x + 95,97. \quad (7)$$

Звідси знаходимо точку екстремуму цієї функції:

$$Y_{(x)} = -2 \cdot 0,190x + 5,857; \quad (8)$$

$$-2 \cdot 0,190x + 5,857 = 0;$$

$$Y_{(x) (max)} = 15,57.$$

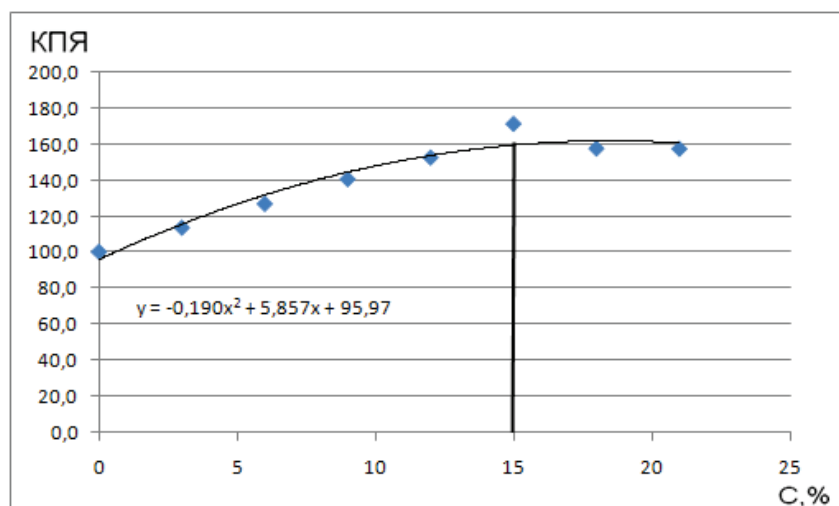


Рис. 41. Комплексний показник якості модельних систем на основі яблучного соку з різними концентраціями композиційної суміші

З підвищенням концентрації композиційної суміші КПЯ зростає і набуває максимального значення при концентраціях 15.7, 15.0, 15.3, 15.5 % для модельних харчових систем на основі молока, бульйону, сливового пюре та яблучного соку.

Для підтвердження раціональних концентрацій композиційної суміші у модельних системах соусів за реологічними показниками досліджено ефективну в'язкість традиційних соусів при швидкості зсуву 69с^{-1} , яка становить для молочних – 0.6 Па·с, білих – 0.5 Па·с, сливових – 0.4 Па·с, яблучних – 0.3 Па·с. Серед розроблених модельних систем соусів показники ефективної в'язкості наближені до контрольних зразків при концентрації композиційної суміші 14–16% (рис. 42).

Отже, за раціональну концентрацію композиційної суміші у модельних харчових системах соусів визначено 15 %, за якої вони мають органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні властивості, наближені до традиційних соусів.

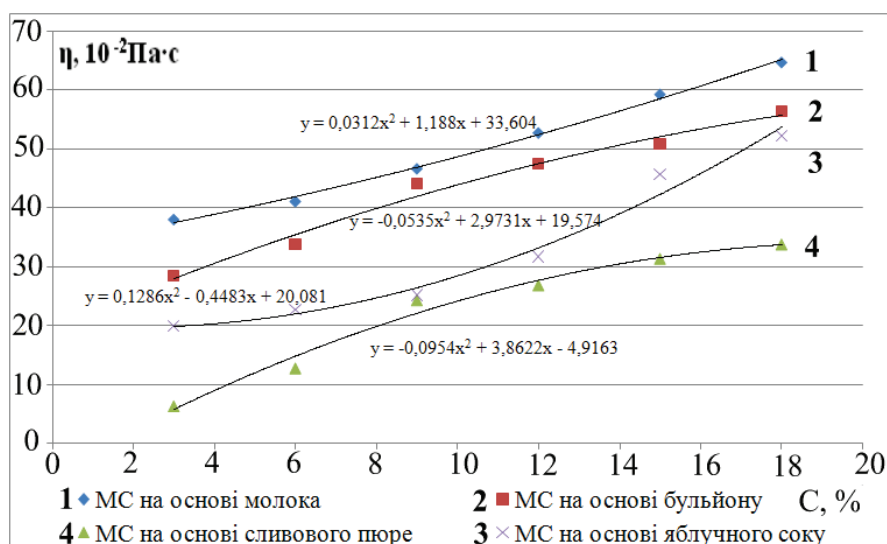


Рис. 42. Ефективна в'язкість модельних систем соусів при різних концентраціях композиційної суміші при швидкості зсуву 69с^{-1}

Розроблення технології соусів з біологічно активними компонентами

На основі проведених досліджень визначено раціональну концентрацію композиційної суміші дієтичних добавок (КСДД) та співвідношення інших рецептурних компонентів у соусах. Після відпрацювання технології розроблено рецептури молочного соусу «Сонячний» та білого «Баланс» (табл. 8, 9), технологічні схеми їх виробництва (рис 43).

Таблиця 8

Рецептура соусу молочного «Сонячний»

Назва сировини	Брутто, г	Нетто, г
Молоко	500	500
Масло вершкове	35	35
Цукор	7	7
Вода питна	90	90
Цукор	7	7
Композиційна суміш дієтичних добавок	150	150
Гарбуз	150	110
Селера	100	80
Морква	217	160
Вихід соусу	—	1000

Технологія соусу «Сонячний» складається з наступних етапів (рис. 43):

I етап. Гідратація композиційної суміші.

Гаряче молоко або суміш молока і води поступово вливають у композиційну суміш. Масу доводять до кипіння, весь час ретельно перемішуючи для запобігання утворення грудочок, і проварюють протягом



4-5 хв.

II етап. Технологія приготування пюре.

Попередньо підготовлені гарбуз, моркву, коріння селери відварюють до готовності, подрібнюють і перетирають до отримання пюреподібної маси.

III етап. З'єднання рецептурних компонентів.

Заварену композиційну суміш з'єднують з овочевим пюре у співвідношенні 2:1 і перемішують до утворення однорідної маси та проварюють протягом 2-3 хв.

Таблиця 9

Рецептура соусу білого «Баланс»

<i>Назва сировини</i>	<i>Брутто, г</i>	<i>Нетто, г</i>
Вода або бульйон або овочевий відвар	1000	1000
Масло вершкове	50	50
Цибуля ріпчаста	36	30
Петрушка (корінь) або селера (корінь)	27 29	20 20
Композиційна суміш дієтичних добавок	150	150
Лимона кислота	1	1
Вершкове масло	50	50
Вихід соусу	-	1000

Технологічний процес виробництва соусу «Баланс» здійснюється у наступній послідовності: у композиційну суміш поступово вливають четверту частину гарячого бульйону або овочевого відвару з цибулі ріпчастої, коріння петрушки або селери та додають вершкове масло. Ретельно перемішують. Потім поступово вливають решту рідини і проварюють протягом $4.2 \cdot 10^2$ – $6.0 \cdot 10^2$ с. Наприкінці варіння додають сіль, перець чорний горошком, лавровий лист. Соус проціджують, перетирають розварені овочі, і доводять до кипіння. Готовий соус використовують для приготування похідних соусів. Якщо соус використовується самостійно, то його заправляють лимонною кислотою і вершковим маслом.

Розроблено технологію солодких фруктових соусів «Горець», «Веселка» (рис. 44) та їх рецептури (табл. 10, 11).

Технологічний процес виробництва соусу «Горець» здійснюється у наступній послідовності: свіжі сливи розрізають навпіл і відварюють, додаючи воду, поки сливи не розваряться. Потім видаляють шкірку і кісточку, після чого масу перетирають до пюреподібної консистенції і проварюють протягом 30 хв.



на слабкому вогні.

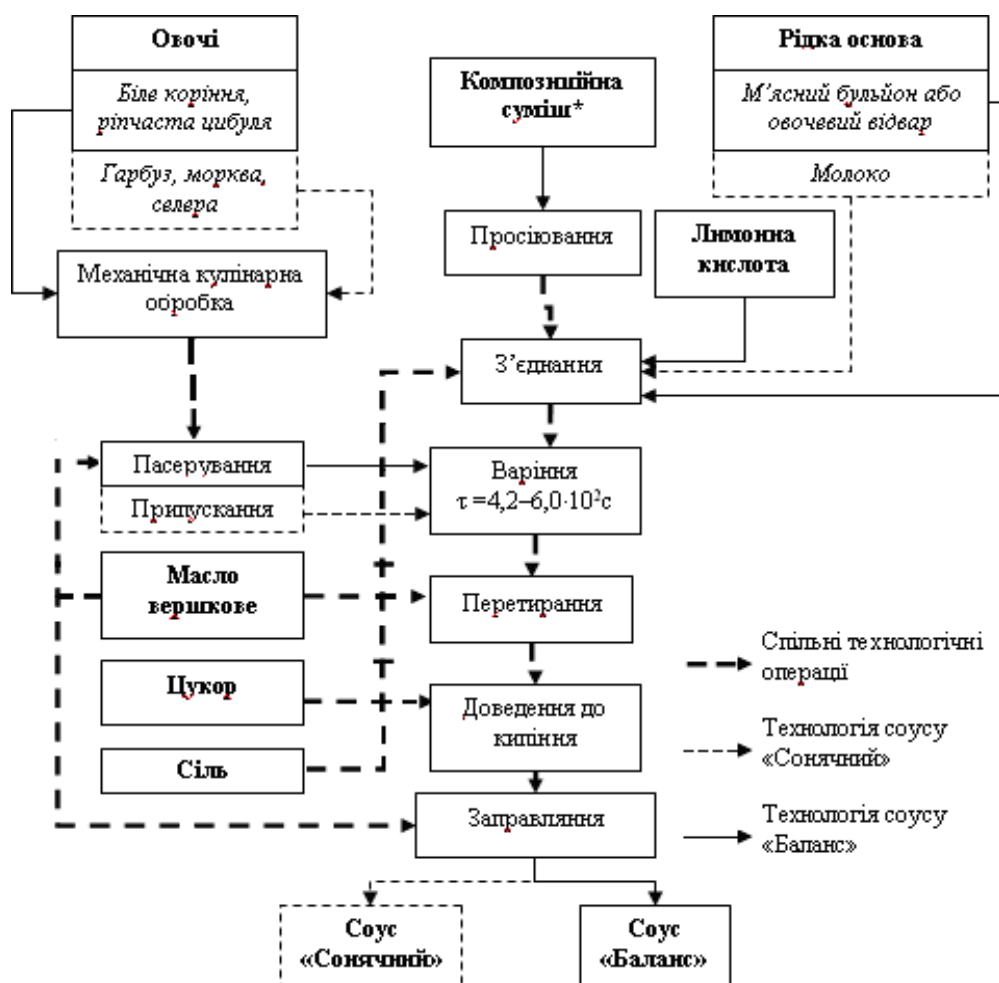


Рис. 43. Технологічна схема виробництва соусів «Сонячний» і «Баланс» з використанням композиційної суміші дістичних добавок

Таблиця 10

Рецептура соусу “Горець”

Назва сировини	Брутто, г	Нетто, г
Сливи свіжі	1100	1000
або сливове пюре	850	850
Часник	23	20
Кріп (сушений)	5	5
Коріандр	15	15
Перець червоний мелений	4	4
М'ята (сушена)	5	5
Композиційна суміш дістичних добавок	150	150
Вихід соусу	-	1000



В технології свіжі сливи можна замінити на сливове пюре. Подрібнений часник, кріп, коріандр, м'яту, перець, сіль і композиційну суміш додають в протерту масу і прогрівають, помішуючи, протягом $4.2 \cdot 10^2 - 6.0 \cdot 10^2$ с. Соус проціджують і подають.

Таблиця 11

Рецептура соусу «Веселка»

Назва сировини	Брутто, г	Нетто, г
Яблука свіжі або пюре з яблук	1000 850	850 850
Цукор	60	60
Кориця (мелена)	1	1
Кислота лимонна	1	1
Композиційна суміш дієтичних добавок	150	150
Вихід соусу	-	1000

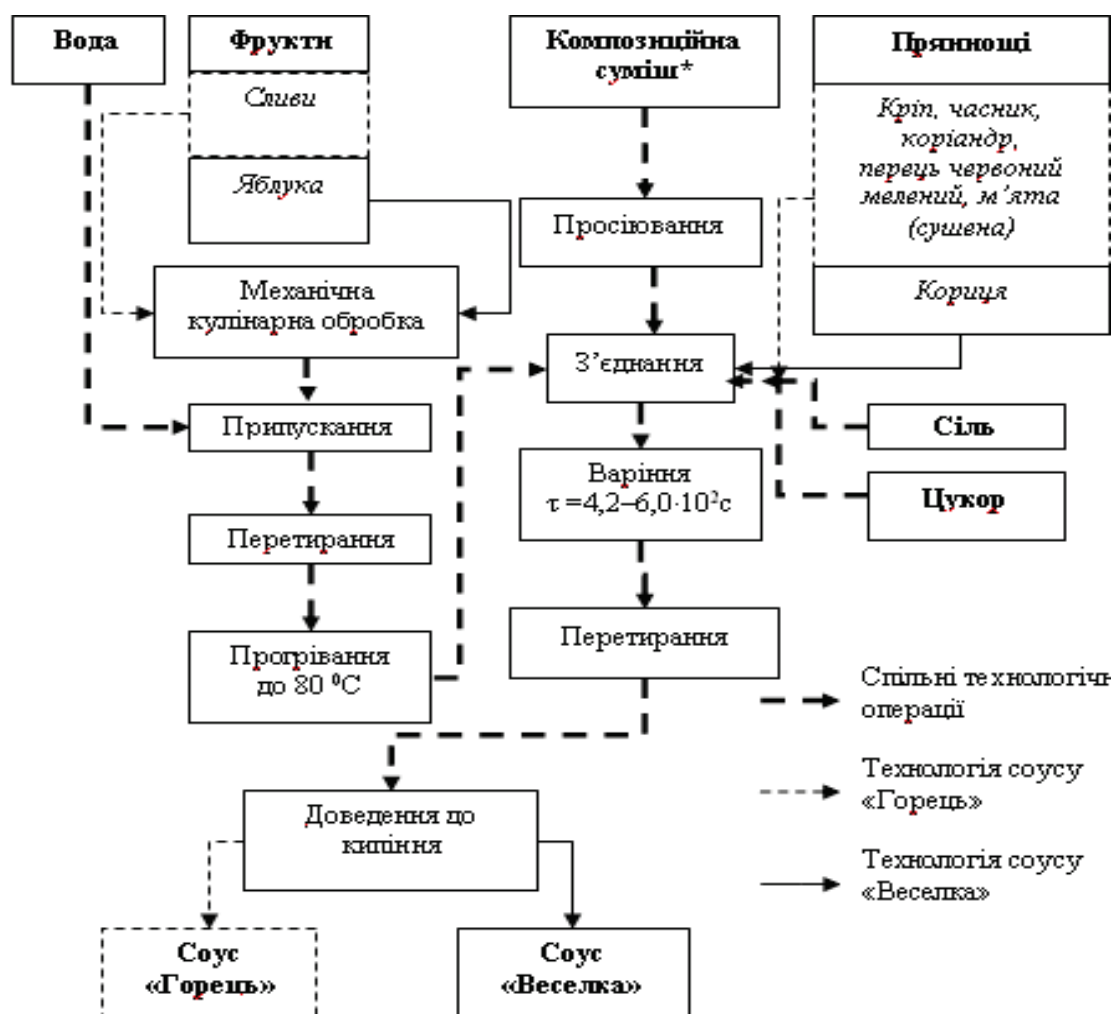


Рис. 44. Технологічна схема виробництва соусів «Горець» і «Веселка» з використанням композиційної суміші дієтичних добавок



Технологія виробництва соусу «Веселка» складається з наступних операцій: очищені, нарізані на шматочки яблука зі шкіркою заливають гарячою водою і припускають протягом 6–8 хв. в закритому посуді до готовності. Потім перетирають до пюреподібної консистенції. Можна використовувати в технології яблучне пюре. Додають цукор, кислоту лимонну та композиційну суміш на основі БЖД “Супер” ЕСО, гуміарабіку “Fibregum”, пектину “GRINDSTED YF 738”, лактату кальцію Е327. Додають цукор, корицю і доводять до кипіння. Проціджують і подають.

Використання композиційної суміші дієтичних добавок у технологіях виробництва молочних, білих, фруктових та солодких соусів дозволяє розширити асортимент соусної продукції функціонального призначення підвищеної харчової цінності.

Органолептичні та фізико-хімічні показники

Для проведення органолептичної оцінки соусної продукції розроблено методику оцінювання за 10-бальною шкалою (дод. Б). Досліджено органолептичні властивості соусів з використанням композиційної суміші дієтичних добавок, порівняно з традиційними соусами (табл. 12).

Таблиця 12

Органолептична оцінка соусів

<i>Зразки соусів</i>	<i>Зовнішній вигляд</i>	<i>Смак</i>	<i>Запах</i>	<i>Консистенція</i>	<i>Колір</i>	<i>Середня оцінка, бали</i>
«Молочний» (контроль)	8,7±0,11	8,9±0,14	8,8±0,18	8,8±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
«Сонячний» (дослід)	7,7*±0,12	8,6±0,12	8,8±0,15	8,9±0,21	8,6±0,21	8,5±0,18
«Білий основний» (контроль)	8,7±0,12	8,9±0,14	8,8±0,18	8,7±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
«Баланс» (дослід)	7,9*±0,13	8,6±0,12	8,8±0,15	8,8*±0,21	8,6±0,21	8,6±0,18
«Ткемалі» (контроль)	8,7±0,11	8,9±0,14	8,8±0,18	8,7±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
«Горець» (дослід)	7,7*±0,14	8,6±0,12	8,8±0,15	8,7±0,21	8,6±0,21	8,5±0,18
«Яблучний» (контроль)	8,8±0,12	8,8±0,14	8,8±0,18	8,7±0,19	8,6±0,17	8,8±0,15
«Веселка» (дослід)	7,7*±0,17	8,7±0,12	8,8±0,15	8,9±0,21	8,6±0,21	8,6±0,18

* Різниця з контролем достовірна ($P \leq 0.05$).

На основі узагальнення експертних оцінок встановлено, що органолептичні показники розроблених соусів знаходяться на рівні контролю. Як контрольні, так і дослідні зразки характеризувалися ароматним запахом та вираженим кольором, властивими для основної сировини. Експерти розробленим соусам дали дещо нижчу оцінку за зовнішнім виглядом порівняно



з контролем (на 0,8–1,0 бала). Проте соуси характеризувалися достатньо високими органолептичними показниками. На основі узагальнення результатів дегустацій встановлено, що середня органолептична оцінка розроблених соусів нижча за контроль на 0,15–0,30 бала. За десятибальною шкалою якості контрольних та дослідних зразків можна характеризувати високою органолептичною оцінкою.

Важливою характеристикою якості соусної продукції з використанням композиційної суміші є фізико-хімічні показники (табл. 13) (рис. 5.1–5.4).

Таблиця 13

Фізико-хімічні характеристики соусної продукції

Показники	Контроль	Дослід	Відхилення, %
Соус	«Молочний»	«Сонячний»	
Вміст сухих речовин, %	14,2±0,53	16,6±0,62	16,90
Кислотність, pH	7,1±0,36	7,0±0,35	-1,41
Вільна волога, %	16,3±0,75	13,6±0,62	-16,56
Зв'язана волога, %	83,7±1,62	86,4±1,42	3,23
Ефективна в'язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па·с	0,6±0,03	0,59±0,03	1,5
Соус	«Білий»	«Баланс»	
Вміст сухих речовин, %	15,6±0,51	18,1±0,47	16,03
Кислотність, pH	4,5±0,17	4,5±0,19	0
Вільна волога, %	13,4±0,42	11,3±0,39	-15,67
Зв'язана волога, %	84,6±3,12	88,7±3,03	4,85
Ефективна в'язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па □ с	0,5±0,03	0,52±0,03	4,0
Соус	«Ткемалі»	«Горець»	
Вміст сухих речовин, %	13,5±0,41	14,4±0,34	6,67
Кислотність, pH	7,3±0,31	7,3±0,28	0,00
Вільна волога, %	17,1±0,56	12,9±0,42	-24,56
Зв'язана волога, %	82,9±2,12	87,1±2,38	5,07
Ефективна в'язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па·с	0,4±0,02	0,42±0,02	5,0
Соус	«Яблучний»	«Веселка»	
Вміст сухих речовин, %	16,1±0,61	17,0±0,63	5,59
Кислотність, pH	4,5±0,17	4,5±1,6	0,00
Вільна волога, %	14,8±0,44	10,8±0,41	-27,03
Зв'язана волога, %	85,2±3,48	89,2±3,51	4,69
Ефективна в'язкість при $\gamma=69\text{с}^{-1}$, Па·с	0,3±0,02	0,31±0,02	3,0

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P\leq 0,05$)

Збільшення вмісту сухих речовин відбувається за рахунок збільшення масової частки структуроутворювача (КС), що є позитивним, оскільки основну частку складають харчові волокна. Волога в соусах залишається, в основному, у зв'язаному стані не лише завдяки утриманню вологи сухими речовинами складових компонентів, але й завдяки здатності наявних у структурі полімерів та реакційних агентів (пектину, гуміарабіку, лактату кальцію) набрякати та



утримувати вільну вологу у просторовому каркасі полімерних комплексів.

Експериментально визначено стан води в дослідних та контрольних соусах (рис. 5.1–5.4).

Аналіз дериватограм свідчить про зміну питомого вмісту вільної і зв'язаної води у розроблених соусах: частка вільної води в загальній масі зменшується, зв'язаної – збільшується. Встановлено, що співвідношення вільної і зв'язаної води у контрольних і дослідних зразках відрізняється, оскільки замість бороша і крохмалю використовується композиційна суміш дієтичних добавок (рис. 45).

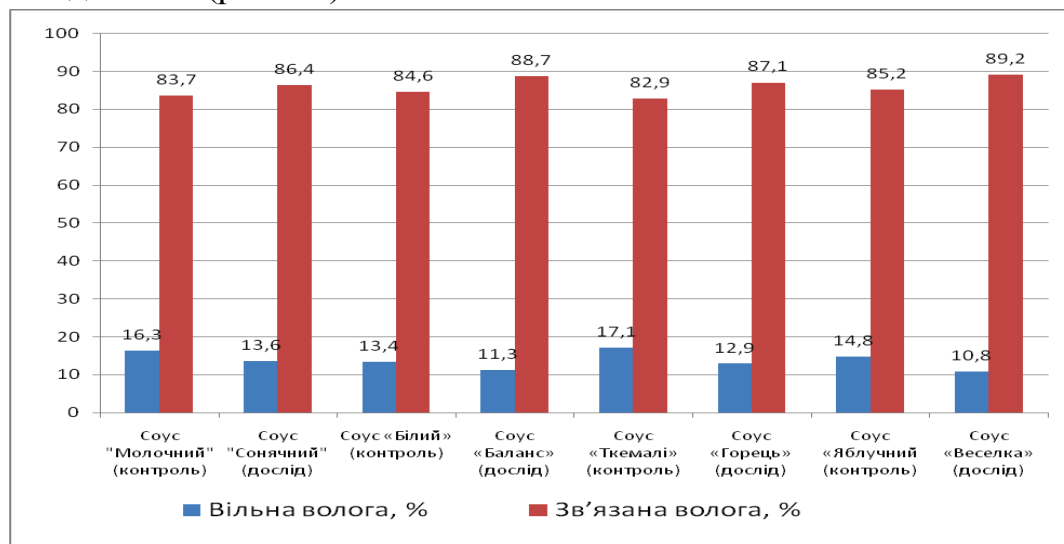


Рис. 45. Питомий вміст вільної і зв'язаної води у соусній продукції

Аналіз зміни фракційного складу води показує, що одночасно зі збільшенням вмісту сухих речовин в розроблених соусах відбувається збільшення питомого вмісту зв'язаної води – відношення маси зв'язаної води до маси сухих речовин соусів (табл. 14).

Таблиця 14

Питомий вміст зв'язаної води в соусній продукції

Зразки соусів	Співвідношення складових, % по масі		Питомий вміст зв'язаної води, $\Gamma_{\text{води}} / \Gamma_{\text{ср}}$
	сухих речовин	води	
«Молочний» (контроль)	14,2±0,53	85,8±3,61	6,04±0,27
«Сонячний» (дослід)	16,6±0,62*	83,4±3,24	5,02±0,21*
«Білий» (контроль)	15,6±0,51	84,4±3,55	5,41±0,24
«Баланс» (дослід)	18,1±0,47*	81,9±3,18	4,52±0,23*
«Ткемалі» (контроль)	13,5±0,41	86,5±3,11	6,41±0,29
«Горець» (дослід)	14,4±0,34	85,6±3,17	5,94±0,23*
«Яблучний» (контроль)	16,1±0,61	83,9±3,09	5,21±0,20
«Веселка» (дослід)	17,0±0,63	83,0±3,32	4,88±0,19*

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)



Експериментально встановлено, що в соусах питомий вміст зв'язаної води збільшується: «Сонячний» на 16.8, «Баланс» – 16.3, «Горець» – 7.2, «Веселка» – 6.3 % порівняно з відповідними значеннями контрольних зразків. Підвищений питомий вміст зв'язаної води в дослідних зразках порівняно з контрольними можна пояснити комплексною дією гідроколоїдів наявних у складі композиційної суміші порівняно з борошном пшеничним та крохмалем, які використані у контрольних зразках.

Вологість розроблених соусів знижується в інтервалі 1.0 – 3.1%. Утримувати вологу в нових соусах можливо за рахунок використання композиційної суміші дієтичних добавок (БЖД, гуміарабіку, пектину, лактату кальцію), що в комплексному використанні здатні утворювати полімерний каркас. Наявність молока та масла вершкового також сприяє кращому утриманню води. Це обумовлено утворенням нових активних центрів для зв'язування води, які утворюються при сполученні білків масла вершкового та молока з речовинами полісахаридної природи.

Враховуючи вищу здатність полісахаридів до гідратації, ніж БЖД, можна припустити, що формування вологоутримуючої здатності соусів належить більшою мірою полісахаридам, ніж білкам. Таким чином, збільшення вологоутримуючої здатності у розроблених соусах відбувається в результаті зміни кількості та якості водневих зв'язків, збільшення кількості гідрофільно активних центрів, утримання вільної води у просторовому трьохмірному каркасі полімерних гідроколоїдів. Це, в свою чергу, дозволяє знизити рухливість молекул води у розроблених соусах. Досліджено кислотність дослідних соусів, яка знаходиться на рівні контрольних зразків.

Дослідження реологічних показників соусів (табл. 15) підтвердили покращення або відповідність контролю наступних реологічних показників: агрегативної і кінетичної стійкості, тиксотропності та термостабільності нової соусної продукції.

Встановлено, що ефективна в'язкість розроблених соусів при $t=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ вища порівняно з контрольними зразками, що є наслідком збільшення вмісту сухих речовин (табл. 14). Так, соус «Сонячний», виготовлений на основі композиційної суміші, містить сухих речовин $16,6\pm 0,62$ ($P\leq 0,05$) і має ефективну в'язкість (при $\gamma=69\text{с}^{-1}$) – $0,59\pm 0,03$ Па·с, що на 16,9% та 1,5% вище за контроль. Соус «Баланс» містить сухих речовин $18,1\pm 0,47$ ($P\leq 0,05$), а ефективна в'язкість (при $\gamma=69\text{с}^{-1}$) складає $0,52\pm 0,03$, що на 16% і 4% вище за контроль. Для соусів «Горець» та «Веселка» відмічається схожа тенденція: вони містять $14,4\pm 0,34$ і $17\pm 0,63$ сухих речовин, а ефективна в'язкість (при $\gamma=69\text{с}^{-1}$) складає $0,42\pm 0,02$ і $0,31\pm 0,02$ Па·с ($P<0,05$), що на 6,6–7,0% за вмістом сухих речовин та 5% і 3% за ефективною в'язкістю вище за контрольні зразки відповідно.



Таблиця 15

Реологічні характеристики соусної продукції

Показники	Контроль	Дослід	Відхилення, %
Соус	«Молочний»	«Сонячний»	
Агрегативна стійкість, %	96,1±1,4	99,3±0,7	3,3
Кінетична стійкість, %	98,0±1,6	99,2±0,8	1,2
Тиксотропність, %	76,1±1,2	81,1±1,6*	6,6
Термостабільність, %	72,5±1,3	79,4±1,9*	9,5
Соус	«Білий»	«Баланс»	
Агрегативна стійкість, %	96,3±1,8	98,4±1,9	2,2
Кінетична стійкість, %	98,1±1,4	99,2±2,1	1,1
Тиксотропність, %	74,1±2,5	79,6±2,1*	7,4
Термостабільність, %	71,1±2,1	76,2±2,1*	7,2
Соус	«Ткемалі»	«Горець»	
Агрегативна стійкість, %	99,9±0,1	99,9±0,1	0,0
Кінетична стійкість, %	93,1±2,4	97,2±2,9	4,4
Тиксотропність, %	78,3±2,1	82,6±2,0*	5,5
Термостабільність, %	73,1±1,6	76,2±1,7*	4,2
Соус	«Яблучний»	«Веселка»	
Агрегативна стійкість, %	99,9±0,1	99,9±0,1	0,0
Кінетична стійкість, %	91,1±2,2	96,2±2,7*	5,6
Тиксотропність, %	76,2±2,8	83,1±2,9*	9,1
Термостабільність, %	74,8±2,1	79,6±2,2*	6,4

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Для визначення термостабільності соусів у контрольних та дослідних зразках визначали ефективну в'язкість при температурі $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Потім нагрівали до температури $98 \pm 2^\circ\text{C}$ протягом $(7-10) \cdot 60\text{с}$, постійно перемішуючи, після чого охолоджували до температури $20 \pm 1^\circ\text{C}$ і визначали ефективну в'язкість. Співставляючи різниці в'язкостей, отримували відсоток незруйнованої структури харчових систем. Під час термообробки відбуваються складні зміни фізико-хімічних, структурно-механічних і біологічних властивостей харчових систем, зокрема перехід нерозчинного протопектину в розчинний пектин.

Ефективна в'язкість розроблених соусів до і після термообробки за швидкості зсуву 10 с^{-1} для соусу «Молочний» становила 1.95 і 1.52, «Білий» – 1.38 і 1.13, «Ткемалі» – 1.81 і 1.43, «Яблучний» – 2.83 і 2.31 Па·с. Цей же показник становив за тієї ж швидкості зсуву у дослідних системах соусів: «Сонячний» – 2.05 і 1.73, «Баланс» – 1.38 і 1.21, «Горець» – 1.82 і 1.55, «Веселка» – 2.84 і 2.56 Па·с відповідно (рис. 46–49).

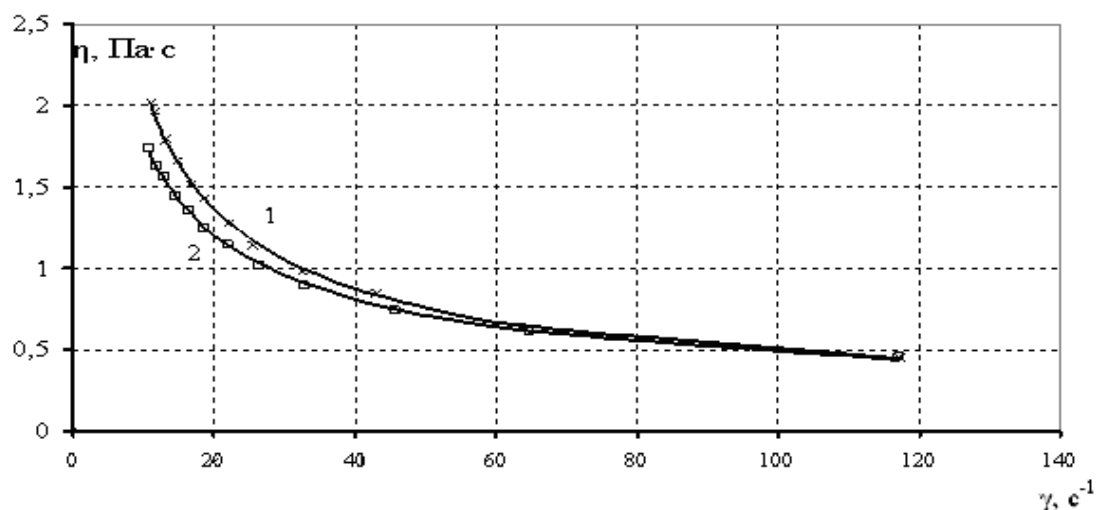


Рис. 46. Ефективна в'язкість соусу «Сонячний» за різної швидкості зсуву: 1 – до термообробки; 2 – після термообробки

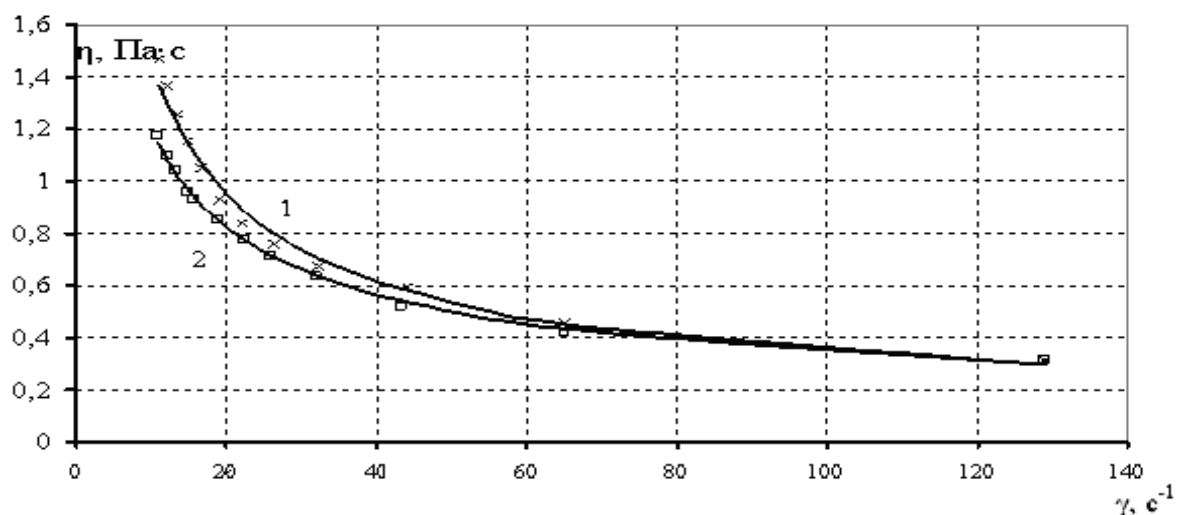


Рис. 47. Ефективна в'язкість соусу «Баланс» за різної швидкості зсуву: 1 – до термообробки; 2 – після термообробки

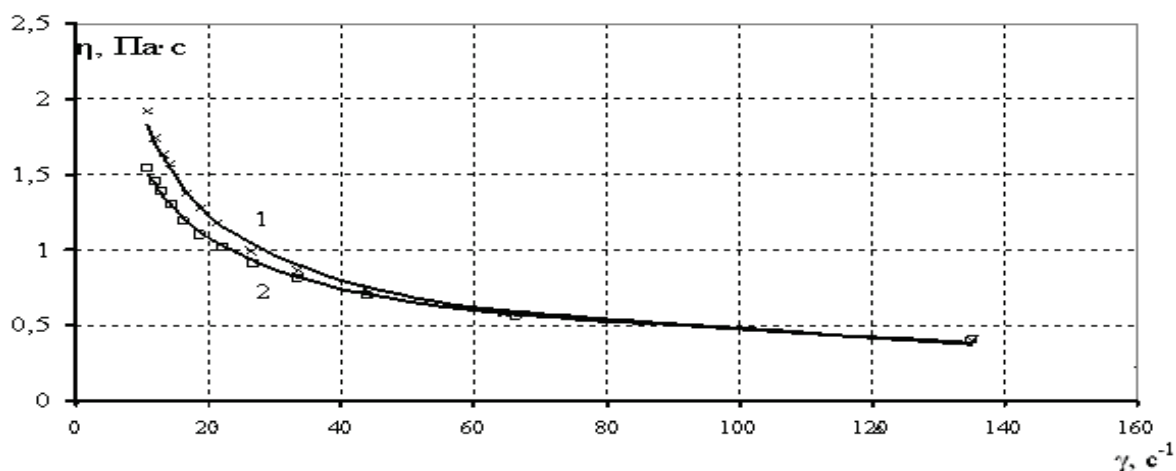


Рис. 48. Ефективна в'язкість соусу «Горець» за різної швидкості зсуву: 1 – до термообробки; 2 – після термообробки

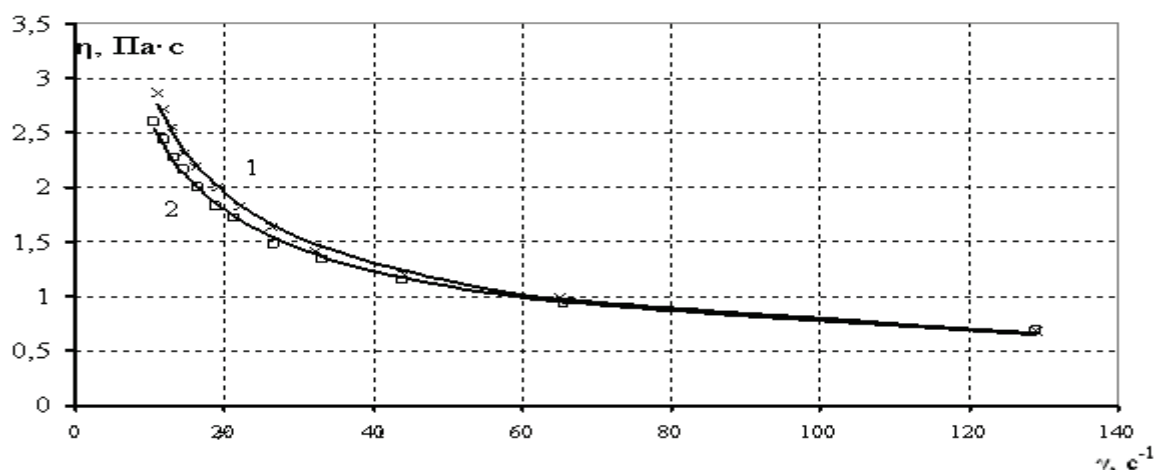


Рис. 49. Ефективна в'язкість соусу «Веселка» за різної швидкості зсуву: 1 – до термообробки; 2 – після термообробки

Таким чином, результати проведених досліджень свідчать, що розроблені соуси за органолептичними, фізико-хімічними показниками, ефективною в'язкістю, тиксотропністю, седиментаційною та агрегативною стійкістю відповідають вимогам до соусної продукції.

Харчова цінність

Експериментальні дані свідчать, що використання в технології соусів частки традиційної рослинної сировини та введення нетрадиційних сировинних компонентів – дієтичних добавок (білково-жирової добавки, гуміарабіку, пектину та лактату кальцію), які містять біологічно активні речовини, зумовлюють позитивні зміни хімічного складу готового харчового продукту.

Дослідження харчової цінності соусної продукції з використанням композиційної суміші дієтичних добавок показало, що кількість білку, жиру та вуглеводів полісахаридної будови зростає порівняно з контролем (табл. 16).

Експериментально встановлено, що загальний вміст білку підвищився у соусах: «Сонячний» – у 2.3 рази, «Баланс» – 2.5 рази, «Горець» – у 3 рази, «Веселка» – у 3.8 рази порівняно з контролем (різниця з контролем достовірна) (табл. 17). Відмічено збільшення вмісту жиру на 9.7 %, 14.2 %, на 1.84 г, і 1.81 г у розроблених соусах, відповідно до контролю (різниця з контролем достовірна).

Збільшення вмісту білку, жиру і вуглеводів у нових соусах пояснюється використанням у технології композиційної суміші дієтичних добавок. Вміст вуглеводної складової також збільшився: у соусах «Сонячний» – на 63.7%, «Баланс» – 86.0%, «Горець» – 23.9%, «Веселка» – 15.3%.

Відмічено підвищення енергетичної цінності нових соусів: «Сонячний» – на 37.7%, «Баланс» – 56.8%, «Горець» – 58.6%, «Веселка» – 38.6% порівняно з контролем за рахунок використання композиційної суміші дієтичних добавок (рис. 50), що дозволить корегувати енергетичну цінність страв і харчових раціонів.



Таблиця 16

Харчова та енергетична цінність соусів з використанням композиційної суміші, г/100 г

Соус	Показники				
	Вода	Білки	Жири	Вуглеводи	Енергетична цінність, кКал
"Молочний"	85,80±1,32	2,00±0,08	6,00±0,11	7,04±0,31	92,86±2,52
"Сонячний"	83,40±1,21	4,74±0,11*	6,58±0,12*	11,53±0,35*	127,90±4,45
"Білий"	84,40±1,54	1,27±0,05	2,89±0,05	5,43±0,21	54,35±1,56
"Баланс"	81,80±1,34	3,20±0,13*	3,30±0,04*	10,10±0,23*	85,22±2,45
"Ткемалі"	86,50±1,52	0,8±0,01	0,10±0,003	14,2±0,34	62,43±1,45
"Горець"	85,60±1,65	2,36±0,05*	1,85±0,03*	17,60±0,38*	99,04±3,1
"Яблучний"	83,90±1,82	0,60±0,01	0,10±0,003	22,10±0,42	94,00±2,57
"Веселка"	83,00±1,67	2,15±0,05*	1,82±0,03*	25,50±0,45*	130,29±4,32

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P < 0,05$)

Експериментально у білку визначено 18 амінокислот, при цьому сумарна кількість незамінних амінокислот складає для соусів: «Сонячний» – 41,0%, «Баланс» – 37,3%, «Горець» – 32,0% , «Веселка» – 35,9% від їх загальної кількості, що характеризує соусну продукцію як продукт з високою біологічною цінністю (дод. В).

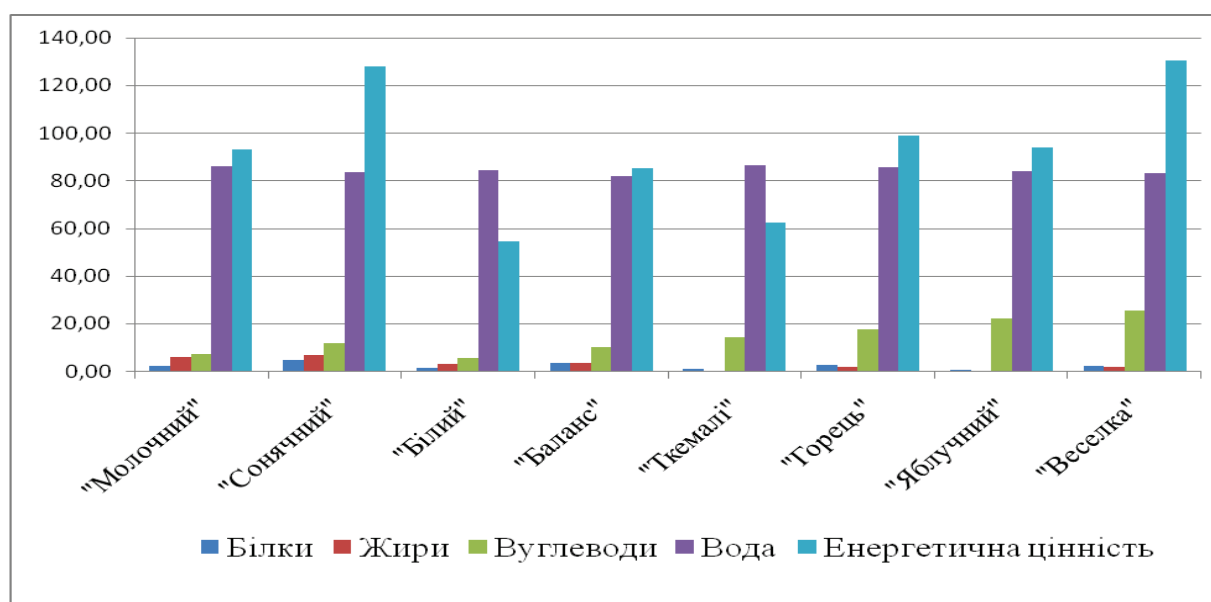


Рис. 50. Харчова та енергетична цінність соусів

Біологічну цінність білка за амінокислотним скором оцінювали шляхом порівняння його з амінокислотним скором «ідеального білка». Аналіз даних



показує, що за рівнем вмісту амінокислот відносно ідеального білку відбувається зниження амінокислотного скору суми метіоніну + цистину (соус «Сонячний» – до 94.3, «Баланс» – 91.4, «Горець» – 79.1, «Веселка» – 87.7) та треоніну («Горець» – 87.0) (рис. 51).

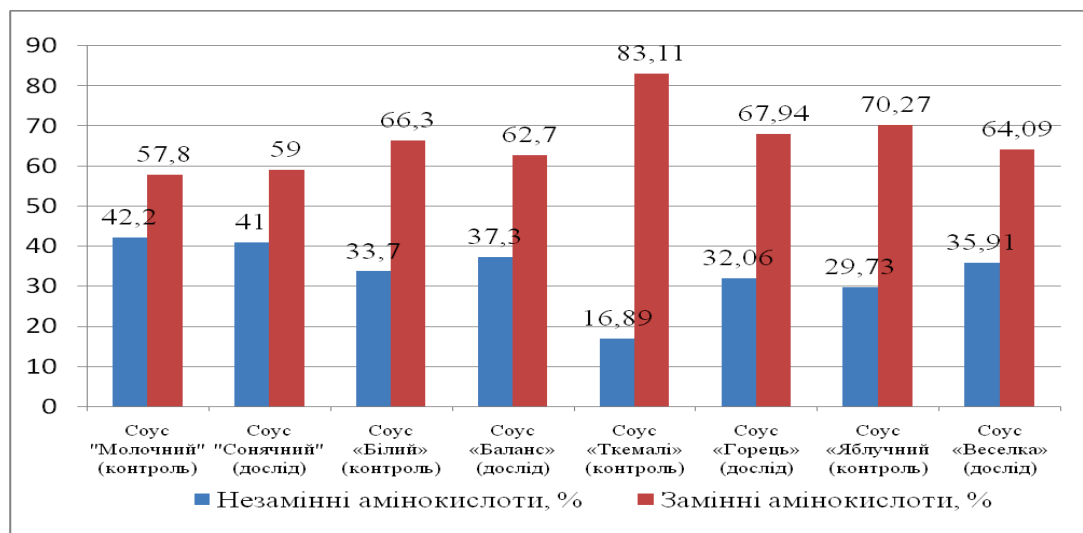


Рис. 51. Амінокислотний склад соусів з використанням композиційної суміші дієтичних добавок

Таблиця 17

Характеристика амінокислотного складу соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок

Найменування амінокислот	Шкала ФАО/ВООЗ	Соус «Сонячний»		Соус «Баланс»		Соус «Горець»		Соус «Веселка»	
	мг/1 г білка	мг/г білка	Амінокислотний скор	мг/г білка	Амінокислотний скор	мг/г білка	Амінокислотний скор	мг/г білка	Амінокислотний скор
Лейцин+ізолейцин	110,0	142,0	129,1	132,0	120,0	110,9	100,8	127,7	116,1
Лізин+гістидин	55,0	102,0	185,5	91,0	165,5	78,0	141,8	88,9	161,6
Валін	50,0	60,0	120,0	60,0	120,0	52,7	105,4	58,3	116,6
Триптофан	10,0	16,0	160,0	16,0	160,0	13,6	136,0	12,7	127,0
Треонін	40,0	46,0	115,0	42,0	105,0	34,8	87,0	40,1	100,3
Фенілаланін+тирозин	60,0	99,0	165,0	79,0	131,7	68,0	113,3	74,3	123,8
Метіонін+цистин	35,0	33,0	94,3	32,0	91,4	27,7	79,1	30,7	87,7

Для біологічно повноцінних білків обов'язковим є не тільки присутність всіх незамінних кислот, але й їх збалансованість. Для визначення збалансованості незамінних амінокислот здійснено розрахунки згідно існуючих



методик за «триптофановим» та «треоніновим» індексами (табл. 18, 19).

Таблиця 18

Збалансованість незамінних амінокислот соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок за “триптофановим” індексом

Найменування амінокислот	Стандартна шкала ФАО/ВООЗ	Соус «Сонячний»	Соус «Баланс»	Соус «Горець»	Соус «Веселка»
Треонін	2–3	2,88	2,63	2,56	3,16
Лізин+гістидин	3–5	6,38	5,69	5,81	7,00
Валін	4	3,75	3,75	3,88	4,59
Лейцин+ізолейцин	7–10	8,88	8,25	8,15	10,06
Фенілаланін	2–4	3,25	2,94	3,04	3,53
Метіонін	2–4	1,38	1,00	1,08	1,14
Триптофан	1	1,00	1,00	1,00	1,00

Результати розрахунку збалансованості амінокислот у соусах за допомогою визначення «триптофанового» індексу показують, що за співвідношенням недостатньо валіну та метіоніну (у соусі «Веселка» валіну більше за норму), але білок перевантажений сумою лізину та гістидину. За «триптофановим» індексом білок є збалансованим.

Таблиця 19

Збалансованість незамінних амінокислот соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок за “треоніновим” індексом

Найменування амінокислот	Стандартна шкала ФАО/ВООЗ	Соус «Сонячний»	Соус «Баланс»	Соус «Горець»	Соус «Веселка»
Треонін	1	1,00	1,00	1,00	1,00
Лізин+гістидин	1,1	2,22	2,17	2,27	2,22
Валін	1,5	1,30	1,43	1,51	1,45
Лейцин+ізолейцин	3,1	3,09	3,14	3,19	3,18
Фенілаланін	1,1	1,13	1,12	1,19	1,12
Метіонін	0,7	0,48	0,38	0,42	0,36
Триптофан	0,25	0,35	0,38	0,39	0,32

Результати розрахунку збалансованості амінокислот у соусах за визначенням «треонінового» індексу показують, що за співвідношенням недостатньо валіну (виключення – соус «Горець») та метіоніну, але білок перевантажений сумою лізину + гістидину і триптофаном. За «треоніновим» індексом білок є збалансованим.

При виробництві традиційних і розроблених соусів ми використовували вершкове масло, композиційну суміш дієтичних добавок, борошно пшеничне вищого гатунку, які містять значну частку жиру. У зв'язку з цим визначено жирнокислотний склад ліпідних фракцій соусної продукції (дод. Г, З).



Особливий інтерес у вивченні жирнокислотного складу представляє наявність мононенасичених та поліненасичених жирних кислот (рис. 52).

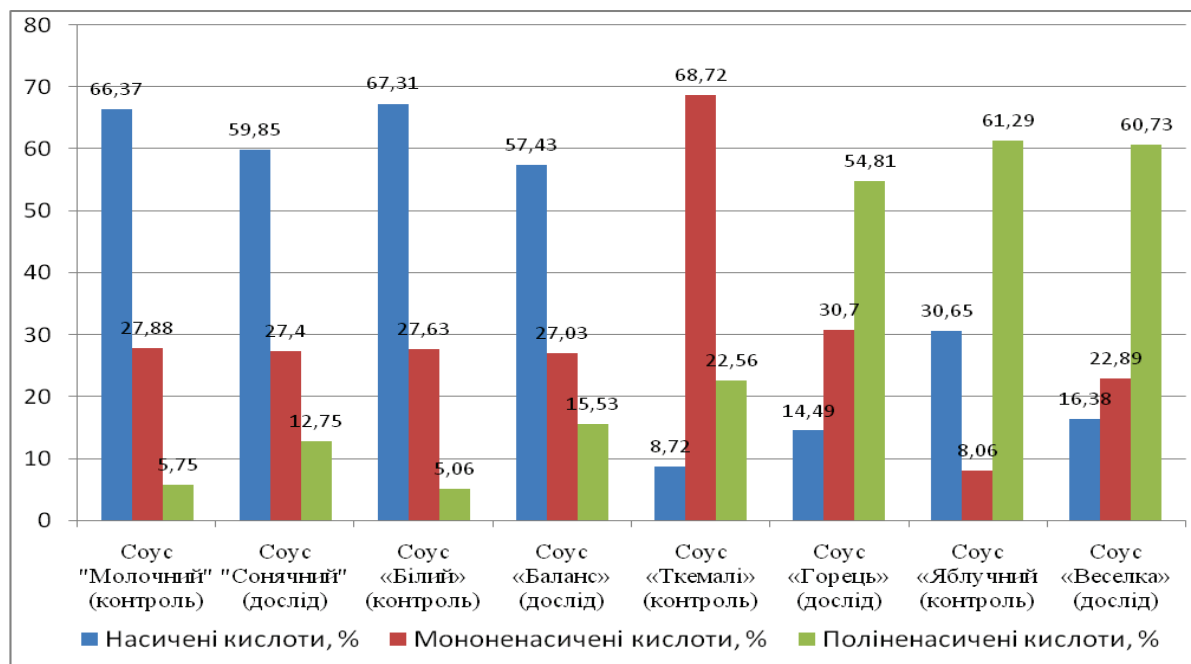


Рис. 52 Жирнокислотний склад соусної продукції

Аналіз одержаних даних показав, що домінуючими для соусу «Сонячний» і «Баланс» є насичені жирні кислоти: 66,4% і 59,9% від загальної кількості жиру, превалюючими серед яких є пальмітинова – 26,4 і 25,2%, стеаринова – 11,6 і 11,3% і міристинова – 8,6 і 7,8%. Такий вміст насичених жирних кислот в основному обумовлений тим, що соуси містять вершкове масло. Серед мононенасичених і поліненасичених домінують олеїнова – 26,6 і 25,9% та ленолева – 10,7 і 13,5% від загальної кількості жирних кислот. У соусах «Горець» та «Веселка» домінують поліненасичені та мононенасичені жирні кислоти: лінолева – 48,7 і 53,3%, олеїнова – 30,3 і 22,6% відповідно. Насичені жирні кислоти представлені в основному пальмітиновою – 10,8 і 12,3% та стеариновою – 3,5 і 3,8% від загальної кількості жирних кислот. Водночас структурно змінюється кількісний і якісний склад вуглеводів у розроблених соусах: збільшується кількість харчових волокон (табл. 20).

Вміст полісахаридів у розроблених соусах зростає: «Сонячний» – у 2,2 раза, «Баланс» – у 2,2 раза, «Горець» – у 3 раза, «Веселка» – у 2,8 раза. Полісахариди становлять значну кількість вуглеводів соусної продукції, основна частина яких, у контрольних зразках, припадає на крохмаль. Композиційна суміш дієтичних добавок містить значно менше крохмальних речовин, ніж борошно пшеничне та крохмалі. У зв'язку з цим, при повній заміні борошна вищого гатунку та крохмалю на композиційну суміш, у дослідних зразках спостерігається зменшення крохмальних речовин на 83%, 71%, 91%, 91% порівняно з контролем і зростає кількість харчових волокон на порядок.



Таблиця 20

Склад полісахаридів соусної продукції на основі композиційної суміші, г/100 г

Соус	Загальна кількість	Моно- і дисахариди	Крохмаль та декстрини	Харчові волокна
"Молочний"	7,04±0,21	3,37±0,11	3,57±0,11	0,1±0,004
"Сонячний"	11,53±0,32	3,42±0,13	0,61±0,02	7,5±0,23
"Білий"	5,43±0,11	1,49±0,05	3,84±0,10	0,1±0,004
"Баланс"	10,1±0,22	1,48±0,05	1,12±0,03	7,5±0,22
"Ткемалі"	14,2±0,23	11,5±0,43	2,1±0,04	0,6±0,01
"Горець"	17,6±0,33	9,5±0,33	0,2±0,01	7,9±0,21
"Яблучний"	22,1±0,85	19,2±0,62	2,1±0,06	0,8±0,01
"Веселка"	25,5±0,97	17,3±0,58	0,2±0,005	8,0±0,31

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P < 0,05$)

Особливої уваги заслуговує збільшення кількості харчових волокон у дослідних зразках порівняно з контрольними: на 7.4 г, – у соусах «Сонячний» та «Баланс», 7.3 і 7.2 г – «Горець» та «Веселка» відповідно. Це відбувається, здебільшого, за рахунок збільшення вмісту пектину та гуміарабіку, які містяться в композиційній суміші.

Мінеральні речовини відіграють важливу роль в обмінних процесах організму людини. Вони входять як пластичний матеріал в опорні тканини – кістки, хрящі, зуби, беруть участь у кровотворенні (залізо, кобальт, мідь, марганець, нікель); впливають на водний обмін, впливають на осмотичний тиск плазми крові, є складовими частинами ряду гормонів, вітамінів, ферментів. Збагачення соусної продукції мінеральними речовинами за рахунок використання природної сировини, яка містить значну їх кількість, має велике соціальне значення.

Слід зазначити, що необхідною умовою до розроблених соусів є здатність посилювати захисні функції організму людини, за рахунок підвищеної кількості визначених мінеральних речовин. У зв'язку з цим, використання композиційної суміші дієтичних добавок у технології соусів впливає на покращення їх харчової цінності (зростання вмісту мінеральних речовин у їхньому складі) (табл. 21).

Аналізуючи кількісний склад мікро- та макроелементів, слід відзначити підвищення рівня вмісту калію (у соусі «Сонячний» – у 1,9 раза, «Баланс» – 4.3 раза, «Горець» – 1.25 раза, «Веселка» – 1.54 раза), кальцію («Сонячний» – 3.3 раза, «Баланс» – на 265 мг, «Горець» – у 14.7 разів, «Веселка» – у 24 раза), магнію («Сонячний» – у 1,7 раза, «Баланс» – 1,9 раза, «Горець» – 2,2 раза, «Веселка» – 2,7 раза), фосфору («Сонячний» – на рівні контролю, «Баланс» – у 1.6 раза, «Горець» – 2.5 раза, «Веселка» – 2.9 раза), заліза («Сонячний» – у 9 разів, «Баланс» – 2.7 раза, «Горець» – 2.2 раза, «Веселка» – 1.6 раза) відносно



контролю, що є важливим, оскільки сприяє підвищенню імунітету та резистентності організму до несприятливих факторів навколишнього середовища.

Таблиця 21

Вміст мінеральних речовин у соусах функціонального призначення

Соус	Калій, мг/ 100 г	Кальцій, мг/ 100 г	Магній, мг/ 100 г	Фосфор, мг/ 100 г	Залізо, мкг/ 100 г
Соус "Молочний" (контроль)	151,4±4,3	112,9±3,4	18,9±0,4	103,0±3,1	392,1±7,4
Соус "Сонячний" (дослід)	284,0±5,7	376,0±7,6	31,9±0,1	103,2±3,1	3491,4±8,8
Різниця, %	87,6	233,0	68,6	0,2	794,9
Соус "Білий" (контроль)	20,0±0,5	4,0±0,1	6,3±0,1	21,1±0,6	300,2±9,5
Соус "Баланс" (дослід)	85,9 0±2,1	269,0±8,1	12,0±0,1	32,9±0,7	810,3±10,3
Різниця, %	329,5	6640,6	91,7	56,3	170,0
Соус "Ткемалі" (контроль)	214,0±6,5	20,0±0,5	9,0±0,1	20,0±0,6	500,2±13,6
Соус "Горець" (дослід)	268,0±6,8	295,4±6,9	19,7±0,2	49,0±1,8	1225,6±18,5
Різниця, %	24,8	1376,8	118,3	144,8	145,0
Соус "Яблучний" (контроль)	124,0±3,8	12,0±0,3	7,0±0,1	17,0±0,3	1301,3±15,9
Соус "Веселка" (дослід)	190,6±4,3	290,4±9,1	19,0±0,8	49,0±1,8	2104,8±24,6
Різниця, %	53,7	2319,6	171,4	187,9	61,5

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

З підвищенням вмісту мінеральних речовин у соусах зростає задоволення добової потреби організму людини у визначених нутрієнтах (табл. 22).

Дослідженням мінерального складу визначено, що розроблені соуси мають вищий вміст макро- і мікроелементів порівняно з традиційними аналогами і за кількісним вмістом мінеральних речовин можуть бути віднесені до продуктів функціонального призначення. Їх можна рекомендувати до використання в оздоровчо-профілактичному харчуванні для всіх верств населення як харчові продукти функціонального призначення.

Аналіз вітамінного складу розроблених соусів виявив зростання вітамінів у соусах: «Сонячний» (ніацину – на 33%, тіаміну – 45.5%, рибофлавіну – 18%, аскорбінової кислоти – 154%, каротиноїдів – у 4,2 рази порівняно з контролем), «Баланс» (ніацину – на 40,0%, тіаміну – 104,0%, рибофлавіну – 36,0%, аскорбінової кислоти – 55,0%, каротиноїдів – на 23%), «Горець» (ніацину – на 85.0 %, тіаміну – 83.3%, рибофлавіну – у 2.1 раза, аскорбінової кислоти – на 7%,



каротиноїдів – у 2.3 раза), «Веселка» (ніацину – у 2.4 раза, тіаміну – у 6.3 раза, рибофлавіну – на 60.0%, аскорбінової кислоти – на 7%, каротиноїдів – у 2.3 рази відповідно) (табл. 23).

Таблиця 22

Задоволення добової потреби у мінеральних елементах при споживанні 100 г соусної продукції

Соус	Задоволення добової потреби, %				
	Калій, мг/ 100 г	Кальцій, мг/ 100 г	Магній, мг/ 100 г	Фосфор, мг/ 100 г	Залізо, мг/ 100 г
<i>Добова потреба</i>	2000,0	1200,0	300-350,0	800-1200,0	15,0
Соус "Молочний" (контроль)	7,6	9,4	5,4	10,6	2,6
Соус "Сонячний" (дослід)	14,2	31,3	10,1	10,6	23,3
Соус "Білий" (контроль)	1,0	0,3	1,8	1,8	2,0
Соус "Баланс" (дослід)	4,3	22,4	3,4	2,7	5,4
Соус "Ткемалі" (контроль)	10,7	1,7	2,6	1,7	3,3
Соус "Горець" (дослід)	13,4	24,6	5,6	4,1	10,2
Соус "Яблучний" (контроль)	6,2	1,0	2,0	1,4	8,7
Соус "Веселка" (дослід)	10,5	24,2	5,4	4,1	14,0

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Таблиця 23

Вміст вітамінів та вітаміноподібних речовин у соусній продукції

Соус	Показники				
	Каротиноїди , мг/100г	Тіамін (В ₁), мг/100г	Рибофлавін (В ₂), мкг/100г	Ніацин (РР), мг/100г	Аскорбінов а кислота (С), мг/100г
Соус "Молочний"	0,140±0,001	0,055±0,001	0,143±0,002	0,200±0,002	1,300±0,03
Соус "Сонячний"	0,605±0,002*	0,080±0,001*	0,169±0,002*	0,266±0,002*	3,30±0,09*
Різниця, %	1400,0	45,5	18,2	33,0	153,8
Соус "Білий"	0,130±0,001	0,025±0,001	0,013±0,001	0,100±0,001	0,200±0,007
Соус "Баланс"	0,160±0,001*	0,051±0,00*	0,017±0,001*	0,140±0,001*	0,310±0,01*
Різниця, %	23,1	104,0	36,0	40,0	55,0
Соус "Ткемалі"	0,100±0,001	0,060±0,0011	0,010±0,001	0,600±0,02	1,600±0,027
Соус "Горець"	0,230±0,002*	0,110±0,001*	0,021±0,002*	1,110±0,03*	1,710±0,03*
Різниця, %	130,0	83,3	110,0	85,0	6,9
Соус "Яблучний"	0,100±0,001	0,010±0,001	0,020±0,002	0,380±0,009	1,800±0,039
Соус "Веселка"	0,230±0,002*	0,063±0,002*	0,032±0,002*	0,920±0,02*	1,920±0,04*
Різниця, %	130,0	530,0	60,0	142,1	6,7

*Різниця з контролем є статистично достовірною ($P \leq 0,05$)

Підвищений вміст вітамінів та вітаміноподібних сполук (каротиноїдів, тіаміну, ніацину, рибофлавіну, аскорбінової кислоти) у дослідних зразках пояснюється наявністю в їх складі композиційної суміші дієтичних добавок..

Необхідно підкреслити, що забезпечення добової потреби у вітамінах за рахунок нових соусів можливе: каротиноїдами – до 20%, тіаміном, ніацином



рибофлавіном, аскорбіновою кислотою – до 10%. За узагальненими результатами експериментальних досліджень встановлено, що розроблені соуси «Сонячний», «Баланс», «Горець» та «Веселка» мають більш високий вміст вітамінів та вітаміноподібних речовин ніж традиційні соуси. Таким чином, підвищення вмісту вищезазначених вітамінів у соусах з використанням композиційної суміші дієтичних добавок дає змогу прогнозувати, що нова соусна продукція сприятиме підвищенню імунітету та резистентності організму до несприятливих факторів навколишнього середовища.

Показники безпечності, якість соусів функціонального призначення при зберіганні

Внаслідок високого вмісту вологи соуси є сприятливим середовищем для розвитку мікрофлори. Враховуючи швидке псування сировини і сприятливі природні умови розвитку мікрофлори у соусах, високий вміст вологи (80-90%), контроль загального мікробіологічного обсіменіння і визначення наявності патогенних бактерій є обов'язковим етапом дослідження соусів.

Встановлено, що волога у складі соусів знаходиться переважно у зв'язаному стані в результаті використання комплексоутворюючих речовин – композиційної суміші дієтичних добавок, що сприяє зниженню активності води та швидкості фізико-хімічних реакцій. У зв'язку з різноманітністю процесів, які відбуваються при зберіганні соусів, визначення ступеня їх свіжості проводили за органолептичними та мікробіологічними показниками, враховуючи, що зміни якості соусів при лабораторному дослідженні виявляються краще, ніж при сенсорному аналізі.

За санітарними нормами максимальний термін зберігання соусів не має перевищувати 24 год з моменту закінчення технологічного процесу при температурі 2–4°C. У зв'язку з цим проведено мікробіологічні дослідження щодо доброякісності традиційних і нових соусів. Дослідні та контрольні зразки піддавали зберіганню в холодильній шафі до 48 год при температурі 4°C і відносній вологості повітря 75%.

Для визначення мікробіологічної безпеки нових соусів на основі композиційної суміші дослідним шляхом визначали загальну кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) у 1 г готової продукції, наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП) та інші мікроорганізми. Контролем слугували соуси, виготовлені за традиційною технологією (за мікробіологічними показниками повинні відповідати вимогам МБВ № 5061, ГСТУ 18.06, зазначеним у табл. 24).

При дослідженні термінів зберігання розроблених соусів встановлено, що кількість мезофільних аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів після зберігання ($t = 4^{\circ}\text{C}$, 24 год) становить $1,86\text{--}2,07 \cdot 10^2$, що на 6–9% менше порівняно з контролем. Соуси після зберігання протягом 48 год. також відповідають вимогам до мікробіологічних норм безпечності харчової



продукції.

Таблиця 24

Мікробіологічні показники якості соусної продукції, ($t = 4^{\circ}\text{C}$, $\phi = 75\%$)

Назва показника	Найменування соусів	Норма	Фактичний вміст в соусах, год.			
			0	12	24	48
Кількість МАФАМ, КУО в 1 г	"Молочний"	$1 \cdot 10^4$	$1.40 \cdot 10^2$	$2.23 \cdot 10^2$	$3.61 \cdot 10^2$	$5.41 \cdot 10^2$
	"Сонячний"		$1.31 \cdot 10^2$	$2.04 \cdot 10^2$	$3.42 \cdot 10^2$	$5.03 \cdot 10^2$
	"Білий"		$1.37 \cdot 10^2$	$2.15 \cdot 10^2$	$2.96 \cdot 10^2$	$5.47 \cdot 10^2$
	"Баланс"		$1.32 \cdot 10^2$	$2.06 \cdot 10^2$	$2.62 \cdot 10^2$	$5.31 \cdot 10^2$
	"Ткемалі"		$1.31 \cdot 10^2$	$1.94 \cdot 10^2$	$2.84 \cdot 10^2$	$5.12 \cdot 10^2$
	"Горець"		$1.25 \cdot 10^2$	$1.86 \cdot 10^2$	$2.56 \cdot 10^2$	$4.74 \cdot 10^2$
	"Яблучний"		$1.38 \cdot 10^2$	$2.18 \cdot 10^2$	$2.88 \cdot 10^2$	$5.33 \cdot 10^2$
	"Веселка"		$1.31 \cdot 10^2$	$2.07 \cdot 10^2$	$2.62 \cdot 10^2$	$4.66 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи), в 1 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні мікроорганізми в т.ч. бактерії р. Salmonella, в 25 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Staphylococcus Aureus, в 1 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Proteus, в 1 г	Соуси	Не допускаються	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісняві гриби, КОЕ	Соуси	Не більше 10	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

На нашу думку збільшення частки сухих речовин і зв'язаної вологи сприяє підвищенню осмотичного тиску й уповільненню розвитку мікроорганізмів. Зв'язана волога, на відміну від вільної, недоступна мікроорганізмам, тому зі зменшенням частки вільної вологи або переведенням її у зв'язану розвиток мікрофлори у харчових продуктах пригнічується.

У результаті досліджень контрольних і дослідних зразків соусів фосфорорганічних пестицидів не виявлено. За вмістом важких металів соуси функціонального призначення відповідають МБВ № 5061 (табл. 25).

Результатами проведених досліджень встановлено, що мікробіологічні показники як контрольних зразків, так і розроблених соусів функціонального призначення протягом встановлених термінів зберігання відповідали "Медико-биологическим требованиям и санитарным нормам качества продовольственного сырья и пищевых продуктов" № 5061 від 01.08.89 р., що свідчить про безпеку нових соусів у межах строку зберігання. Встановлено умови зберігання розроблених соусів ($t = 4^{\circ}\text{C}$, $\phi = 75\%$, $T \leq 24$ год). На соуси функціонального призначення отримано позитивний висновок державної



санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-06/43755 від 17.07.2009 р (дод. Е).

Таблиця 25

Вміст важких металів та миш'яку в соусній продукції

Найменування соусу	Вміст важких металів, мг/кг*					
	Свинець (Pb)	Кадмій (Cd)	Миш'як (As)	Мідь (Cu)	Ртуть (Hg)	Цинк (Zn)
"Молочний"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.10	Не виявлено	0.40
"Сонячний"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.05	Не виявлено	0.42
"Білий"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.11	Не виявлено	0.51
"Баланс"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.53
"Ткемалі"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.60
"Горець"	0.03	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.50
"Яблучний"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.12	Не виявлено	0.40
"Веселка"	0.02	Не виявлено	Не виявлено	0.11	Не виявлено	0.36

Примітки: * ГДР, мг/кг: Pb – 0.1; Cu – 0.5; Zn – 3.0;

Одними з основних показників якості продукції при зберіганні є органолептичні. Досліджували органолептичні показники свіжовиготовлених та через 6, 12 і 24 год зберігання у контрольних та розроблених соусах з використанням композиційної суміші (рис. 53).

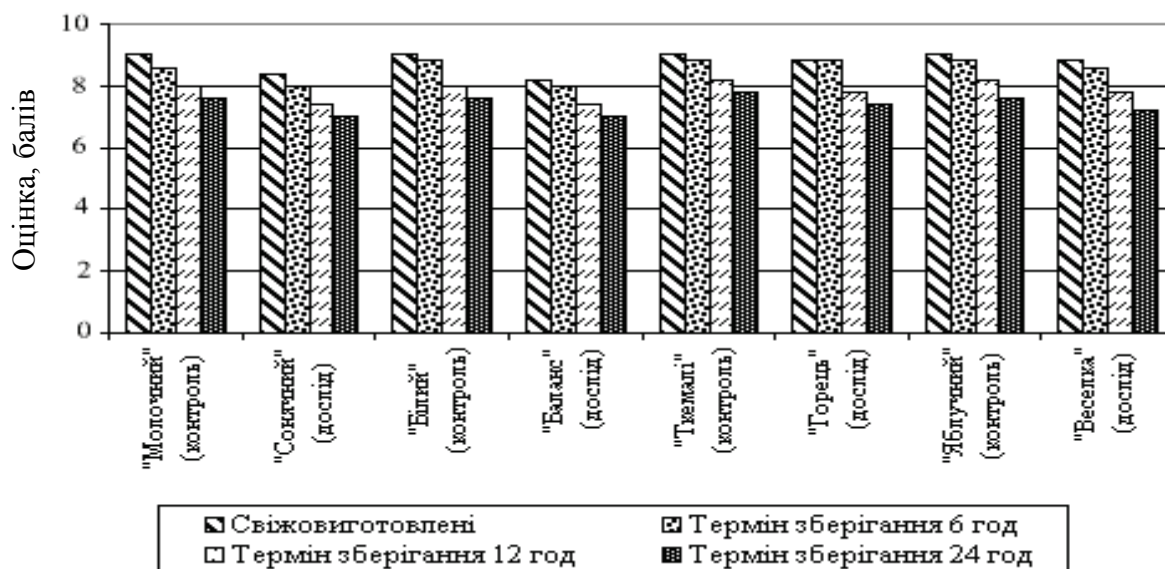


Рис. 53. Динаміка дегустаційної оцінки соусів під час зберігання, балів

Перші 6 год зберігання соусів практично не впливали на органолептичні показники контрольних і дослідних зразків. Органолептична оцінка для свіжовиготовлених контрольних зразків соусів склала: «Молочний» – 8.77 ± 0.15 , «Білий» – 8.78 ± 0.15 , «Ткемалі» – 8.79 ± 0.15 , «Яблучний» – 8.80 ± 0.15 бала; для дослідних: «Сонячний» – 8.54 ± 0.18 , «Баланс» – 8.61 ± 0.18 , «Горець» –



8.51±0.18, «Веселка» – 8.56±0.18 бала.

Після 12 год зберігання органолептична оцінка традиційних соусів становила відповідно: 8.75±0.15, 8.76±0.15, 8.74±0.15, 8.55±0.18 бала, а дослідних 8.54±0.18, 8.61±0.18, 8.50±0.18, 8.55±0.18. Зниження органолептичної оцінки за всіма показниками під час зберігання соусів протягом 12 год відбувалося в основному на 0.61–0.72 бали як в контрольних, так і дослідних зразках. Після 24 год зберігання органолептичні показники контрольних та дослідних соусів знизилися на 0.65 – 0.73 бала порівняно з показниками зразків, які зберігалися протягом 12 год (дод. Д).

Відмічено, що значення органолептичної оцінки розроблених соусів після 24 год зберігання соусів становлять: «Сонячний» – 7.22±0.11, «Баланс» – 7.29±0.14, «Горець» – 7.18±0.12, «Веселка» – 7.23±0.14 бала, а контрольних зразків – 7.43±0.12, 7.44±0.14, 7.42±0.11, 7.42±0.12 бала відповідно.

Показники тиксотропності, агрегативної та кінетичної стійкості в контрольних і дослідних зразках залишалися практично незмінними під час всього терміну зберігання.

За результатами проведених досліджень визначено, що за органолептичною оцінкою, фізико-хімічними, реологічними показниками та показниками безпечності нові соуси протягом встановленого терміну зберігання знаходилися на достатньо високому рівні і відповідають харчовій продукції високої якості.

Комплексна оцінка якості соусів функціонального призначення

На основі органолептичних, фізико-хімічних показників та показників хімічного складу з урахуванням коефіцієнтів вагомості визначено комплексні показники якості соусів функціонального призначення (табл. 26). В якості еталона для соусів визначено умовний продукт, який відповідає поставленим науковим завданням: створити продукт харчування функціонального призначення з підвищеним вмістом нутрієнтів, що забезпечує 25% добової потреби у них. При розрахунку комплексного показника якості приймається до уваги безпечність розроблених продуктів (мікробіологічні показники, вміст солей важких металів, пестицидів, інших забруднювачів). Для цього застосовували правило «вето»: якщо продукт не відповідає встановленим санітарно-гігієнічним вимогам, його комплексний показник якості помножується на 0, якщо відповідає – на 1. Комплексні показники якості розроблених соусів перевищують відповідні значення контролю (100 од.) і становлять: для соусів: «Сонячний» – 162.4, «Баланс» – 171.4, «Горець» – 164.2, «Ткемалі» – 171.6 од., що перевищують контроль на 62.4 – 71.6 % відповідно.

За отриманими одиничними показниками побудовано профілі якості соусів порівняно з еталоном (за який прийнято умовний продукт, що забезпечує 25% добової потреби у визначених нутрієнтах) (рис. 54–57).



Комплексна оцінка якості соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок

Показник	Коефіцієнт вагомості	Соус «Молочний»	Соус «Сонячний»	Соус «Білий»	Соус «Баланс»	Соус «Гкемалі»	Соус «Горець»	Соус «Яблучний»	Соус «Веселка»
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Абсолютні показники									
Органолептична оцінка якості, бали	70	9,2	7,2	9,2	8,2	9,0	7,3	9,1	8,2
Тиксотропність, %	15	80,0	71,0	80,0	84,0	80,0	80,0	70,0	81,0
Сидементатійна стійкість, %	7	90,0	91,0	89,0	91,0	85,0	91,0	89,0	90,0
Кальцій, мкг	2	14,2	302,0	14,2	302,0	14,2	302,0	14,2	302,0
Магній, мкг	2	6,6	32,9	6,6	32,9	6,6	32,9	6,6	32,9
Фосфор, мкг	2	83,0	163,2	83,0	163,2	83,0	163,2	83,0	163,2
Харчові волокна, г	2	0,4	5,7	0,4	5,9	0,4	5,7	0,4	5,7
Сума	100								
Відносні показники									
Органолептична оцінка якості, бали	70	1,0	0,8	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	0,9
Тиксотропність, %	11	1,0	0,9	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2
Сидементатійна стійкість, %	11	1,0	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0
Кальцій, мг	2	1,0	21,3	1,0	21,3	1,0	21,3	1,0	21,3
Магній, мг	2	1,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0	1,0	5,0
Фосфор, мг	2	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0
Харчові волокна, г	2	1,0	14,1	1,0	14,6	1,0	14,1	1,0	14,1
Комплексний показник якості									
Органолептична оцінка якості, бали	70	70,0	54,8	70,0	62,4	70,0	56,8	70,0	63,1
Тиксотропність, %	15	11,0	9,8	11,0	11,6	11,0	11,0	11,0	12,7
Сидементатійна стійкість, %	7	11,0	13,2	11,0	11,8	11,0	11,8	11,0	11,1
Кальцій, мкг	2	2,0	42,5	2,0	42,5	2,0	42,5	2,0	42,5
Магній, мкг	2	2,0	10,0	2,0	10,0	2,0	10,0	2,0	10,0
Фосфор, мкг	2	2,0	3,9	2,0	3,9	2,0	3,9	2,0	3,9
Харчові волокна, г	2	2,0	28,3	2,0	29,3	2,0	28,3	2,0	28,3
Безпечність, од.	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Комплексний показник якості, од.	100	100,0	162,4	100,0	171,4	100,0	164,2	100,0	171,6

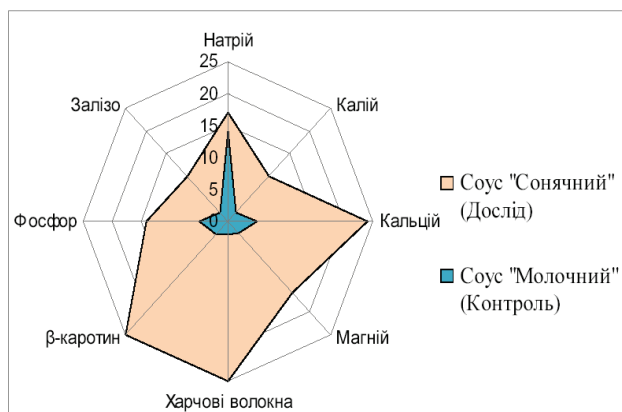


Рис. 54. Профіль якості соусу «Молочний»

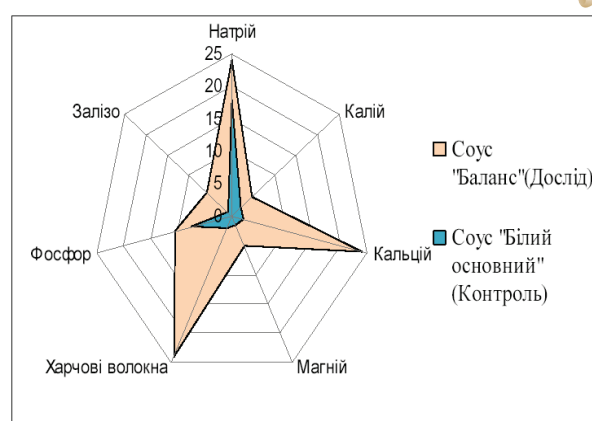


Рис. 55. Профіль якості соусу «Баланс»

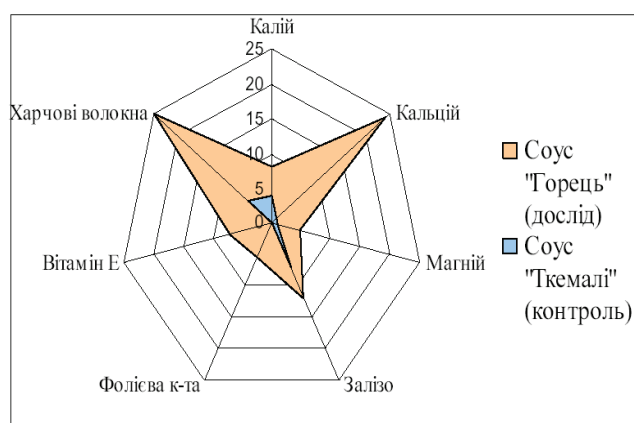


Рис. 56. Профіль якості соусу «Горець»

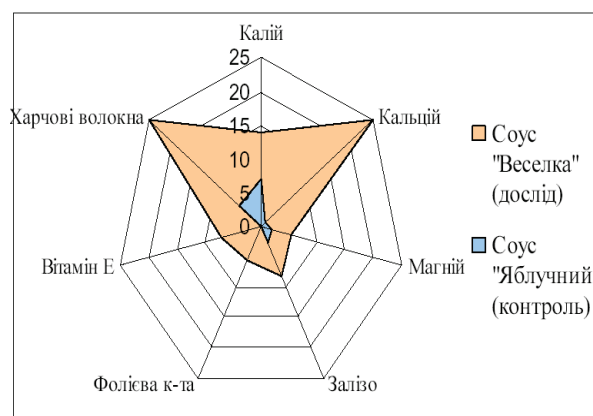


Рис. 57. Профіль якості соусу «Веселка»

Профілі якості розроблених соусів мають більшу площу поверхні: «Сонячний» – у 9,2; «Баланс» – 5,4; «Горець» – 8,2; «Веселка» – у 8,1 раза порівняно з контрольними і наближаються до еталонних. Підвищений вміст фізіологічно необхідних речовин дозволяє рекомендувати нову соусну продукцію у оздоровчому харчуванні всіх верств населення, особливо що проживає на забруднених територіях.

1.3. Соціально-економічна ефективність та конкурентно придатність соусів

У процесі проведення досліджень встановлено, що соціальна ефективність впровадження розробок у практику полягає у:

- розширенні асортименту соусної продукції;
- залученні до виробництва нової сировини;
- підвищенні харчової цінності соусів;



- підвищенні резистентності організму людини до впливу негативних чинників навколишнього середовища.

Практичне використання розробленої продукції виявило необхідність розрахунку економічних показників, які підтверджують економічну ефективність від впровадження розроблених виробів. Основними складовими поняття “конкурентоспроможність товару” виступають не тільки його якість та ціна, але й здатність виробника просунути товар на ринок з відповідним попитом споживачів. Через це для характеристики конкурентних можливостей товару більш точним є термін “конкурентопридатність”, який відображає потенційну можливість виробника досягти відповідної конкурентоспроможності на ринку. З огляду на це, розроблено методику моделювання перспективної конкурентопридатності соусів на основі композиційної суміші дієтичних добавок.

Для оцінки перспективної конкурентопридатності розроблено методику зі 100-бальною шкалою оцінювання, яка складається з чотирьох змішаних показників (комплексного і одиничних), для кожного з яких встановлено експертним методом певні коефіцієнти вагомості (табл. 27). На відміну від багатьох відомих методів оцінки конкурентопридатності товару, який надходить на ринок, розроблена нами методика враховує взаємний вплив один на одного комплексу застосованих показників (комплексного показника якості; економічного показника – рівня собівартості продукції; показника маркетингових досліджень – рівня задоволення потреб споживачів, який непрямо враховує кон’юнктуру ринку (попит і пропозицію) досліджуваних продуктів; показника інноваційної діяльності – патентної захищеності). При цьому якість має вирішальне значення і є основним конкурентоутворюючим фактором.

Комплексні показники перспективної конкурентопридатності соусу «Баланс» і «Сонячний» перевищують відповідні значення контролю на 35.2 та 33.5 бали (табл. 28).

Комплексні показники перспективної конкурентопридатності соусу «Веселка» і «Горець» перевищують відповідні значення контролю на 34.6 і 30.1 бала (табл. 29)

Комплексні показники конкурентопридатності соусів на основі композиційної суміші перевищують відповідні значення контролю і становлять відповідно: «Сонячний» – 68.2 од., «Баланс» – 70.3 од., «Горець» – 64.8 од., «Веселка» – 70.1 од., що за розробленою нами шкалою відповідає високоперспективній соусній продукції (табл. 30).

За результатами проведених розрахунків побудовано модель конкурентопридатності розроблених виробів (рис. 58, 59).



Таблиця 27

Шкала оцінки конкурентопридатності соусної продукції на основі композиційної суміші дієтичних добавок

Показник	Коефі- цієнт ваго- мості, од.	Рівень конкурентопридатності, бали			Характеристика рівня конкурентопридатності продукції		
		5	4	3	Високий рівень (5) (високоперспективна соусна продукція)	Середній рівень (4) (перспективна соусна продукція)	Невисокий рівень (3) (малоперспективна соусна продукція)
Комплексний показник якості [*]	0,4	> 100	100	< 100	> 100	100	< 100
Рівень собівартості ^{**}	0,1	< 100	100	> 100	Собівартість соусів нижча за собівартість традиційних соусів	Собівартість соусів на рівні собівартості традиційних соусів	Собівартість соусів вища за собівартість традиційних соусів
Рівень задоволення потреб споживачів ^{***}	0,2	> 81	41-80	< 40	Високий рівень – > 81	Середній рівень – 41-80	Невисокий рівень – < 40
Патентна захищеність	0,3	81-100	41-80	< 40	Оригінальна технологія захищена патентом, на яку розроблені та затверджені технічні умови	Оригінальна технологія не захищена патентом, на яку розроблені та затверджені технічні умови	Оригінальна технологія відсутня (розробляється за традиційним збірником рецептур)
Комплексний показник конкурентопридатності, од.	-	> 60	40-60	< 40	60-100	40-60	< 40

* Розрахований за сукупністю показників якості кваліметричним методом (як відношення значень фактичних показників якості до еталону з урахуванням коефіцієнтів вагомості).

** Розрахований попередньо як відношення фактичної собівартості дослідного виробу до собівартості традиційного.

*** Розрахований за даними анкетного опитування споживачів.



Таблиця 28

Результати розрахунку комплексного показника конкурентопридатності молочних та білих соусів

Показник	Коефіцієнт вагомості, т, од.	Соус "Баланс"	Соус "Білий"	Соус "Сонячний"	Соус "Молочний"
Комплексний показник якості	0,4	171,4	100	162,4	100
Рівень собівартості	0,1	81	100	96	100
Патентна захищеність	0,3	90	40	90	40
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	88	42	91	46
Сума	1,0				
Автоматичне визначення приведених показників					
Комплексний показник якості	0,4	4,9000	8,3986	4,9000	7,9576
Рівень собівартості	0,1	0,2820*	0,2284	0,2820*	0,2707
Патентна захищеність	0,3	1,6060	3,6135	1,6060	3,6135
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	1,4000	2,9333	1,5333	3,0333
Координата Y	c1=	0,1477	0,0113	0,1309	0,0096
	c2=	0,0369	0,0028	0,0327	0,0024
	c3=	0,0277	0,0021	0,0245	0,0018
	c4=	0,0138	0,0011	0,0123	0,0009
Координата Z	n1=	0,0937	0,0274	0,0909	0,0284
	n2=	0,4068	0,2514	0,3948	0,2089
Відносне значення кожної ознаки в їх сукупності	n3=	0,0536	0,0119	0,0520	0,0117
	n4=	0,0307	0,0073	0,0272	0,0070
Комплексна оцінка конкурентопридатності					
Комплексний показник якості	k1=	45,891	22,973	44,529	22,624
Рівень собівартості	k2=	11,473	5,743	11,132	5,656
Патентна захищеність	k3=	8,605	4,307	8,349	4,242
Рівень задоволення потреб споживачів	k4=	4,302	2,154	4,175	2,121
Комплексний показник конкурентопридатності, од.		70,3	35,1	68,2	34,7

* При визначенні приведенного показника рівня собівартості (РС) враховували його обернений вплив на конкурентопридатність продукції (РС^k). Прийняли коефіцієнт перерахунку $k=1 \cdot 10^4$ (для дотримання однакових розмірностей значень показників).



Таблиця 29

Результати розрахунку комплексного показника конкурентопридатності фруктових та солодких соусів

Показник	Коефіцієнт вагомості, m, од.	Соус "Веселка"	Соус "Яблучний"	Соус "Горець"	Соус "Ткемалі"
Комплексний показник якості	0,4	171,6	100	164,2	100
Рівень собівартості	0,1	94,8	100	100	81,2
Патентна захищеність	0,3	90	40	90	40
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	85	42	93	53
Сума	1,0				
Автоматичне визначення приведених показників					
Комплексний показник якості	0,4	4,9	8,4084	4,9000	8,0458
Рівень собівартості	0,1	0,282*	0,2673	0,2820*	0,2290
Патентна захищеність	0,3	1,606	3,6135	1,6060	3,6135
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	1,4	2,8333	1,7667	3,1000
Координата Y	c1=	0,1477	0,0101	0,1080	0,0109
	c2=	0,0369	0,0025	0,0270	0,0027
	c3=	0,0277	0,0019	0,0202	0,0020
	c4=	0,0138	0,0009	0,0101	0,0010
Координата Z	n1=	0,0937	0,0276	0,0864	0,0280
	n2=	0,4068	0,2168	0,3753	0,2458
Відносне значення	n3=	0,0536	0,0120	0,0494	0,0117
кожної ознаки в їх сукупності	n4=	0,0307	0,0077	0,0225	0,0068
Комплексна оцінка конкурентопридатності					
Комплексний показник якості	k1=	45,791	23,188	42,330	22,514
Рівень собівартості	k2=	11,173	5,797	10,582	5,629
Патентна захищеність	k3=	8,605	4,348	7,937	4,221
Рівень задоволення потреб споживачів	k4=	4,302	2,174	3,968	2,111
Комплексний показник конкурентопридатності, од.		70,1	35,5	64,8	34,5

* При визначенні приведенного показника рівня собівартості (РС) враховували його обернений вплив на конкурентопридатність продукції (РС^k). Прийняли коефіцієнт перерахунку $k=1 \cdot 10^4$ (для дотримання однакових розмірностей значень показників).



Таблиця 30

Узагальнена оцінка конкурентопридатності соусної продукції

Показник	Коефіцієнт вагомості, од.	Оцінка соусної продукції							
		Соус "Молочний"	Соус "Сонячний"	Соус "Білий"	Соус "Баланс"	Соус "Ткемалі"	Соус "Горець"	Соус "Яблучний"	Соус "Веселка"
Комплексний показник якості	0,4	22,6	44,5	23,0	45,9	22,5	42,3	23,2	45,9
Рівень собівартості	0,1	5,7	11,1	5,7	11,5	5,6	10,6	5,8	11,5
Патентна захищеність	0,3	4,2	8,3	4,3	8,6	4,2	7,9	4,3	8,6
Рівень задоволення потреб споживачів	0,2	2,1	4,2	2,2	4,3	2,1	4,0	2,2	4,3
Комплексний показник конкурентопридатності, од.	-	34,6	68,2	35,2	70,3	34,5	64,8	35,5	70,3
Характеристика конкурентопридатності продукції	-	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція	Малоперспективна соусна продукція	Високоперспективна соусна продукція

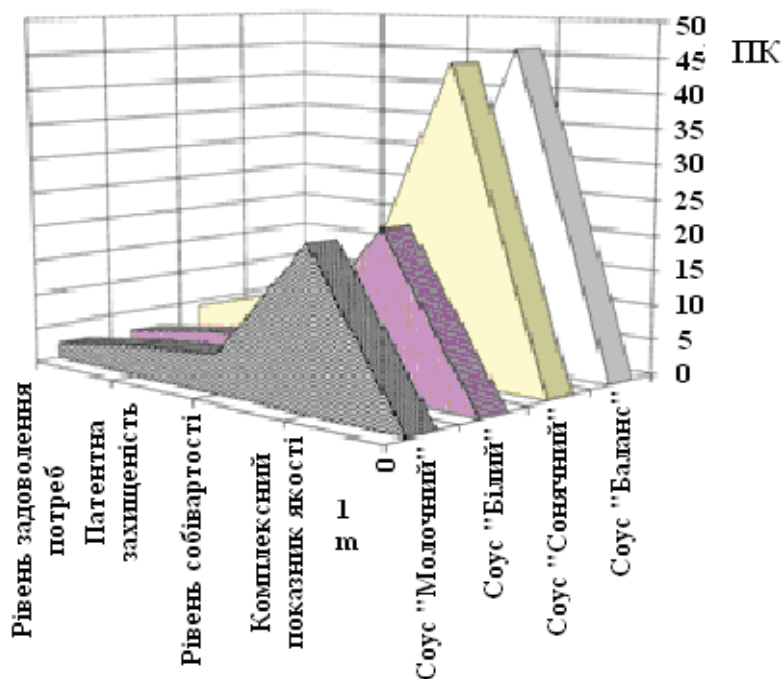


Рис. 58. Модель конкурентопридатності молочних та білих соусів функціонального призначення: ПК – показник конкурентопридатності, од.; m – вагомість i -го показника конкурентопридатності

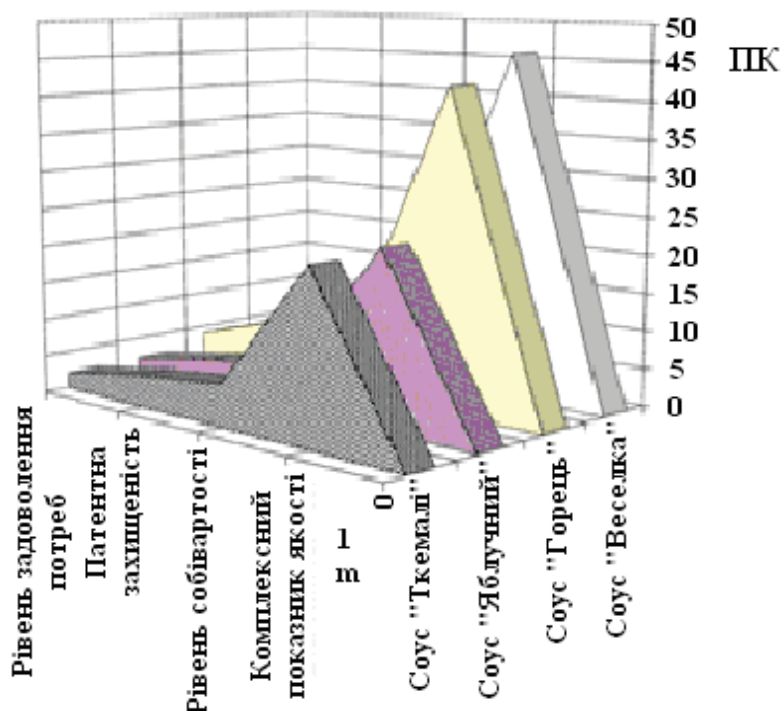


Рис. 59. Модель конкурентопридатності фруктових та солодких соусів функціонального призначення: ПК – показник конкурентопридатності, од.; m – вагомість i -го показника конкурентопридатності

Висновки

Інноваційні технології соусів з біологічно активними компонентами та соціальне значення полягає у розширенні асортименту конкурентопридатної соусної продукції з підвищеним вмістом мінеральних речовин, каротиноїдів, харчових волокон, що сприятиме покращенню здоров'я, підвищенню життєвого рівня населення, задоволення попиту споживачів на соусну продукцію оздоровчого призначення, зокрема працівників шкідливих виробництва та населення, що проживає на забруднених територіях.



ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ

Введение

Управление Проектами является одной из самых активно развивающихся управленческих дисциплин. В современных условиях, когда уровень конкуренции во всех сферах деятельности очень высок, а сроки жизни определенных товаров исчисляются месяцами, использование технологий управления проектами является необходимой мерой обеспечения не только процветания, но и выживания каждой коммерческой организации.

Управление проектами в большей мере нацелено не только на сам проект, но и на среду в которой он реализуется. При этом подразумевается обеспечение правильного сочетания интересов участников проекта, их ответственности и прав.

Целью данной работы является разработка информационной системы управления проектами в организации.

2.1. Характеристики проектов в организации

2.1.1. Основные элементы управления проектами

В управлении проектами (проектом) выделяют ряд принципиально важных элементов.

К основным элементам управления стоимостью относят:

- Смету проекта.
- Базовый план.
- Изменение плана (бюджета).
- Составление ежемесячной отчетности по затратам.
- Создание трендов.
- Управление изменениями по расходам проекта.

Участником проекта является лицо или организация, которая принимает участие в проекте или которая зависит от его результатов.

Эффективное управление проектами – интеграция информационных систем планирования с процедурами управления и организационной структурой. Вместе с тем необходимо обратить внимание, что приобретение удачного программного обеспечения не является равносильным успешной постановке управления проектами в предприятии. Именно качеством внедрения системы определяется разница между «плохим» и «хорошим» проектом.

Опыт реализации проектов свидетельствует о том, что последовательное использование современной методологии проектного менеджмента дает возможность сэкономить порядка 20% средств, которые выделяются на



осуществление проекта. Вместе с тем, расходы на управление в большинстве своем составляют несколько процентов от всей стоимости проекта.

На сегодняшний день для того, чтобы преуспеть в конкурентном соперничестве, следует обеспечить действительно оптимальное сочетание бизнес-процессов в управленческих структурах с подходами, которые нацелены на получение конечного результата.

Оптимизирование проектной деятельности возможно за счет систематизации проектной деятельности путем внедрения Систем Управления Проектами.

2.1.2. Структура проекта

Для управления всей организацией, равно как и для управления стоимостью, в проектах одним из главных понятий является бюджет.

Рассмотрим более детально такие понятия как:

- портфель проектов;
- бюджет проектов;
- бюджет портфеля проектов.

Кроме всего прочего целесообразным является рассмотрение такого понятия как бюджетная структура. Под бюджетной структурой подразумевается перечень взаимосвязей применяемых бюджетов, статей расходов и доходов. Следует обозначить также организационную структуру и принципы, которые используются при построении основных процессов управления бюджетом.

Под сметой предполагается перечень доходов/расходов, который структурирован по разделам. В отличие от сметы бюджет представляет собой перераспределение статей расходов/доходов по определенным временным периодам.

Необходимо обратить внимание на тот факт, что в бюджете могут быть показатели не только в денежном выражении.

В организации могут использоваться несколько бюджетов, каждый из которых имеет свои собственные статьи расходов и доходов.

В большинстве своем бюджеты структурируются в зависимости от центров ответственности. Таким образом, каждый из центров ответственности составляет бюджет по статьям, за которые он несет ответственность.

Следовательно, бюджет кроме средства финансового планирования представляет собой некий финансовый интерфейс между разными центрами ответственности. Каждым центром ответственности планируется своя деятельность. Эта деятельность выражается единообразно: в виде расходов, которые разносятся по определенным структурам и временным периодам. Как и любой другой план, бюджет представляет собой основу для контроля.

Бюджетирование представляет собой процесс формирования, учета и контроля выполнения тех или иных бюджетов.



К составным элементам бюджетирования относят:

- структуру расходов/доходов;
- перераспределение расходов/доходов по времени;
- перераспределение ответственности между центрами ответственности;
- процессы планирования, учета, контроля, которые предусматривают сбор и интеграцию плановой и фактической информации по центрам ответственности.

С целью систематизации структуры центров ответственности, а также для привязки проектов к периоду планирования организации используется понятие «портфель проектов».

Портфель проектов – это совокупность проектов, которые находятся в компетенции одного центра ответственности. В большинстве своем эти проекты реализуются на общем пуле ресурсов (например, оборудование). При этом ресурсный пул и результаты проектов портфеля находятся под компетенцией одного центра ответственности. Тем не менее, в случае с матричной организационной структурой, ресурсы не принадлежат центру ответственности, а придаются ему иными центрами ответственности на основании планов проекта. Следовательно, для формирования портфеля проектов требуется определить:

- проекты;
- центр ответственности;
- пул ресурсов.

В отличие от проекта, которому присущи определенные временные сроки, ограничить портфель проектов по времени – достаточно проблематичная задача. В любой период времени в портфеле проектов уже существуют проекты. В этой связи портфель проектов можно расценивать как постоянный центр ответственности, и осуществлять планирование его деятельности необходимо в рамках определенного периода. За счет этого обеспечивается возможность использования бюджета портфеля проектов в качестве интерфейса проектов с системой бюджетирования организации.

Портфель проектов в отличие от функционального центра ответственности может не обладать постоянным ресурсным пулом, и его деятельность структурируется не в качестве текущей, а в качестве проектов.

Бюджетом проекта определяется перераспределение доходов/расходов по временным периодам – с момента начала проекта и до момента его окончания. Структура статей расходов проекта включает в себя прямые затраты, которые зачастую структурируются по структурной декомпозиции работ (WBS), а также некоторые иные расходы (например, накладные расходы).

Бюджет портфеля проектов включает в себя перераспределение расходов/доходов по времени и разрабатывается на период бюджетирования



организации в целом. В зависимости от особенностей реализуемых проектов центр ответственности за портфель проектов может являться:

- центром прибыли (например, бизнес-единица, которая самостоятельно осуществляет производство продукта или предоставляет услуги и которая имеет свой бюджет);
- центром доходов (например, отдел реализации уникального оборудования, где каждая продажа требует определенной предпродажной подготовки и управляется как проект, который несет ответственность за ту цену, по которой будет реализовываться оборудование, но не осуществляет контроль над затратами по его производству);
- центром затрат (например, руководитель по восстановлению производства, бюджет чего нацелен на поддержание в рабочем состоянии и модернизации имеющихся производственных мощностей);
- центром инвестиций (например, группа инвестиционных проектов, которая обособлена как дочернее общество).

Самой большой самостоятельностью обладает центр инвестиций, который отвечает за эффективность использования вложенных в него капитальных средств. Немного меньшей самостоятельностью обладает центр прибыли, ведь он распоряжается и доходами и расходами. Самой незначительной самостоятельностью обладает центр затрат, ведь он решает стоящие перед ним задачи в рамках выделенного на это бюджета.

Для определения бюджетной структуры проектов следует:

- ✓ произвести выделение проектной структуры, то есть классифицировать проекты, их перераспределение по портфелям, а также центры ответственности за портфели проектов;
- ✓ произвести фиксацию структуры статей доходов/расходов и фиксацию распределения ответственности по центрам ответственности.

На основании полученных сведений определяют перечень бюджетов центров ответственности и их взаимосвязи.

При определении проектной структуры организации:

- производят выделение и классифицирование проектов;
- определяют центры ответственности за проекты; для каждого из центров определяют портфель проектов;
- определяют, как ресурсы могут применяться при выполнении проектов портфеля (собственные ресурсы или ресурсы других подразделений).

Главный критерий выделения проектов заключается в необходимости обособления определенной деятельности в виде отдельно взятого объекта управления, в частности, с целью разработки отдельного бюджета.

Проект поручают центру ответственности, для которого больше всего характерны следующие признаки:



- представляет интерес заказчика;
- обладает необходимой технической компетенцией, которая требуется для координации усилий участников проекта;
- обладает полномочиями для управления проектом (или эти полномочия ему необходимо делегировать).

Проект может быть разделен на подпроекты, руководство над которыми делегируется центрами ответственности, которые могут и не находится в подчинении линейного центра ответственности. Взаимодействие между центрами ответственности оговаривается в специальном документе, который, как правило, имеет название Устав, Паспорт проекта и т.д.

Необходимо обратить внимание на следующие отличительные моменты при организации взаимодействия согласно схеме «проект-подпроект».

Стоимость подпроекта должна включаться в бюджет проекта, если проект имеет определенную выручку или если между центром ответственности за проект и центром ответственности за подпроект имеет место трансфертное ценообразование.

Очень часто взаимодействие по схеме «проект-подпроект» путают с «выкупом» ресурсов подразделений при матричной структуре. Но необходимо четко разделять эти ситуации, ведь у руководителей функциональных подразделений выкупаются ресурсы, и они отвечают за профессиональные навыки специалистов; в случае подпроекта выкупу подлежит услуга, и центр ответственности за подпроект отвечает за предоставление этой услуги и осуществляет управление этим подпроектом.

Структура портфелей проектов может быть иерархической. В таком случае портфель разделяется на несколько подпортфелей, за которые ответственность несут центры ответственности.

Для каждого из подпортфелей создается свой бюджет, и эти бюджеты сводятся в общий бюджет портфеля.

Определившись со структурой центров ответственности и структурой расходов/доходов, приступают к построению бюджетной структуры – создаются шаблоны бюджетной документации или соответствующим образом настраивается существующая информационная система.

Как правило, бюджет портфелей включает в себя расходы по проектам, прямые расходы центра ответственности за данный портфель проектов, а также накладные расходы. При этом целесообразным является произвести структурирование затрат по статьям, которые относятся к проектам, то есть отобразить бюджет в разных разрезах.

2.1.3 Средства групповой работы для корпорации и база данных для отслеживания переговоров

База данных сетевой корпорации должна включать помимо персональной информации о работниках, которые участвовали в переговорах, файлы,



сведения, отражающие историю обмена информацией по электронной почте и в форме видеоконференций. Исследуем воздействие такой системы на работу корпорации.

Усиление контроля руководителями. Как уже упоминалось выше, недостаточный контроль над подчиненными является одним из основных недостатков модульной корпорации. С другой же стороны, для получения преимущества над конкурентами требуется качественный контроль над выполняющими текущие задачи. Система оповещения о том, что имеют место отклонения от стратегии, которой придерживается компания, при высоком уровне конкуренции на рынке приобретает наибольшую актуальность. В условиях нестабильной бизнес-среды существенное снижение уровня эффективности может привести к серьезным последствиям. Если проект выполняется работниками, которые географически отдалены и которые для связи с центральным офисом используют сеть Интернет, традиционные способы мотивации этих сотрудников могут не принести результата. Руководству такой компании требуется надежная и эффективная система мониторинга действий сотрудников.

Управление конфликтами. В ходе сотрудничества с удаленными работниками конфликты могут появляться чаще, чем в обычных условиях. Отсутствие межличностного общения между работниками, начальством, подчиненными, приводит к сомнениям и неспособности выявления существующих проблем. Действительно, применяя для связи только электронную почту сложно объяснить сотруднику, который сорвал сроки сдачи своей работы, что он неправ. Если же конфликт перешел на более высокий уровень, то база данных по переговорам с этим сотрудником станет реальной помощью. Люди, которые несут ответственность за разрешение конфликтных ситуаций, могут проанализировать архивы сотрудника и определить, какие ответы и при каких обстоятельствах давал сотрудник. Более того, если все работники проинформированы об использовании такой практики, их ответственность возрастет в несколько раз.

Правда, у такого явления может быть и побочный эффект – ухудшение взаимоотношений между работниками корпорации. Особенно это проявляется когда возникает ложь по поводу регистрации сообщений и видеоконференций, а также при поиске врагов и виновных. Работники неизбежно начнут применять различного рода ухищрения для исключения сохранения в базу данных сеанса связи.

2.2. Автоматизированное рабочее место менеджера управления проектами

2.2.1. Автоматизированное рабочее место (АРМ): понятие, принципы построения



Понятие автоматизированных рабочих мест (АРМ) появилось в 70-х годах. Тогда это понятие трактовалось в качестве средства, необходимого для создания систем автоматизации процесса проектирования и рассматривалось как один из вариантов разработки интегрированных пакетов.

На первых этапах автоматизированной обработки данных это понятие ассоциировалось с графическими проектными комплексами на основе мини ЭВМ. Тем не менее, доминантным являлось использование машинной графики. В основном задачи сводились к созданию сложных схем и отображению результатов проектирования при помощи графопостроителей. При подобном подходе сфера применения АРМ была довольно узкой и в большей мере касалась машиностроения и микроэлектроники – то есть тех отраслей, в которых требуется выполнение большого объема графически-чертежных работ.

Ситуация кардинально изменилась с момента начала массового производства персональных компьютеров. На сегодня очень сложно представить себе производство, в котором не используется компьютерная техника. Идеальным местом внедрения компьютеров и стали автоматизированные рабочие места.

В профессиональной литературе трактовка АРМ различается в зависимости от предназначения и предметной области. На рисунке 1 отражен пример рабочего места специалиста.



Рисунок 1 – Пример структуры рабочего места специалиста

Как правило, для выполнения поставленной перед собой задачи специалистом используются определенные навыки и знания. Им применяются различные справочники, инструктивные документы, инструментальные средства. В основном им используются сведения из информационного пространства определенной предметной области.



Автоматизация рабочего места должна предусматривать:

- осуществление операций по поиску необходимого нормативно-рабочего материала;
- осуществление вычислительных операций при минимальном вмешательстве со стороны пользователя;
- поиск данных в информационном пространстве;
- редактирование и оформление результатов проделанной работы, а также их сохранение в требуемой форме на соответствующие носители информации.

Для максимально эффективного функционирования информационных систем требуется оперативная обработка достаточно больших объемов информации, в том числе подготовка данных для принятия решений на всех управленческих уровнях. Именно этим обусловлено возникновение концепции распределенных информационных систем, которая предусматривает автоматизированную обработку информации на разных уровнях иерархии управления с передачей требуемых агрегированных данных снизу вверх. Реализация этой концепции привела к возникновению проблемы создания на каждом из уровней управления средств обработки информации, осуществляемой в виде АРМ. Следовательно, автоматизированное рабочее место специалиста становится важным звеном в сфере обработки информации и новейшим элементом информационных технологий.

Создание и активное внедрение АРМ стало возможным за счет возникновения интерактивных инструментальных средств.

Информационное пространство предметной области, включая нормативно-справочные данные, а также средства визуализации способствуют развитию коммуникаций и интеграции всех этих достижений в одну «линейку» автоматизированной обработки информации на рабочем месте.

Присутствие АРМ в системе управления подразумевает постоянное применение компьютерной техники для общения специалистов в процессе их деятельности, которая связана с решением в интерактивном режиме различного рода задач, поддерживающих эффективную работу хозяйственной системы.

В момент своего появления понятие АРМ определялось как профессионально ориентированный комплекс, который включает в себя персональный компьютер и специальное программное обеспечение. В большинстве своем подобный комплекс размещается непосредственно на рабочем месте специалиста и предназначен для автоматизации его работы.

В соответствии с ГОСТ 24003-84 определение АРМ выглядит следующим образом: АРМ – это рабочее место персонала АСУ, оснащенное средствами, которые обеспечивают участие человека в реализации автоматизированных функций АСУ.

В профессиональной литературе можно найти много иных определений, которые так или иначе связаны с передовыми достижениями научно-



технического прогресса и развитием средств обработки информации. Основным компонентом таких определений является понятие «рабочее место» как элемент организации трудовой деятельности. При этом само рабочее место определяется как некая совокупность средств, ресурсов, предметов труда, требуемых для конкретного исполнителя и его деятельности. Более того, очень часто учитываются основные особенности информационных технологий, которые используют прогрессивные методы обработки данных.

Следовательно, АРМ представляет собой диалоговую человеко-компьютерную систему, которая являет собой продуктивную среду по обработке информации, представленную методическими, лингвистическими, программными, эргономическими средствами, которые обеспечивают осуществление профессиональных функций исполнителя конкретной предметной области на его рабочем месте.

АРМ – это целый комплекс аппаратных и программных средств, а также регламентирующей документации и методических материалов, которые объединены единой технологией, нацеленной на реализацию проблем определенной предметной области

Функционирование АРМ обеспечивает творческую активность и способствует повышению исполнительской дисциплины у работников всех уровней.

Создание АРМ призвано решить следующие задачи:

- усовершенствовать технику и технологию управления работой хозяйствующего субъекта;
- снизить сроки подготовки и улучшить качество принимаемых управленческих решений;
- повысить уровень информационной поддержки процессов управления конкретным субъектом;
- перенести акцент на творческую деятельность работников управленческого аппарата путем высвобождения их от работы по обработке информации.

Для достижения решения перечисленных выше задач требуется:

- ✓ сбор, контроль, передача, сохранение, визуализация разных по типу и форме данных;
- ✓ интегрированная переработка данных, требуемых для эффективного управления хозяйствующим субъектом;
- ✓ накопление, сохранение и обеспечение доступа к данным путем создания баз данных;
- ✓ передача данных с применением различного рода телекоммуникационных средств с высоким уровнем защиты информации;



- ✓ оперативный доступ к информационным ресурсам с применением сетевых информационных систем (глобальных, локальных, региональных).

2.2.2. Этапы разработки и моделирования АРМ менеджера управления проектами

Исследуем главные положения, которыми руководствовались разработчики АРМ.

Самые первые АРМ являлись профессионально ориентированными, и программное обеспечение в них определялось чаще всего особенностями осуществляемых работ. Предназначались такие АРМ для определенных специалистов и использовались для решения задач в той или иной предметной области.

В то же время широкое распространение получил функциональный подход к созданию АРМ. Производился анализ функции, выполняемой работниками тех или иных профессий. Из них выделялись наиболее типичные и на основании этого разрабатывались программные средства для обеспечения автоматизации. Полученное в результате программное обеспечение объединялось в единый комплекс, который поддерживал задачи определенной профессии и который оформлялся как конкретный АРМ. Разумеется, такой подход имел целый ряд недостатков и ограничений, но именно его можно назвать настоящим этапом в формировании концепции АРМ. Управленческая работа описывалась в качестве совокупности процессов, соотнесенных с графиков выполнения заданий. При этом деятельность каждого работника связывалась с деятельностью остальных сотрудников – следовательно, выстраивался целостный план-график работ. На основании этого графика ставились четкие задания для исполнителей, выдавались напоминания, накапливался массив данных о деятельности работников. Накопление данных предоставляло возможность производить рассылку документов внутри организации, а также отправлять/получать сообщения с разных рабочих мест. Интегрированные программные пакеты с упомянутыми функциями являлись базой для автоматизации.

Наличие расширенного спектра программного обеспечения для компьютерной техники не исключало необходимости в разработке новых приложений по мере возникновения необходимости разработки АРМ для новых профессий. Накопление программных средств, а также более точная спецификация служебных функций специалистов привели к возникновению предпосылок для полного отказа от функционального подхода при разработке АРМ. В идеальном случае они должны разрабатываться под конкретно взятого специалиста с учетом решаемых им задач, взаимосвязи с иными работниками, его личных наклонностей. Учет данных факторов касается не только



функционального программного обеспечения и организационно-технических средств, но и полного соблюдения эргономических требований.

На данный момент существует целый ряд подходов к проектированию и реализации АРМ специалистов разных предметных направлений в их соотношении с организационными структурами.

Рассуждая о функционировании АРМ, следует исследовать компонент, который необходимо принять за единицу обработки на рабочем месте работника и, в частности, на рабочем месте менеджера. В соответствии с сформировавшейся иерархией к таким единицам могут быть отнесены: проблема, бизнес-процесс, задача, работа, функция управления. Вместе с тем проблема может включать в себя несколько функций управления, каждая из которых осуществляется совокупностью процессов и задач в общем случае. Решение каждой задачи производится за счет выполнения некоторого перечня работ, которые для него характерны. Любая проблема или функция управления может реализоваться определенным перечнем процессов, задач, работ. В этой связи в ходе проектирования конкретного АРМ менеджера необходимо организацию обработки информации выстраивать с учетом иерархии выбираемых единиц обработки.

При традиционной организации обработки информации предполагается последовательное решение задач (соответствующие АРМ следует отнести к первому поколению; в них за главную единицу обработки принималась задача). АРМ второго поколения подразумевали группирование задач согласно функциям управления; в пределах каждой из них задачи решались в установленном порядке. Обработка данных при использовании первого и второго поколений АРМ подразумевала под собой разрыв во времени между переработкой данных и принятием решений. Все это мешало оперативному реагированию на возникшие ситуации. Если говорить об организации данных, то они могли являть собой набор определенных файлов и/или базы данных.

Комплексной обработке данных для принятия решений способствовало развитие концепции баз данных и систем для управления ими. Создание агрегированного информационного пространства предоставило возможность сокращения разрыва во времени между процессом обработки и процессом принятия решений. Именно таким образом возникло третье поколение АРМ, в котором главной единицей обработки выступал процесс.

Сегодня появляется все больше и больше АРМ, которые уже стоит относить к четвертому поколению. В данном случае в основу положено понятие работы как главной единицы обработки данных.

Основное преимущество АРМ заключается в возможности максимального интегрирования элементов новой информационной технологии в управленческий процесс без нарушения при этом естественного процесса выработки и принятия управленческих решений. Программно-технические



средства АРМ предоставляют для менеджера, выступающего пользователем, возможность в режиме взаимодействия с компьютером учитывать трудно формализуемые факторы посредством отслеживания процесса обработки информации, и, в случае необходимости, вмешиваться в процесс и внедрять необходимые корректировки. В то же время достигается возможность осуществления многократных расчетов с моделированием возможных вариантов и с реализацией разнообразных ситуаций, что существенно повышает скорость и обоснованность принимаемых решений.

2.2.3. Принципы построения АРМ менеджера и требования, предъявляемые к ним

Разработка АРМ – сложнейшая системная задача, которая направлена на разрешение технических, математических, эргономических и прочих вопросов. Решение этой задачи подразумевает исследование предметной области, определение методов проектирования, соблюдение специфических принципов создания программных продуктов.

Проанализируем общесистемные принципы разработки АРМ.

Системное единство. На всех этапах разработки, функционирования, развития должна обеспечиваться целостность АРМ. Здесь следует руководствоваться тем, что АРМ рассматривается в качестве элемента управленческой системы, а также в качестве локальной информационно-вычислительной структуры. Последней следует обеспечивать полный перечень компонентов информационной технологии, информационные связи разных моделей, взаимоотношения между специалистами, формы взаимодействия пользователя с компьютерной техникой и информационными ресурсами.

Системное единство на стадии проектирования АРМ предполагает последовательное осуществление определенного перечня работ.

Постановка задачи. В данном случае производится определение целей разработки новых алгоритмов или модернизации существующих. Определяются главные требования к алгоритмам, программным элементам, лингвистическим средствам, информационным ресурсам.

Структуризация. В данном случае определяется и описывается среда действия АРМ в системе управления. Осуществляется формулирование требований и ограничений к программному обеспечению по уровням взаимодействия менеджера с АРМ. Также между собой прописываются интерфейсы технических средств, компьютеры, каналы связи. Помимо этого выбирают требуемые и перспективные протоколы обмена данными, а также средства защиты передаваемых данных. Выявляется степень ответственности, число пользователей, активность информационного взаимодействия и ряд других факторов. Определяются наиболее адекватные механизмы принятия решений.



Параметризация. Исследуются и уточняются параметры технических средств, которые есть в наличии. В качестве инструментов для реализации проекта выбирается подходящее программно-информационное обеспечение. Определяется уровень соответствия каждого из средств ограничениям, которые были описаны на стадии структуризации.

Структура будущего АРМ разделяется на однородные компоненты с определением взаимосвязей между ними. Программная реализация нацелена на обеспечение достижения заданных ранее параметров. Разрабатываются и распечатываются проектные документы согласно требованиям информационного, технического, организационного обеспечения.

Реализация. На данной стадии осуществляется непосредственно разработка программного и информационного обеспечения в качестве функционально однородных составляющих АРМ с воплощением управленческих и структурных связей между ними. При этом стоит обеспечить возможность настройки под конкретного пользователя. Также в процессе реализации разрешаются технические, эргономические, технические вопросы согласно требованиям и результатам предыдущих этапов проектирования. Подготавливаются проектные документы согласно требованиям технического, а также рабочего проектов.

Обязательно должны подвергаться критической ревизии:

- способы кодирования и сохранения обрабатываемых данных (графической, текстовой и другой информации);
- формы отображения текстовой, а также графической информации;
- соотношение между текстовой и графической информацией для определения лучшего метода представления информации менеджеру;
- параметры частотности запросов и времени их обслуживания в контексте многопользовательской системы;
- методики и способы архивирования данных при их хранении и при обмене данными между компонентами АРМ.

Гибкость. В данном случае подразумевается адаптация программного и информационного обеспечения однородных по своим функциям компонентов АРМ с реализованными связями к возможной модернизации управленческой системы за счет модульности создания ее элементов. Вместе с этим стоит обязательно учитывать еще и человеческий фактор, ведь по своей сути АРМ это человеко-компьютерная система. Гибкость в данном случае подразумевает наличие лингвистического и методического обеспечений, которые позволяют менеджеру самому видоизменять форму и структуру выдаваемых компьютером документов и постепенно дополнять и расширять функциональные возможности АРМ.



Устойчивость. Программно-аппаратные средства АРМ должны действительно стабильно работать вне зависимости от влияния на них как внутренних, так и внешних ситуаций или факторов. В случае каких-либо отклонений в отдельных компонентах АРМ они должны быстро и легко устраняться, а работоспособность всей системы быстро восстанавливаться. Стабильность работы обеспечивается путем использования дополнительных технических устройств и оборудования, которые будут поддерживать высокий уровень безопасности на физическом уровне.

Единообразие. В данном случае предполагается применение менеджерами единых понятий, условных обозначений, способов представления и т.д. Данная атрибутика должна соответствовать действующим международным и внутригосударственным стандартам.

Эффективность. Эффективность обусловлена самим предназначением АРМ как компонента хозяйствующего субъекта, главная цель деятельности которого заключается в получении прибыли. Достигается это благодаря повышению показателей рентабельности, снижения производственных издержек, совершенствования действующей управленческой системы.

В связи с тем, что АРМ – это компонент, который непосредственно не является производителем тех или иных материальных благ, стоимость его разработки и использования должны быть как можно меньше. Данное обстоятельство требует тщательности в выявлении структурных модулей АРМ, обеспечения возможности совершенствования отдельных структурных элементов АРМ, действительно четкого определения расходов на создание и внедрение АРМ, правильного расчета экономической эффективности всех этапов проектирования.

Ориентация на менеджера. АРМ должна быть разработана таким образом, чтобы пользователю не нужно было владение специальными навыками в сфере программирования. Менеджер должен оставаться в свойственной и полностью понятной для него технологии формирования документов. Поддержание данной технологии подразумевает:

- создание широкого спектра доступных интерфейсов, обеспечивающих понятное взаимодействие пользователя с компьютером;
- отбор лексики конкретной предметной области с ее внедрением в электронный словарь, компоненты которого постоянно применяются при взаимодействии пользователя с АРМ;
- инвариантность и модульность системного обеспечения;
- адаптируемость функционально нацеленных компонентов АРМ специалистом предметной области без необходимости обращения специалиста к создателю программного обеспечения.

Функциональная полнота. В рамках определенной предметной области АРМ обеспечивает удовлетворение информационных потребностей



пользователя, осуществление необходимых расчетов и накопление/обработку получаемых данных. Это достигается благодаря использованию программных средств, основой которых являются проверенные временем алгоритмы. Адаптация существующих программных модулей к изменившимся средствам управления должна осуществляться без модернизации системы управления.

В нынешних условиях деятельности хозяйствующих субъектов принципиально важным моментом является применение при принятии решений экспертных систем с базами данных.

Кроме исследованных принципов следует рассмотреть основные требования, которые предъявляются к разработке АРМ:

- максимально полное удовлетворение информационных потребностей пользователя;
- технологическая совместимость технических средств с программным обеспечением;
- возможность индивидуальной адаптации к потребностям пользователей при отображении входной информации, выходных данных и т.д.;
- максимальная наглядность и информационная емкость форм предоставления данных;
- минимизация времени, необходимого для получения пользователем требуемой информации;
- максимальное быстроедействие каналов связи при корпоративной работе;
- функциональная адаптация АРМ и интерфейса АРМ к уровню подготовленности пользователя;
- простота в освоении;
- широкая доступность средств взаимодействия пользователя с используемым программным обеспечением;
- достаточность и доступность понятий предметной области;
- гибкость в обслуживании аппаратно-программных средств.

Разумеется, данный перечень не является полным, он может быть дополнен и видоизменен в зависимости от особенностей деятельности хозяйствующего субъекта и его взаимодействия со сторонними организациями.

Учитывая рассмотренные нами принципы и требования, можно выделить ряд функций, которые обеспечивают эффективную работу АРМ и пользователя АРМ – менеджера. К данным функциям можно отнести:

- поддержку в актуализированном состоянии ресурсов информации хозяйствующего субъекта; защиту информационных ресурсов от противоправного доступа;
- обеспечение справочного, а также информационного обслуживания работников разных уровней системы управления;



- персонализацию вычислений с осуществлением математических и логических операций;
- проведение статистических, аналитических и других проверок значений учета, контроля, обработки и т.д.;
- усовершенствование интеллектуального интерфейса посредством поддержки в актуализированном состоянии лексики в предметных областях;
- постоянное обновление аппаратных средств путем приобретения и внедрения лицензионных программных средств;
- обеспечение полного соблюдения международных стандартов и соглашений.

С целью обеспечения автоматизированного осуществления функций требуется определенная организация знаний и данных, а также создание языковых средств взаимодействия пользователей АРМ с информационными ресурсами, а также программным обеспечением.

Существенное значение в определении функциональных возможностей АРМ имеет целевое предназначение АРМ, профессиональная ориентация, организационная структура предприятия.

К главным функциям исполнителя (менеджера) системы управления относятся: оформление документации, ведение архивов данных, контроль планов руководителей, обработка входящей/выходной информации, контроль над соблюдением исполнительской дисциплины и т.д.

Работа с документацией является характерной для разных АРМ и из всех выполняемых работ составляет порядка 85%. В данном случае речь идет о ведении базы файлов, формировании и рассылке документации, контроле над исполнением этой документации.

Хранение и ведение базы данных на магнитных носителях подразумевает поддержание всей текстовой информации в достоверном и актуализированном состоянии. Если говорить о самих документах, то они вполне могут быть выведены из базы данных и перенаправлены в архив, как такие, что утратили юридическую силу. При этом новые документы, которые поступают в работу, наоборот, вводятся в базу данных и становятся одним из компонентов информационных ресурсов.

В большинстве своем формирование документов, а также их редактирование осуществляется при помощи специализированных программных средств.

Для достижения этой цели активно применяют шаблоны документов, а также разнообразные тексты, которые сохраняются в виде заготовок. Вместе с тем, может использоваться вариант редактируемого документа, который рассылается исполнителям для внесения в него корректировок. Впоследствии



все правки документа обобщаются в одном документе, который распечатывается.

Проанализируем основные средства, способствующие максимально продуктивной работе менеджера и АРМ, которые поддерживают процесс управления.

На сегодняшний день наиболее распространенным инструментом является электронная почта, посредством которой осуществляется отправка, отслеживание и получение пользователями рабочей корреспонденции. Работа электронной почты поддерживается сетевыми информационными системами разного уровня. Кроме всего прочего в АРМ активно используются возможности графического представления (например, когда есть необходимость отображения того или иного процесса) в виде диаграмм, гистограмм и т.д.

Помимо графики используются также программные средства, с помощью которых обеспечивается возможность создания различного рода демонстрационных материалов, которые впоследствии применяются в ходе проведения докладов и совещаний. Главное преимущество подобного рода презентаций заключается в совместном представлении текстовой, табличной и числовой информации, которая для наглядности может выводиться на широкоформатные дисплеи.

Для максимально эффективной организации рабочего времени менеджеров могут применяться специальные программные средства, посредством которых обеспечивается правильное планирование времени, корректировка планов и т.д. Главной функцией в таких программных средствах является контроль и анализ выполнения поставленного плана. Планирование базируется на перераспределении ресурса рабочего времени между разными работами за определенный период. При этом важнейшей задачей является правильная оценка трудоемкости той или иной работы. В ходе осуществления данных работ зачастую возникает необходимость в корректировке сроков начала, окончания и очередности работ. Подобного рода изменения обуславливаются разными факторами, которые очень трудно учесть заранее (например, болезни сотрудников). В АРМ данные функции реализуются в форме «делового дневника», «рабочего блокнота» и т.д.

Групповые телекоммуникации в АРМ реализованы при помощи средств телеконференций (при наличии сетевой информационной системы).

Одна из главных и важных функций АРМ менеджера заключается в поиске требуемых знаний по регламентным или случайным запросам согласно установленным условиям. В ходе реализации запросов предполагается однократное занесение данных в базу при многократном ее использовании. Более того, регламентные запросы соотносятся с ранее оформленными шаблонами выходных документов, в которых изменения входных данных в



выходные отсутствуют или осуществляются по простым алгоритмам. Если говорить о случайных запросах, то по ним результат выдается в форме «по умолчанию» без осуществления структуризации данных, то есть, руководствуясь принципом «как выйдет».

В завершение проанализируем последовательность операций по разработке АРМ и главные этапы этой разработки. Некоторые операции могут осуществляться параллельно в зависимости от имеющегося времени, наличия квалифицированных специалистов, проектировщиков, аналитиков.

1. Исследование и характеристика предметной области:

- место АРМ, которое она занимает во всей структуре организационного управления (СОУ);
- определение проблем, функций, задач, работ, которые подлежат автоматизации;
- определение тех данных, которые требуются для реализации функций, задач и работ;
- создание инфологической модели АРМ;
- максимально детализированная характеристика пользователей АРМ с учетом их иерархии в управленческой системе.

2. Создание элементов внешнего технологического прогресса:

- документопотоков;
- входных/выходных форм документов; инструкций заполнения входных форм; распределительной документации.

3. Разработка компонентов технологического процесса работы программного обеспечения АРМ:

- регламентные запросы с их программной реализацией;
- программное обеспечение, необходимое для представления выходных форм;
- контроль данных с его программной реализацией;
- ввод и изменение данных, выдача и обработка данных;
- алгоритм взаимодействия пользователей с создателями АРМ.

4. Выбор технических средств для АРМ:

- вычислительное оборудование и различного рода телекоммуникационная техника;
- всевозможная оргтехника;
- схема оснащения рабочего места пользователя; график внедрения вычислительного оборудования в контур управления.

5. Создание схемы реализации функций, задач, работ в рамках АРМ.

6. Выбор необходимого инструментария для реализации программным обеспечением задач, работ, функций. Разработка соответствующего программного обеспечения.



7. Создание графика ввода АРМ в контур системы управления.
8. Сдача разработанной АРМ в пробную эксплуатацию.
10. Обучение пользователей работе с АРМ.
11. Разработка демонстрационной версии функционирования АРМ и испытание этой версии.

2.3. Разработка системы управления проектами

Исходя из вышеперечисленного, было принято решение разработать собственную систему управления проектами. У нее должны быть схожие функции, но при этом контроль над программой будет полностью сохранен, не будет ограничения в количестве пользователей и не будет ежемесячной платы.

2.3.1. Обоснование требований и выбор средств реализации

Сформулируем основные требования, предъявляемые к системе управления проектами:

1. База для хранения контрагентов и проектов.
2. Многопользовательность.
3. Работа по сети.
4. Фильтры отображения записей.
5. Наглядность.

Разработка системы будет выполняться в среде разработки ClickteamFusion 2.5 Developer. Данная система прекрасно подходит для реализации системы, выполняющей вышеуказанные задачи. Основными достоинствами этой среды разработки является:

- Высокая скорость разработки.
- Поддержка современными ОС.
- Наличие множества легко подключаемых расширений (плагинов).
- Надежность и стабильность работы конечного продукта.
- Лицензия на разработку коммерческих приложений с помощью этой среды.

Высокая скорость разработки приложений достигается за счет универсальности. Все элементы интерфейса (GUI) располагаются на рабочих окнах при помощи технологии «перетаскивания» (Drag&Drop). Там же, в рабочем окне, достаточно просто присвоить объекту специфичные свойства или функции.

Исполняемый код также достаточно быстро создается при помощи системы событий, при этом не теряя возможности создать любой уровень сложности и вложенности кода.

Система ClickteamFusion 2.5 Developer постоянно развивается и обновляется, разработчики этой системы очень часто выпускают «заплатки» и



поддерживают совместимость со всеми продуктами-новинками Microsoft, в частности – Windows 10.

Компания поддерживает большое сообщество сторонних разработчиков, что в совокупности с открытостью платформы позволяет воспользоваться множеством бесплатных плагинов-расширений с теми или иными функциями: сетевые возможности, удобная и шифрованная организация хранения данных и т.д.

Компания Clickteam развивает свою среду разработки уже очень давно, поэтому они имеют большой опыт и наработанные решения. Это позволяет без опаски использовать их среду разработки и уверенно утверждать, что разработанный в ClickteamFusion продукт получится стабильным и надежным.

Лицензия ClickteamFusion 2.5 Developer позволяет использовать разработанные в ней приложения в коммерческих целях, без требований процентов от продаж и прочих дополнительных условий и ограничений.

Исходя из вышеперечисленных качеств, считаем выбор среды разработки полностью обоснованным.

2.3.2. Структура разрабатываемой системы

Разрабатываемая система должна иметь следующие представления данных:

- Контрагенты.
- Проекты.
- Исполнители.
- График проектов.

Структура программы показана на рис. 2.

Вся информация хранится в Базе Данных. На отдельных страницах отображаются списки контрагентов, проектов и исполнителей, каждый из которых может быть отображен на отдельной странице с сохранением связи с остальными сущностями.

Визуализация графика проектов будет наглядно показывать статусы проектов, текущую загруженность исполнителей, давать советы по распределению нагрузки и выдавать предупреждение о несоблюдении сроков сдачи проектов.

2.3.3. Разработанный программный продукт

Был разработан программный продукт «База проектов».

Он имеет поддержку работы несколькими пользователями под собственными учетными записями с разными правами доступа. Учетные данные всех пользователей хранятся в зашифрованном виде (рис. 3).

При разработке программного продукта был выбран нейтральный дизайн и соответствующие иконки. Интерфейс программы несколько раз изменялся с целью добиться интуитивного управления проектами.



Во всех окнах сверху располагается удобное меню, через которое можно легко получить доступ к любой странице программы. На первоначальном этапе все пункты меню, кроме пункта «Выход», неактивны.

Программа начинается с окна авторизации (рис. 4).

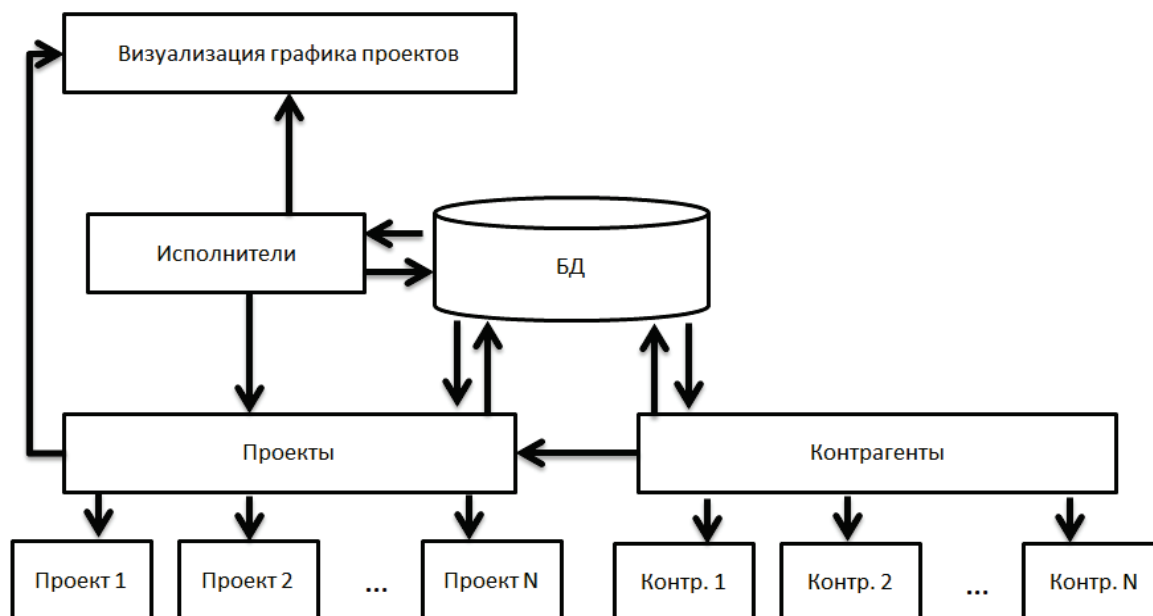


Рисунок 2 – Структура разрабатываемой программы

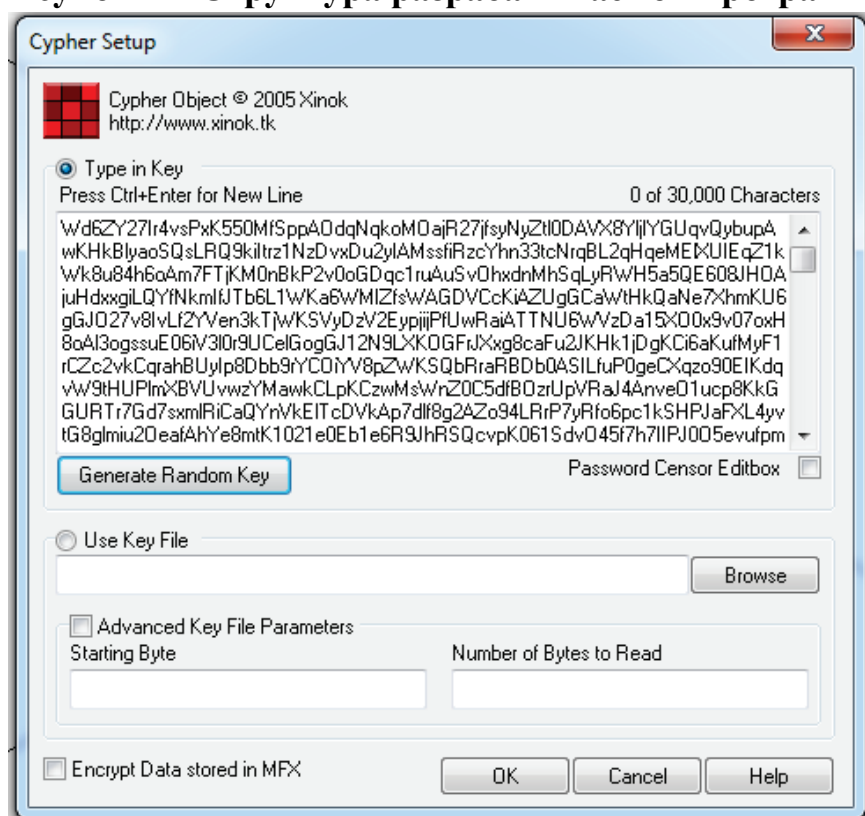


Рисунок 3 – Пример ключа шифрования данных

Программа рассчитана на разрешение экрана не меньше 1024 x 768 пикселей.

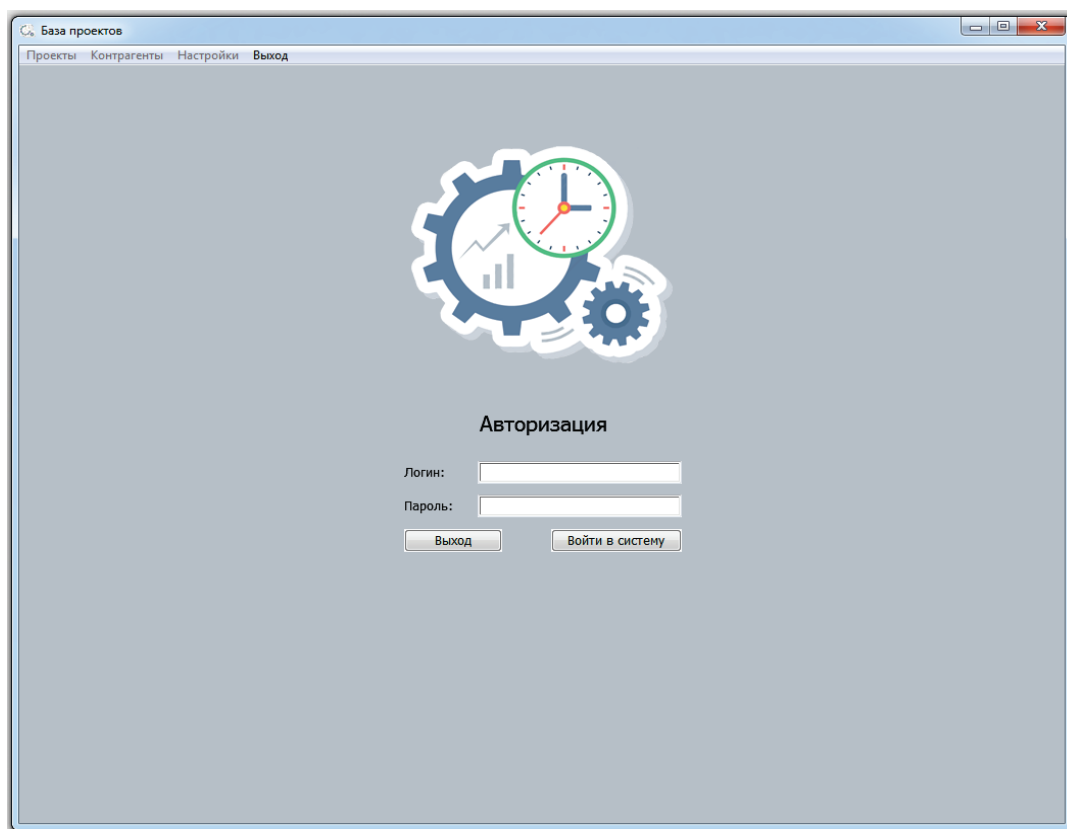


Рисунок 4 – Окно авторизации

После того, как пользователь пройдет авторизацию, у него становятся активны все пункты меню. Программа автоматически отобразит окно «Проекты» (рис. 5).

В таблице с проектами отражены все основные поля, которые требуются для работы с ними, не открывая саму карточку проекта, а именно:

- Номер проекта (уникальный)
- Контрагент
- Описание
- Исполнитель
- Состояние

Справа сверху располагаются управляющие кнопки:

- Создать
- Изменить
- Удалить

Эти кнопки выполняют соответствующие действия, причем система будет стараться делать работу пользователя максимально быстрой и продуктивной без ущерба для безопасности.

Для исключения человеческого фактора введены подтверждающие действие окошки (рис. 6).

Внизу списка проектов располагаются кнопки «Отфильтровать» и «Визуальный график проектов».

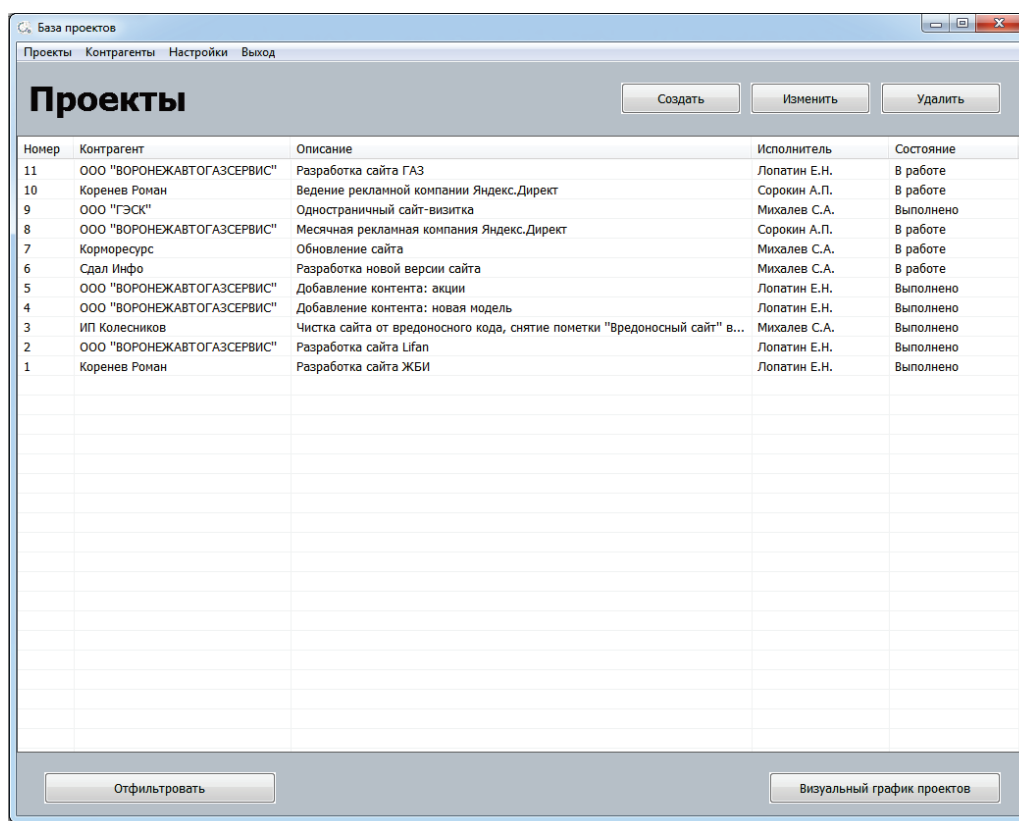


Рисунок 5 – Окно «Проекты»

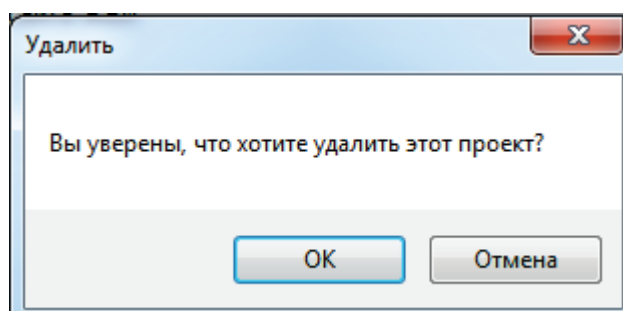


Рисунок 6 – Окно подтверждения важного действия пользователя

Первая кнопка позволяет назначить фильтр поопределенными условиям, потому что проекты со временем разрастаются, их становится больше и необходимо это как-то контролировать. Это и делается с помощью фильтров.

Визуальный график проектов перекидывает пользователя к одноименному окну.

При помощи кнопки «Создать» на странице «Проекты» можно открыть окно добавления нового проекта в Базу данных (рис. 7). Карточка проекта содержит все вышеперечисленные поля из списка проектов, а также важные в проекте даты – начала и завершения проекта.

Каждый проект нацелен на какого-то определенного контрагента. Для того, чтобы открыть и редактировать таблицу с контрагентами, нужно нажать на соответствующий пункт в главном меню. Откроется окно, представленное на рисунке 8.



По привычной схеме – справа сверху – расположены управляющие кнопки:

- Создать
- Сохранить
- Отменить
- Удалить

Окно «Контрагенты» работает по-другому, чем окно «Проекты». Здесь позволяется редактировать запись таблицы непосредственно в этом же окне, никуда не переходя. Достаточно лишь выбрать нужную запись, и доступная для редактирования информация покажется в нижней части окна. Чтобы сохранить изменения, необходимо нажать на соответствующую кнопку сверху.

Здесь также действует защита от человеческого фактора.

В окне «Настройки» (рис. 9) можно добавить/изменить/удалить исполнителей. Здесь предусмотрено необязательное поле «Отдел», по которому можно разбить исполнителей, если их достаточное количество.

Рисунок 7 – Окно добавления нового проекта

Другой список – это список пользователей. Его также можно изменять, добавляя пользователей с различным уровнем доступа и своими паролями.

В правой части экрана располагаются настройки, касающиеся Базы данных. В текстовом поле указывается путь к файлу Базы данных, который можно изменить либо вручную, либо задать через кнопку «Обзор».



База проектов

Проекты Контрагенты Настройки Выход

Контрагенты

Создать Сохранить Отменить Удалить

Вид	Название	Контакты	Комментарий
Юр. лицо	ООО "ГЭСК"	8 (473) 253-53-74 - Секретарь	
Юр. лицо	ООО "ВОРОНЕЖАВТОГАЗСЕРВИС"	8 (960) 185-69-98 - Директор Иван Ан...	
Физ. лицо	Корень Роман	8 (905) 665-457-71	
Юр. лицо	ИП Колесников	8 (473) 124-22-65	
Юр. лицо	Сдал Инфо	8 (473) 293-76-63	
Юр. лицо	Корморесурс	8 (920) 424-01-59 - Андрей	

Тип:

Название:

Контакты:

Комментарий:

Текущие проекты

Разработка сайта ГАЗ	
----------------------	--

Завершенные проекты

Месячная рекламная компания Яндекс.Д...	
Добавление контента: акции	
Добавление контента: новая модель	
Разработка сайта Lifan	

Рисунок 8 – Окно «Контрагенты»

База проектов

Проекты Контрагенты Настройки Выход

Настройки

Исполнители:

ФИО	Отдел
Лопатин Е.Н.	Web-разработка
Сорокин А.П.	Web-разработка
Михалев С.А.	Web-разработка

Добавить Изменить Удалить

Пользователи: ☐ Показать пароли

Логин	Пароль	Роль
admin	*****	Администратор
manager	*****	Менеджер

Добавить Изменить Удалить

Версия: 0.9.1.0

База данных: Обзор

Сохранить резервную копию

Резервные копии	Дата
projectbase_25_05_2016.db	25.05.2016

Рисунок 9 – Окно «Настройки»



В программе предусмотрена также защита базы данных путем резервного копирования. Соответствующая кнопка расположена после поля с путем к базе. Ниже расположен список уже сделанных резервных копий.

Выводы. Комплексное использование управления проектами и поддержка их законодательной и исполнительной властью относятся к приоритетным направлениям социально-экономического развития нашего государства.

Были рассмотрены основные понятия теории управления проектами. Была разработана структура программного продукта, который станет экономически более выгодным и конкурентоспособным инструментом управления проектами в коммерческой организации.



ГЛАВА 3. КОНЦЕПЦІЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА НАДІЙНОСТІ КОРАБЛІВ БЕРЕГОВОЇ ОХОРОНИ

Вступ

Для України досить актуальною є задача забезпечення ефективного захисту морських кордонів та державних інтересів у виключній економічній зоні. Для цього потрібні високоефективні, сучасні кораблі берегової охорони (КБО). В Україні функції берегової охорони покладено Морську охорону – структурний підрозділ Державної прикордонної служби України. Корабельний та катерний склад «Морської охорони» представлено у табл. 1.

Таблиця 1

Кораблі та катери Морської охорони України

Проект	Тип	Кількість	Δ , т	L	vs, вуз	A, діб.	N, чол.
12412 (Молния)	ПСКР	2	475	57,53	32,87	10	41
133 (Антарес)	ПСКР	1	230	40,22	50	5	24
205П (Тарантул)	ПСКР	6	245	39,98	34	10	31
1204 (Шмель)	АК	4	71	27,4	24	7	14
1400 (Гриф)	ПСКА	11	39,7	23,8	29	5	9
14670 (Гурзуф)	ПКАСС	2	43,5	23,9	31	5	9
9104 (Калкан-П)	ПСКА	4	7,86	11,04	40		2
50030 (Калкан)	ПСКА	15	7,86	11,04	40		2
58130 (Орлан)	ПСКА	1	40	25,1	38		9
UMS 1000	ПСКА	9	7,4	11,4	32		3

Віковий склад кораблів та катерів Морської охорони України представлено на рис. 1.

Проведений аналіз дає змогу зробити наступні висновки:

– Кораблі берегової охорони України мають досить великий вік та не відповідають сучасним вимогам щодо забезпечення охорони морської економічної зони.

– В останні роки поповнення флоту відбувалося за рахунок невеликих патрульних катерів. В той же час, такі держави як Росія, Румунія, Турція, поповнювали флот сучасними кораблями водотоннажністю більше 700 т.

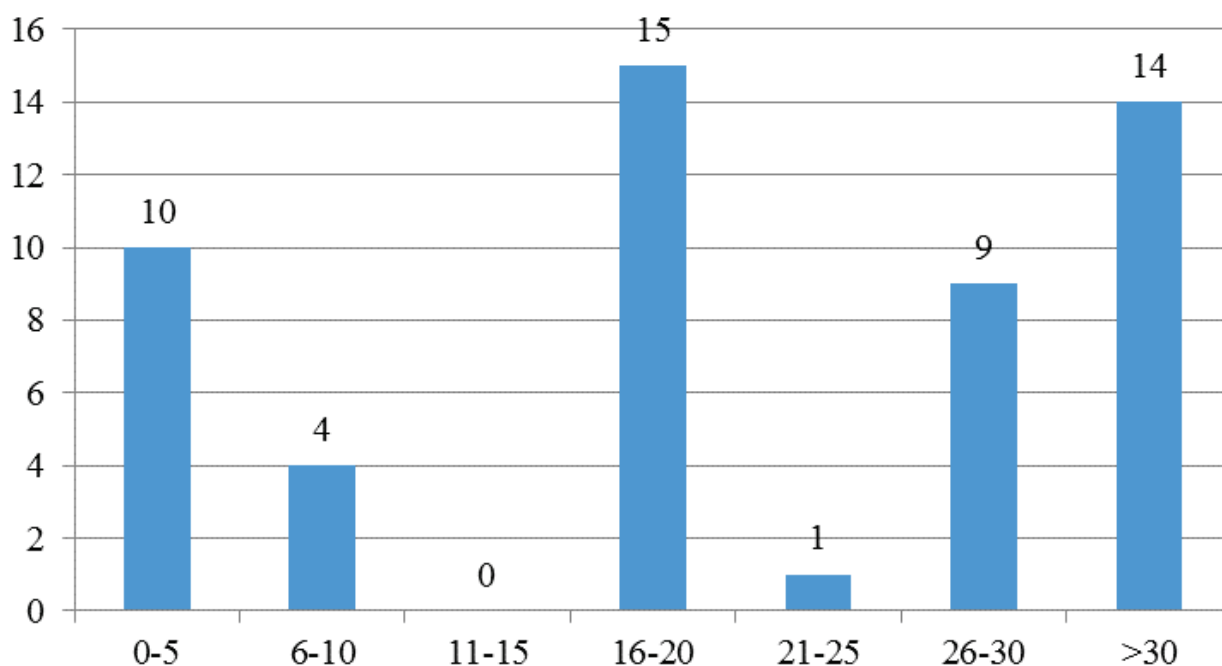


Рис. 1. Розподіл КБО України за віком

Таким чином, корабельний склад та вік наявних КБО України не повністю відповідає новим викликам сучасності та вимагає негайного оновлення.

На побудову вузько спеціалізованих кораблів потрібні досить значні кошти, яких в Україні зараз замало. У зв'язку з цим сучасний корабель берегової охорони необхідно розглядати як багатофункціональний об'єкт, здатний виконувати не тільки охоронно-поліцейські та пошуково-рятувальні функції, але й проводити антитерористичні, антипіратські і військові операції. Проектування таких кораблів слід проводити з використанням сучасних методологій та досягнень в області проектування надводних кораблів.

3.1. Концепція комплексного оцінювання ефективності та надійності корабля берегової оборони

Кораблі берегової оборони є складними, як правило, населеними інженерними спорудами, які призначені для автономного функціонування на поверхні водного середовища. Тому основою запропонованої концепції є системний підхід [1–3] відповідно до якого корабель розглядається як єдиний комплекс різнорідних за принципом дії та характеру використання взаємодіючих (функціонально) і взаємопов'язаних складних технічних систем, що включають механізми, устаткування, конструкції, особовий склад, які розміщені спеціальним чином усередині замкнутого тривимірного простору, обмеженого зовнішнім корпусом, та частково і на цьому корпусі.

У процесі бойової і повсякденної експлуатації корабель піддається складному впливу засобів ураження супротивника, водного середовища і атмосфери. Взаємодія корабля із зовнішнім середовищем (зовнішнє



функціонування) і процеси спільного функціонування техніки і екіпажу, що знаходяться на кораблі, підкоряються складним законам, що вивчаються в найрізноманітніших областях фундаментальних природничих наук, – від класичної механіки до фізіології і психології людини.

Основою методології, прийнятої в даній роботі, є комплексне дослідження тактико-технічних характеристик (ТТХ) корабля берегової охорони як складної технічної системи і пошук оптимального варіанту з урахуванням використання корабля у взаємодії з іншими силами і засобами, у тому числі бойового забезпечення і повсякденного обслуговування.

На корабель берегової охорони покладаються певні функції. Для успішного їх виконання КБО повинен володіти певними характеристиками в залежності від поставленої задачі, засобами захисту, засобами виявлення, засобами ідентифікації, обладнанням, артилерійським та авіаційним озброєнням.

В основу запропонованої концепції покладено наступні положення:

1. Сучасний корабель берегової охорони України має бути багатофункціональним, та представляти собою платформу-носій. Для виконання різноманітних задач на кораблі будуть встановлюватися змінні модулі.



Рис. 2. Судно типу «Scrunda» зі змінними модулями

Даний підхід зараз активно запроваджується при проектуванні патрульних кораблів передовими проектними організаціями світу. Як приклад, можна навести універсальну 25 м платформу СМПВ, розроблену німецькою фірмою Abeking & Rasmussen. Шість кораблів даного типу уже експлуатується



військово-морськими силами Латвії. Саму платформу та змінні модулі до неї представлено на рис. 2.

2. Для оцінювання ефективності корабля берегової охорони використовується комплексний критерій «вартість–ефективність» основними складовими якого є показники функціональної E та економічної ефективності S_i з урахуванням рівня надійності самого КБО та його систем:

$$f(X, U) = S_i/E \rightarrow \min,$$

де U – вектор параметрів задачі проектування; X – вектор незалежних змінних.

Визначення цих показників відбувається за допомогою комп'ютерного моделювання різноманітних сценаріїв розвитку подій при вирішенні тієї чи іншої задачі, яка покладена на КБО.

Усі можливі функції КБО розділено на чотири групи (місії):

- пошуково-рятувальна (SAR);
- дотримання правового режиму та запобігання загрозам (ELT);
- охорона довкілля, боротьба із забрудненням моря (MEP);
- військове використання (MR).

Ефективність ELT функції визначається за елементами, наведеними у табл. 1.

Таблиця 1

Основні елементи ELT функції

Елемент місії	Метод використання	Зона охорони	Трафік
Заборона: – наркотики – імміграція – контрабанда	патрулювання зони, захоплення та ескортування	Визначена постійна зона	Випадковий з відомим загальним трафіком
Нагляд: – за промислом іноземними суднами – за промислом вітчизняними суднами – інші види діяльності			
Контроль: за континентальним шельфом			
	випадкове патрулювання, дія за викликом	Постійне розташування	Випадковий з невідомим загальним трафіком

Ефективність SAR функції визначається за сумарною ймовірністю успішного виконання сукупності наступних основних елементів:

- пошуку та рятування людей;
- тушіння пожежі;
- буксирування аварійного судна невеликої водотоннажності до місця



ремонту або найближчого порту.

Функція МЕР передбачає проведення:

- попереджувальних заходів: інспекції в порту та різні берегові функції, наприклад, портовий нагляд;
- заходів щодо ліквідації аварійних ситуацій по забрудненню довкілля: обмеження для запобігання розширення зони забруднення, ліквідація забруднення.

3. Вибір проектних характеристик КБО необхідно виконувати шляхом моделювання його основних функцій в середовищі, в якому передбачається експлуатувати корабель. Для кожної із функцій розробляється сценарій дій КБО за яким визначається ефективність виконання КБО поставленої задачі.

3.2. Модель функціонування корабля берегової охорони

Оцінювання показника ефективності корабля берегової охорони (КБО) виконується за допомогою моделі функціонування шляхом моделювання основних його місій: пошуково-рятувальної (SAR), дотримання правового режиму та запобігання загрозам (ELT), охорони довкілля, боротьби із забрудненням моря (МЕР), військового використання (MR). Для кожної із вказаних місій розроблено сценарій дій КБО за яким і визначається ефективність виконання КБО поставленої задачі.

3.2.1. Модель функціонування КБО при моделюванні місії з дотримання правового режиму та запобігання загрозам (ELT)

Визначення показника ефективності КБО при виконанні місії з нейтралізації судна-порушника (СП) а саме – виявлення, переслідування і затримання на морі зводяться до розрахунку ймовірності його виявлення і затримання, і базується на припущенні про випадковий розподіл положення цілі в районі патрулювання. У основу цих розрахунків покладено рівняння руху [4] і рівняння відстані між КБО і СП.

Початковими даними для моделі функціонування є:

- а) зона патрулювання, де КБО повинен забезпечити виконання місії ELT з розмірами $L_{OЗ} \times B_{OЗ}$, (рис. 3);
- б) погодні умови в зоні патрулювання: стан моря, видимість. Дані параметри задаються довготривалими (режимними) розподілами характеристик вітру та хвилювання;
- в) головні задачі функціонування корабля в зоні патрулювання: патрулювання, виявлення порушника, його переслідування і затримання, ескортування. Інтенсивність режиму функціонування КБО визначається характеристиками інтенсивності тимчасового потоку порушників на інтервалі часу, рівному часу безперервного чергування КБО в зоні патрулювання (~ 15 діб). Потік порушників в зоні патрулювання на великому проміжку часу (порядку терміну служби КБО) вважається близьким до пуассоновського. Так,



якщо середнє значення потоку порушників прийняти рівним 72 судна за рік, то на інтервалі часу 15 діб воно стає рівним 3, а максимальна кількість порушників за цей же час (15 діб) складе величину близько 8 одиниць. Час переслідування судна-порушника кораблем не перевищує 1 години, катером-перехоплювачем – 2...3 години, вертольотом – 2...3 години;

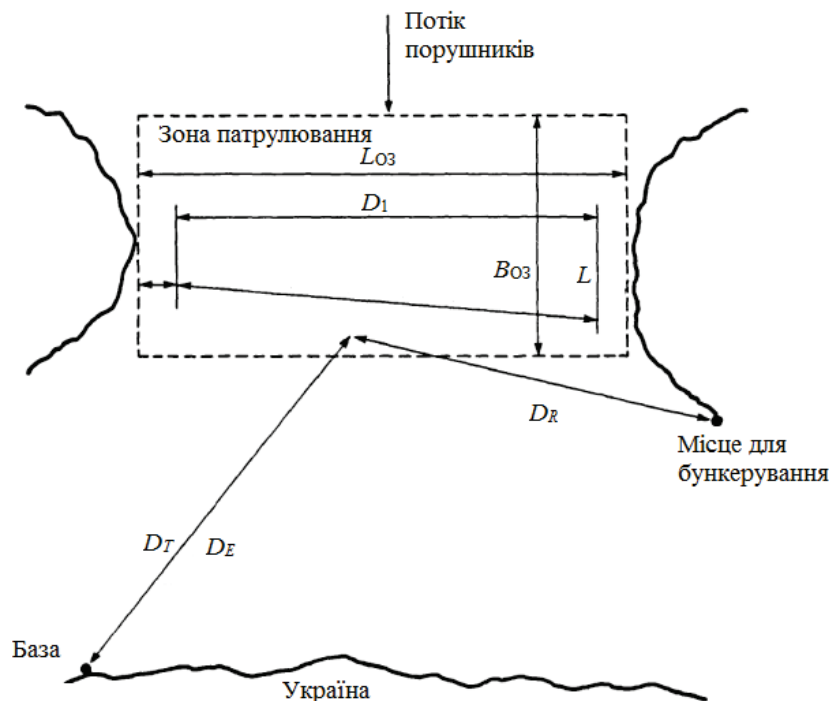


Рис. 3. Схема зони патрулювання

г) характеристики суден-порушників, які визначаються законами розподілу водотоннажності (довжини) і максимальної швидкості ходу;

д) взаємне розташування КБО і СП. У момент виявлення кораблем судно-порушник може знаходитися в довільній точці зони патрулювання. Координати початкового розташування КБО і СП (ξ_{K0}, η_{K0}) і (ξ_{H0}, η_{H0}) задаються своїми законами розподілу, в простому випадку – рівномірними.

Взаємодія КБО і СП. Відповідно до теорії керованості корабля положення КБО і СП в зоні патрулювання в кожен момент часу однозначно визначається параметрами криволінійного руху ξ_K, η_K, φ_K і ξ_H, η_H, φ_H , які пов'язані з кутами курсу, кутами дрейфу, і кутовими швидкостями обертання КБО $\varphi_K, \beta_K, \omega_K$ і СП $\varphi_H, \beta_H, \omega_H$ відомими співвідношеннями. Ці параметри в загальному випадку відшукуються за допомогою розв'язання системи рівнянь керованості КБО і СП на хвилюванні [5]:

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_K(\dot{\varphi}_K, \dot{\beta}_K, \dot{\omega}_K, v_K, \beta_K, \omega_K) &= 0, \\ \vec{F}_H(\dot{\varphi}_H, \dot{\beta}_H, \dot{\omega}_H, v_H, \beta_H, \omega_H) &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

де v_K, v_H – лінійна швидкість КБО і СП відповідно.

На основі розв'язання системи рівнянь керованості (1) визначається



відстань між кораблем берегової охорони і судном-порушником :

$$S = \sqrt{(\xi_K - \xi_H)^2 + (\eta_K - \eta_H)^2}, \quad (2)$$

$$\text{де } \xi_H = \int_t v_H \cos \varphi_H dt; \xi_K = \int_t v_K \cos \varphi_K dt; \eta_H = \int_t v_H \sin \varphi_H dt; \eta_K = \int_t v_K \sin \varphi_K dt.$$

За початкових умов задачі руху: $S = S_0$ при $t = t_0$, де $S_0 = \sqrt{(\xi_{K0} - \xi_{H0})^2 + (\eta_{K0} - \eta_{H0})^2}$, відшукуються такі параметри морехідності, як величина втрат швидкості КБО і СП при ході на хвилюванні, коефіцієнти впливу хитами на роботу засобів виявлення і затримання судна-порушника тощо. За наявності на кораблі берегової охорони зброї дистанція переслідування S зменшується на відстань пострілу.

Розглянемо граничні по курсових кутах випадки перехоплення СП КБО.

У загальному випадку вираз (2) записується у вигляді

$$S = \sqrt{\left[\int_t (v_K \cos \varphi_K - v_H \cos \varphi_H) dt \right]^2 + \left[\int_t (v_K \sin \varphi_K - v_H \sin \varphi_H) dt \right]^2}.$$

При рівних кутах курсу $\varphi_K = \varphi_H = \varphi$ маємо

$$S = \sqrt{\left[\int_t (v_K - v_H) dt \right]^2 \cos^2 \varphi + \left[\int_t (v_K - v_H) dt \right]^2 \sin^2 \varphi} = \int_t (v_K - v_H) dt.$$

У цьому випадку $\frac{dS}{dt} = v_K - v_H$ і перехоплення СП здійснюється при русі по одній лінії.

При кутах курсу $\varphi_H = 90^\circ, \varphi_K = 0^\circ$

$$\xi_K = \int_t v_K \cos \varphi_K dt = \int_t v_K dt; \xi_H = \int_t v_H \cos \varphi_H dt = 0;$$

$$\eta_K = \int_t v_K \sin \varphi_K dt = 0; \eta_H = \int_t v_H \sin \varphi_H dt = \int_t v_H dt.$$

Тут перехоплення здійснюється при русі по перпендикулярних лініях. У цьому випадку маємо $S = R = \sqrt{\xi_K^2 + \eta_H^2}$ ($R < S_0$).

Складемо диференціальне рівняння для S .

Диференціюючи рівняння відстані між КБО та СП (2), отримаємо

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \frac{d}{dt} \left\{ [\xi_K(t) - \xi_H(t)]^2 + [\eta_K(t) - \eta_H(t)]^2 \right\}^{1/2} = \\ &= \frac{1}{2} \frac{2\{\xi_K(t) - \xi_H(t)\} \left[\frac{d\xi_K}{dt} - \frac{d\xi_H}{dt} \right] + 2\{\eta_K(t) - \eta_H(t)\} \left[\frac{d\eta_K}{dt} - \frac{d\eta_H}{dt} \right]}{\sqrt{[\xi_K(t) - \xi_H(t)]^2 + [\eta_K(t) - \eta_H(t)]^2}}, \end{aligned}$$



де $\xi_H(t) = \int_0^t v_H \cos \varphi_H dt$, $\frac{d\xi_H}{dt} = v_H \cos \varphi_H$, $\xi_K(t) = \int_0^t v_K \cos \varphi_K dt$, $\frac{d\xi_K}{dt} = v_K \cos \varphi_K$,
 $\eta_H(t) = \int_0^t v_H \sin \varphi_H dt$, $\frac{d\eta_H}{dt} = v_H \sin \varphi_H$, $\eta_K(t) = \int_0^t v_K \sin \varphi_K dt$, $\frac{d\eta_K}{dt} = v_K \sin \varphi_K$.

Після перетворення знаходимо

$$\begin{aligned} \frac{dS}{dt} &= \frac{\left\{ \int_0^t (v_K \cos \varphi_K - v_H \cos \varphi_H) dt \right\} [v_K \cos \varphi_K - v_H \cos \varphi_H]}{\sqrt{\left[\int_0^t (v_K \cos \varphi_K - v_H \cos \varphi_H) dt \right]^2 + \left[\int_0^t (v_K \sin \varphi_K - v_H \sin \varphi_H) dt \right]^2}} + \\ &+ \frac{\left\{ \int_0^t (v_K \sin \varphi_K - v_H \sin \varphi_H) dt \right\} [v_K \sin \varphi_K - v_H \sin \varphi_H]}{\sqrt{\left[\int_0^t (v_K \cos \varphi_K - v_H \cos \varphi_H) dt \right]^2 + \left[\int_0^t (v_K \sin \varphi_K - v_H \sin \varphi_H) dt \right]^2}} = \\ &= \frac{\int_0^t dt (v_K^2 \cos^2 \varphi_K - 2v_K v_H \cos \varphi_K \cos \varphi_H + v_H^2 \cos^2 \varphi_H)}{\int_0^t dt \sqrt{v_K^2 \cos^2 \varphi_K - v_K v_H \cos \varphi_K \cos \varphi_H + v_K^2 \cos^2 \varphi_H + v_K^2 \sin^2 \varphi_K - 2v_K v_H \sin \varphi_K \sin \varphi_H + v_H^2 \sin^2 \varphi_H}} + \\ &+ \frac{\int_0^t dt (v_K^2 \sin^2 \varphi_K - 2v_K v_H \sin \varphi_K \sin \varphi_H + v_H^2 \sin^2 \varphi_H)}{\int_0^t dt \sqrt{v_K^2 \cos^2 \varphi_K - v_K v_H \cos \varphi_K \cos \varphi_H + v_K^2 \cos^2 \varphi_H + v_K^2 \sin^2 \varphi_K - 2v_K v_H \sin \varphi_K \sin \varphi_H + v_H^2 \sin^2 \varphi_H}} = \\ &= \frac{v_K^2 (\cos^2 \varphi_K + \sin^2 \varphi_K) - 2v_K v_H (\cos \varphi_K \cos \varphi_H + \sin \varphi_K \sin \varphi_H) + v_H^2 (\cos^2 \varphi_H + \sin^2 \varphi_H)}{\sqrt{v_K^2 (\cos^2 \varphi_K + \sin^2 \varphi_K) - 2v_K v_H (\cos \varphi_K \cos \varphi_H + \sin \varphi_K \sin \varphi_H) + v_H^2 (\cos^2 \varphi_H + \sin^2 \varphi_H)}} = \\ &= \frac{v_K^2 + v_H^2 - 2v_K v_H \left\{ \frac{1}{2} [\cos(\varphi_K - \varphi_H) + \cos(\varphi_K + \varphi_H)] + \frac{1}{2} [\cos(\varphi_K - \varphi_H) - \cos(\varphi_K + \varphi_H)] \right\}}{\sqrt{v_K^2 + v_H^2 - 2v_K v_H \left\{ \frac{1}{2} [\cos(\varphi_K - \varphi_H) + \cos(\varphi_K + \varphi_H)] + \frac{1}{2} [\cos(\varphi_K - \varphi_H) - \cos(\varphi_K + \varphi_H)] \right\}}} = \\ &= \frac{v_K^2 - 2v_K v_H \cos(\varphi_K - \varphi_H) + v_H^2}{\sqrt{v_K^2 - 2v_K v_H \cos(\varphi_K - \varphi_H) + v_H^2}} = \sqrt{v_K^2 - 2v_K v_H \cos(\varphi_K - \varphi_H) + v_H^2} \end{aligned}$$

При русі на нерегулярному хвилюванні

$$v_K = \bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K; \quad v_H = \bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H.$$

де $\bar{v}_K$ і $\bar{v}_H$ – середні швидкості; $\Delta \bar{v}_K$ і $\Delta \bar{v}_H$ – пульсації середніх швидкостей.

Дамо швидкостям $\bar{v}_K$ і $\bar{v}_H$ прирости $\Delta \bar{v}_K$ і $\Delta \bar{v}_H$. У результаті отримаємо:



$$\frac{dS}{dt} = \frac{\left\{ \int_0^t [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \cos \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \cos \varphi_H] dt \right\} [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \cos \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \cos \varphi_H]}{\sqrt{\left\{ \int_0^t [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \cos \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \cos \varphi_H] dt \right\}^2 + \left\{ \int_0^t [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \sin \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \sin \varphi_H] dt \right\}^2}} +$$

$$+ \frac{\left\{ \int_0^t [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \sin \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \sin \varphi_H] dt \right\} [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \sin \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \sin \varphi_H]}{\sqrt{\left\{ \int_0^t [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \cos \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \cos \varphi_H] dt \right\}^2 + \left\{ \int_0^t [(\bar{v}_K + \Delta \bar{v}_K) \sin \varphi_K - (\bar{v}_H + \Delta \bar{v}_H) \sin \varphi_H] dt \right\}^2}}$$

Розглянемо графіки функцій $\bar{v}_H = \bar{v}_H(h_{3\%})$ і $\bar{v}_K = \bar{v}_K(h_{3\%})$. Побудуємо біля цих кривих смуги шириною $2\Delta\bar{v}_{Hn}$ і $2\Delta\bar{v}_{Kn}$ тобто побудуємо криві для зон досяжних швидкостей ходу на хвилюванні заданої бальності.

Тепер $v_H = \bar{v}_H(h_{3\%}) \pm \Delta\bar{v}_H(h_{3\%})$; $v_K = \bar{v}_K(h_{3\%}) \pm \Delta\bar{v}_K(h_{3\%})$;

$|\bar{v}_H(h_{3\%}) - \bar{v}_{Hn}(h_{3\%})| < \Delta\bar{v}_H(h_{3\%})$; $|\bar{v}_K(h_{3\%}) - \bar{v}_{Kn}(h_{3\%})| < \Delta\bar{v}_K(h_{3\%})$.

Очевидно, що $\Delta\bar{v}_{Hn}(h_{3\%})$ і $\Delta\bar{v}_{Kn}(h_{3\%})$ малі і вираз для $\frac{dS}{dt}$ можна спростити.

$$\frac{dS}{dt} = \sqrt{\bar{v}_K^2(h_{3\%}) - 2\bar{v}_K^2(h_{3\%})\bar{v}_H^2(h_{3\%})\cos(\varphi_K - \varphi_H) + \bar{v}_H^2(h_{3\%})} + o(\Delta\bar{v}_K, \Delta\bar{v}_H).$$

У результаті шуканий розв'язок диференціального рівняння для S має наступний вигляд:

$$S = \Phi(\bar{v}_K, \bar{v}_H, \varphi_K, \varphi_H, t),$$

у якому в першому наближенні необхідно враховувати тільки втрати середніх швидкостей при русі на хвилюванні.

За допомогою цього розв'язку неважко встановити, що в згаданих вище двох граничних по курсових кутах випадках переслідування з постійними швидкостями матимемо:

а) при $\varphi_K = \varphi_H = \varphi$

$$\frac{dS}{dt} = (\bar{v}_K - \bar{v}_H) + o(\Delta\bar{v}_K, \Delta\bar{v}_H);$$

б) при $\varphi_H = 90^\circ, \varphi_K = 0^\circ$

$$\frac{dS}{dt} = \sqrt{\bar{v}_K^2 + \bar{v}_H^2} + o(\Delta\bar{v}_K, \Delta\bar{v}_H).$$

Спрощена задача взаємодії. Спрощена задача переслідування зводиться до складання і розв'язання наступного стохастичного диференціального рівняння для S :

$$\frac{dS}{dt} = a(S, t) + \psi(S, t) \quad (3)$$



де $a(S, t)$ – регулярна складова; $\psi(S, t)$ – пульсаційна складова, яка обумовлена відповідно до отриманих виразів хитавицею КБО і СП під дією хаотичного впливу вітру і хвиль.

При складанні цього спрощеного рівняння використовуються прості вирази для dS/dt , отримані для випадків переслідування зі швидкостями, близькими до постійних значень швидкостей, і значеннями курсових кутів, близьких до граничних $\varphi_K = \varphi_H = \varphi$ і $\varphi_H = 90^\circ, \varphi_K = 0^\circ$.

Задача визначення ймовірнісних характеристик руху. Випадковий характер початкових координат взаємного розташування КБО і СП в просторі зони патрулювання, обумовлює необхідність введення в розгляд щільності ймовірності координат $f(\xi_k, \eta_k, \xi_h, \eta_h, t)$ у початковий і усі подальші моменти часу, побудови за допомогою рівнянь керованості кінетичного рівняння для щільності ймовірності координат типу рівняння Фоккера-Планка-Колмогорова і складання відповідної крайової задачі для визначення цієї функції.

У спрощеній задачі переслідування за допомогою рівняння (3) для S відомими способами [6] будується наступне кінетичне рівняння для щільності ймовірності $f_1(S, t)$ відстаней між КБО і СП:

$$\frac{\partial f_1(S, t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial S} a(S, t) f_1(S, t) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial S^2} b(S, t) f_1(S, t), \quad (4)$$

де $a(S, t)$ – коефіцієнт "зносу"; $b(S, t)$ – коефіцієнт "дифузії".

У тому випадку, якщо початкове диференціальне рівняння для S представляється у вигляді

$$\frac{dS}{dt} = (v_K - v_H) \longrightarrow \frac{dS}{dt} = F(S),$$

$$a(S, t) \equiv \varepsilon \kappa[F(S)],$$

де $\kappa[F(S)]$ – операція узяття математичного сподівання або усереднювання, функція $F(S)$ є випадковою або містить випадкові параметри.

При $(v_K - v_H) = \text{const}$ $F(S)$ не випадкова величина, тому

$$a(S, t) = \varepsilon \kappa[F(S)] = \varepsilon (v_K - v_H),$$

де ε – узагальнений малий параметр.

Якщо v_K і v_H вважати залежними від t , тоді v_K і v_H – випадкові процеси. При русі КБО і СП на хвилюванні певної бальності з постійними середніми швидкостями v_K і v_H змінюються в результаті наявності подовжньо-горизонтальної хитавиці. У цьому випадку операція усереднювання дає

$$a(S, t) = \varepsilon \kappa[F(S)] = \varepsilon (\bar{v}_K - \bar{v}_H),$$

де $\bar{v}_K$ і $\bar{v}_H$ – середні швидкості на хвилюванні заданої бальності. При цьому



$$\varepsilon^2 \int_0^\infty \kappa \left[\frac{\partial F}{\partial S}(S) F(S, \tau) \right] d\tau = 0;$$

$$\begin{aligned} b(S, t) &= \varepsilon^2 2 \int_0^\infty \kappa [F(S), F(S, \tau)] d\tau = \varepsilon^2 2 \int_0^\infty M[(v_K - v_H) - (\bar{v}_K - \bar{v}_H)] [(v_K - v_H) - (\bar{v}_K - \bar{v}_H)] \delta(\tau) d\tau = \\ &= \varepsilon^2 M[(\tilde{v}_K - \tilde{v}_H)(\tilde{v}_K - \tilde{v}_H)] = \varepsilon^2 M[\tilde{v}_K^2 - 2\tilde{v}_H \tilde{v}_K + \tilde{v}_H^2] = \varepsilon^2 \{M[\tilde{v}_K^2] - 2M[\tilde{v}_H \tilde{v}_K] + M[\tilde{v}_H^2]\} = \\ &= \varepsilon^2 \{M[\tilde{v}_K^2] + M[\tilde{v}_H^2]\} \end{aligned}$$

де $\delta(\tau)$ – дельта-функція ($2 \int_0^\infty \delta(\tau) d\tau = 1$); $v_K - \bar{v}_K = \tilde{v}_K$ – пульсаційна складова швидкості КБО; $v_H - \bar{v}_H = \tilde{v}_H$ – пульсаційна складова швидкості СН; випадкові процеси v_K і v_H некорельовані; $M[\tilde{v}_K^2]$ – дисперсія швидкості КБО на хвилюванні заданої бальності; $M[\tilde{v}_H^2]$ – дисперсія швидкості порушника на хвилюванні заданої бальності.

Якщо знехтувати добавками до S , обумовленими хитавицею, тобто покласти $b(S, t) = 0$ і зберегти постійними швидкість ходу корабля $\bar{v}_K = \text{const}$ і швидкість ходу судна-порушника $\bar{v}_H = \text{const}$, тоді замість (3) маємо

$$\frac{dS}{dt} - (\bar{v}_H - \bar{v}_K) = 0.$$

Розв'язанням цього диференціального рівняння є відомий вираз:

$$(S - S_0) = (\bar{v}_K - \bar{v}_H)(t - t_0),$$

поклавши в якому нулю підсумкова відстань S між КБО і СП, можна визначити час, необхідний для затримання порушника в результаті його переслідування кораблем берегової охорони:

$$T_3 = S_0 / (\bar{v}_K - \bar{v}_H). \quad (5)$$

За допомогою отриманого розв'язку для диференціального рівняння руху будується розв'язок кінетичного рівняння (4) для щільності ймовірності $f_1(S, t)$:

$$f_1(S, t) = \int_{S_0 \min}^{S_0 \max} f(S_0) f_1(S, t; S_0, t_0) dS_0 \quad (6)$$

де $f(S_0)$ – щільність ймовірності початкових відстаней між КБО і СН; $f_1(S, t; S_0, t_0)$ – функція переходу, яка при $(v_K - v_H) < 0$ визначається виразами:

$$\begin{aligned} f_1(S, t; S_0, t_0) &= (S - S_0) + (\bar{v}_K - \bar{v}_H)(t - t_0) \quad \text{при } t - t_0 < T_3; \\ f_1(S, t; S_0, t_0) &= 0 \quad \text{при } t - t_0 > T_3. \end{aligned}$$

У тому випадку, якщо диференціальне рівняння для S представляється у вигляді

$$\frac{dS}{dt} - \sqrt{\bar{v}_K^2 + \bar{v}_H^2} = 0,$$

його розв'язком є функція



$$(S - S_0) = \sqrt{\overline{v}_K^2 + \overline{v}_H^2} (t - t_0),$$

і при $S_0 / \overline{v}_K \leq \eta_{H0} / \overline{v}_H$ час затримання судна-порушника кораблем берегової охорони визначається за формулою

$$T_z \leq S_0 / \sqrt{\overline{v}_K^2 + \overline{v}_H^2}. \quad (7)$$

Враховуючи, що в цьому випадку $\varphi_H = 90^\circ, \varphi_K = 0^\circ$, отже, замість S_0 необхідно розглядати відстань $|\xi_{K0} - \xi_{H0}|$. Тоді вираз (7) необхідно представити у вигляді

$$T_z = |\xi_{K0} - \xi_{H0}| / \sqrt{\overline{v}_K^2 + \overline{v}_H^2}, \quad (8)$$

з якого виходить, що у випадку $\varphi_H = 90^\circ, \varphi_K = 0^\circ$ "навантаження" на КБО істотно менше, ніж у варіанті $\varphi_K = \varphi_H = \varphi$.

Задача виявлення судна-порушника [7–11]. Початкові дані: КБО рухається уздовж зони патрулювання, зі швидкістю патрулювання $v_{Kp} = \text{const}$; виявляючи порушника за допомогою радіолокатора. R_{PLC} – радіус дії радіолокатора КБО. Після виявлення КБО судно-порушник починає свій рух на вихід з зони патрулювання з $v_H = \text{const}$. Характеристики засобів виявлення і швидкості руху в загальному випадку є функціями погодних умов: $R_{PLC} = R_{PLC}(h_{3\%})$; $v_{Kp} = v_K(h_{3\%}, D_K)$; $v_H = v_H(h_{3\%}, D_H)$, де $h_{3\%}$ – характерна висота хвиль, D_K і D_H – водотоннажність КБО і СП.

Розв'язання задачі виявлення може будуватися на основі використання "геометричної" ймовірності. У цьому випадку використовується площа зони, що охороняється

$$S_{oz} = L_{oz} B_{oz},$$

і площа огляду КБО (площа радіолокації)

$$S_{обз} = \pi R_{обз}^2.$$

Ймовірність виявлення КБО судна порушника, якщо вони не мають ходу, тобто якщо $v_H = v_K = 0$, визначається за формулою геометричної ймовірності:

$$P_1 = \frac{S_{обз}}{S_{oz}} = \frac{\pi R_{обз}^2}{L_{oz} B_{oz}}.$$

Якщо КБО і СП мають хід, то за час проходження судном порушником максимальної відстані уперек зони патрулювання, $2 R_{обз}$, на якому воно може бути виявлене, тобто за час

$$T_{прох} = \frac{2R_{обз}}{v_H} = \frac{D_{обз}}{v_H}$$

корабель берегової охорони пройде шлях $T_{прох} v_K$, і площа огляду збільшиться на величину

$$\Delta S_{обз} = T_{прох} v_K D_{обз}.$$



Підставляючи в цю формулу $T_{\text{прох}}$, остаточно отримаємо

$$S_{\text{обз}} = D_{\text{обз}}^2 \left(\frac{v_K}{v_H} + \frac{\pi}{4} \right) \cdot$$

Отже, ймовірність виявлення в цьому випадку буде визначатися залежністю

$$P_1 = \frac{S_{\text{обз}}}{S_{\text{оз}}} = \frac{D_{\text{обз}}^2 \frac{v_K}{v_H}}{L_{\text{оз}} B_{\text{оз}}} = \frac{(2R_{\text{обз}})^2 \left(\frac{v_K}{v_H} + \frac{\pi}{4} \right)}{L_{\text{оз}} 2R_{\text{обз}}} = \frac{2R_{\text{обз}}}{L_{\text{оз}}} \left(\frac{v_K}{v_H} + \frac{\pi}{4} \right).$$

Дана залежність є розв'язком задачі, яка враховує вплив швидкостей КБО і СП, на ймовірність виявлення при оперуванні площами огляду, що забезпечують контроль.

Розглянемо тепер цю ж задачу визначення ймовірності виявлення судна-порушника P_1 , враховуючи початкове положення СП в зоні патрулювання і його первинне положення відносно КБО.

Якнайшвидший вихід судна-порушника з зони патрулювання здійснюється залежно від його початкового положення по ширині зони патрулювання η_{H0} , ширини зони патрулювання $B_{\text{оз}}$ і швидкості ходу, тобто визначається за формулою

$$T_{\text{вих}} = \frac{B_{\text{оз}} - \eta_{H0}}{v_H}.$$

У цьому випадку мінімальний час перебування судна-порушника в зоні патрулювання визначається за залежністю

$$T_{\text{min}} = \frac{B_{\text{оз}} - \eta_{H0}}{v_H}.$$

За цей час КБО пройде шлях, рівний $T_{\text{вих}} v_K$ і скоротить початкову відстань S_0 на величину $T_{\text{вих}} v_K$.

Отже, реальна відстань від КБО до СП, на якій СП буде виявленим, визначиться співвідношенням

$$R_{\text{обз}} + T_{\text{вих}} v_K = R_{\text{обз}} + \frac{B_{\text{оз}} - \eta_{H0}}{v_H} v_K,$$

а дистанція виявлення, з урахуванням швидкості патрулювання, – за формулою

$$D_{\text{обн}} = -[R_{\text{ПЛС}} + T_{\text{min}}(\eta_{H0}, v_H) v_{Kp} - S_0(\zeta_{K0}, \eta_{K0}, \zeta_{H0}, \eta_{H0})],$$

у якій умовно прийнято, що при $D_{\text{обн}} < 0$ судно-порушник виявляється і при $D_{\text{обн}} > 0$ – не виявляється.

Таким чином дистанція виявлення $D_{\text{обн}}$ є випадковою величиною, закон розподілу якої визначається законами розподілу координат початкового положення КБО і СП в зоні патрулювання. Цей закон розподілу – щільність ймовірності дистанцій виявлення $f(D_{\text{обн}})$ – можна отримати або шляхом



використання аналітичного перетворення або чисельним методом, наприклад, шляхом використання методу Монте-Карло. Після знаходження щільності ймовірності дистанцій виявлення $f(D_{обн})$ ймовірність виявлення судна-порушника P_1 обчислюється за формулою

$$P_1 = \int_{D_{обн\max}}^0 f(D_{обн}) dD_{обн}. \quad (9)$$

Задача переслідування і затримання судна-порушника. Передбачається, що у момент виявлення СП і КБО «бачать» один одного і СП повним ходом найкоротшим шляхом прагне вийти із зони патрулювання. Тоді на основі розв'язку $S - S_0 = (v_K - v_H)(t - t_0)$ при $(v_K - v_H) > 0$ час зближення

$$T_{Сбл} \approx \frac{S_0}{v_{Ks} - v_H},$$

де v_{Ks} – швидкість повного ходу КБО. При $(v_K - v_H) < 0$ операція переслідування не має сенсу.

На тихій воді, якщо КБО має водотоннажність D_K більшу, ніж водотоннажність порушника D_H , але швидкість v_K меншу чим швидкість порушника v_H , КБО не наздожене порушника. У той же час на хвилюванні певної бальності (у погану погоду) v_K при тих же початкових даних може стати рівною або більшою v_H , тоді корабель наздожене порушника. Цим обумовлюється вплив хвилювання на ймовірність захоплення СП.

У отриманому розв'язку визначення втрат середніх швидкостей КБО і СП на хвилюванні виконано за формулами роботи [12].

Вводячи в розгляд наступну оцінку часу переслідування T_z , яка визначається за формулою

$$T_z \sim T_{Сбл} - T_{\min} = \left[\frac{S_0}{v_{Ks} - v_H} - \frac{B_{O3} - \eta_{H0}}{v_H} \right],$$

відмітимо, що якщо час переслідування $T_z < 0$, то судно-порушник затримується і при $T_z > 0$ – не затримується.

Даний час переслідування T_z також є випадковою величиною, закон розподілу якої визначається первинними положеннями КБО і СП в зоні патрулювання. Після відшукування закону розподілу цієї випадкової величини – щільність ймовірності часу переслідування $f(T_z)$ – ймовірність затримання судна-порушника P_2 обчислюється за формулою

$$P_2 = \int_{T_{z\max}}^0 f(T_z) dT_z. \quad (10)$$

Визначення функціональної надійності виконання поодиноким КБО охоронних операцій. Ймовірність E успішного виконання операцій з виявлення і затримання СП у результаті переслідування розраховується за формулою [13,



14]

$$E = P_1 P_2 \quad (11)$$

Показник надійності берегової охорони. При довільній кількості N «паралельно» дублюючих один одного незалежних кораблів [15] надійність охорони зони патрулювання обчислюється за формулою

$$F_i = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_i),$$

де N – кількість КБО в заданій зоні; P_i – ймовірність затримання для i -го корабля.

Надійність берегової охорони в цілому при введених вище допущеннях визначається за формулою

$$F = \prod_{i=1}^n F_i,$$

де n – кількість зон патрулювання.

3.2.2. Модель функціонування КБО при моделюванні пошуково-рятувальної місії (SAR)

Головними задачами, які покладаються на КБО при виконанні пошуково-рятувальної місії (SAR) є пошук об'єкта, що зазнав аварії, швидкий перехід до місця аварії, порятунк людей, гасіння пожежі, зняття з мілини і буксирування АС на базу (за можливості).

Початковими даними для виконання SAR місії є [16]:

- зона патрулювання з розмірами $L_p \times B_p$;
- погодні умови в зоні патрулювання, які задаються довготривалими режимними розподілами середніх швидкостей вітру і відповідних характерних висот хвилювання $h_{3\%}$;
- характеристики аварій і аварійних суден в зоні патрулювання (ЗП), головними серед яких є:

- а) розподіл тимчасового потоку аварій і середня кількість аварій за рік;
- б) ймовірність появи в районі аварій певного типу (посадки на мілину, втрати ходу при зіткненнях та іншому, пожежі і вибухи на судах);
- в) закони розподілу координат місць аварій в ЗП (η_A, ξ_A);
- г) типи аварійних суден і закон розподілу водотоннажності та інших головних характеристик аварійних суден в ЗП.

Основною метою пошуково-рятувальної місії (SAR) в зоні патрулювання є максимізація ймовірності ліквідації наслідків аварій:

$$P(CO) = \sum_{i=1}^3 p_{0i} h_i p_i, \quad (12)$$

де: $h_1 = P(H_1)$; $h_2 = P(H_2)$, $h_3 = P(H_3)$ – ймовірність появи в зоні патрулювання i -ої аварії;



$p_{0i} = P(H_{0i})$ – ймовірність підходу КБО до місця i -ої аварії;

p_1 – ймовірність зняття АС з мілини:

$$p_1 = h_{11}p_{11} + h_{12}p_{12},$$

у якій: $h_{11} = P(H_{11})$ – ймовірність аварії, що пов'язана з посадкою на мілину, при якій АС після зняття з мілини має свій хід, $h_{12} = P(H_{12})$ – ймовірність аварії, що пов'язана з посадкою і зняттям з мілини, після якої АС не має самостійного ходу, $p_{11} = P_{11}(CO|H_{11})$, $p_{12} = P_{12}(CO|H_{12})$ – ймовірність здійснення рятувальним судном відповідних операцій.

Аналогічне співвідношення вводиться для випадку ліквідації пожежі на судні з подальшим збереженням або втратою власного ходу

$$p_3 = h_{31}p_{31} + h_{32}p_{32}.$$

Для випадку коли АС втрачає хід в результаті зіткнення або відмови в роботі двигуна або рушійно-рульового комплексу, використовується співвідношення

$$p_2 = h_2p_{22}.$$

Для визначення даної сукупності ймовірностей необхідно розв'язати наступні задачі функціонування КБО.

1. *Задача пошуку об'єкта*, що потратив у аварійну ситуацію (судна, людини, літака, тощо). Можливі два випадки, які пов'язані з виникненням аварійної ситуації. Перший – об'єкт, який зазнав аварії, передав координати місця аварії. У даному випадку задача пошуку не розглядається і моделюється задача прибуття корабля берегової оборони на місце аварії. Другий випадок – координати місця аварії невідомі, відомо лише, що аварії виникла у певній зоні (наприклад, літак упав у море). У такому разі проводиться моделювання пошуково-рятувальної операції з використанням КБО, вертольоту та/або БЛА. Успішність цієї операції оцінюється ймовірністю визначення місцезнаходження об'єкта, який зазнав аварії P_D .

Згідно [17] пошуково-рятувальна операція може проводитися з використанням різних схем пошуку:

- пошук за розширюючими квадратами, яка найбільш ефективна, коли місцезнаходження об'єкта пошуку визначено в досить вузьких межах;

- пошук на паралельних лініях маршруту застосовується при великій невизначеності відносно місцезнаходження об'єкта пошуку, що призводить до необхідності проведення пошуку у досить широкому діапазоні з рівномірним обхватом простору;

- пошук по хвилеподібних лініях (паралельними галсами) також застосовується при великій невизначеності відносно місцезнаходження об'єкта пошуку, що призводить до необхідності проведення пошуку у досить широкому діапазоні з рівномірним обхватом простору;

- координований пошук по хвилеподібних лініях застосовується при одночасному використанні КБО та вертольоту (БЛА);



Якщо допустити, що об'єкт пошуку знаходиться в районі проведення пошуково-рятувальної операції, то ймовірність P_D може бути визначена за формулою:

$$P_D = 1 - e^{-C},$$

де C – коефіцієнт обхвату.

При використанні схеми пошуку по хвилеподібних лініях C може бути визначений за виразом:

$$C = \frac{W}{S},$$

де W – ширина огляду; S – інтервал між паралельними лініями курсу КБО.

2. *Задача прибуття корабля берегової оборони на місце аварії.* При випадкових відстанях $S = \sqrt{\xi_A^2 + \eta_A^2}$ між КБО і АС (рис. 4) в умовах випадкових вітро-хвильових дій на КБО і АС операція підходу КБО до АС визначається розв'язанням наступного стохастичного диференційного рівняння руху КБО:

$$\frac{dS}{dt} = a(Y, S, Z, t) + \psi(S, t), \quad (13)$$

де Y – вектор тактико-технічних характеристик КБО; Z – вектор характеристик погодних умов в районі аварійно-рятувального обслуговування КБО;

$\psi(S, t)$ – пульсаційна складова швидкості КБО, яка обумовлена хитавицею КБО.

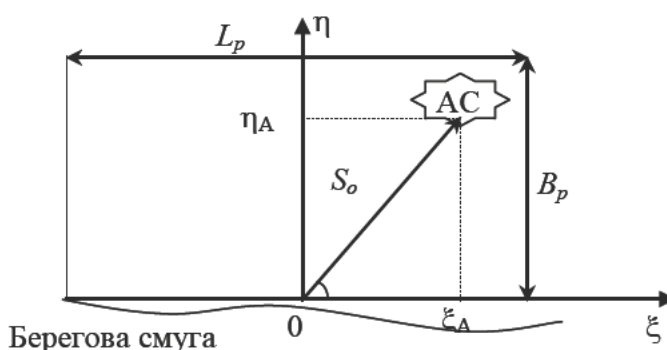


Рис. 4. Розташування АС в зоні патрулювання КБО

За таких початкових даних еволюція щільності ймовірності $f_1(S, t)$ відстаней $S(t)$ при підході КБО до АС визначається розв'язанням кінетичного рівняння

$$\frac{\partial f_1(S, t)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial S} a(S, t) f_1(S, t) + \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial S^2} b(S, t) f_1(S, t),$$

яке будується на основі стохастичного рівняння руху (13) і в якому $a(S, t) = a(Y, S, Z, t)$ – коефіцієнт "знос", а $b(S, t)$ – коефіцієнт "дифузії".

Розв'язання кінетичного рівняння здійснюється за початкової умови $f_1(S = S_0, t = t_0) = f_1(S_0)$, де $f_1(S_0)$ – щільність ймовірності початкових відстаней S_0 , і граничних умовах, що відповідають сутності задачі.

Потім визначається так звана функція надійності



$$F(t) = \int_{\Omega} f_1(S, t) dS$$

за допомогою якої обчислюється середній час підходу КБО до АС та інші характеристики операції підходу.

При введенні таких припущень: відносній малості ділянок розгону і гальмування КБО, лінеаризації опору руху КБО, прямолінійності руху, русі КБО на хвилюванні заданої інтенсивності з постійною середньою швидкістю і т.д., задача суттєво спрощується. В даному випадку час, необхідний для прибуття КБО на місце аварії, визначається за формулою

$$T_{np} = \frac{S_0}{v}$$

Якщо тепер через T_A позначити проміжок часу, до завершення якого ще має сенс проведення рятувальної операції, то узятий із зворотним знаком час, що залишається на виконання рятувальної операції, визначається за виразом

$$\Delta T = T_{np} - T_A.$$

Тоді ймовірність прибуття КБО на місце аварії p_{0i} визначається за формулою

$$p_{0i} = \int_{\Delta T_{\max}}^0 f(\Delta T) d\Delta T,$$

де $f(\Delta T)$ – щільність ймовірності часу проведення рятувальної операції.

Для визначення ймовірності p_{0i} , передбачається, що аварії в даному районі аварійно-рятувального обслуговування реалізувалися таким чином, що щільність ймовірностей місць аварій за координатою ξ визначається за нормальним законом розподілу, за координатою η – бета законом розподілу. Тоді розподіл місць аварій за координатою має вигляд

$$f(\xi_A) = \frac{1}{\sigma_{\xi_A} \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(\xi_A - \mu_{\xi_A})^2}{2\sigma_{\xi_A}^2} \right],$$

де μ_{ξ_A} – математичне сподівання і середньоквадратичне відхилення випадкової величини ξ_A відповідно.

Розподіл місць аварій за координатою визначається за виразом

$$f(\eta_A) = \frac{1}{(\eta_{A\max} - \eta_{A\min})^{\alpha+\beta-1} B(\alpha, \beta)} (\eta_A - \eta_{A\min})^{\alpha-1} (\eta_{A\max} - \eta_A)^{\beta-1},$$

де $B(\alpha, \beta) = \int_0^1 t^{\alpha-1} (1-t)^{\beta-1} dt$; $\eta_{A\min} \leq \eta_A \leq \eta_{A\max}$; α, β – параметри закону,

$\alpha > 0; \beta \geq 0$.

3. Задача зняття аварійного судна з мілини для КБО є допоміжною і може бути виконана за певних умов. Зняття АС з мілини визначається початковими умовами динамічної задачі – різницею між горизонтальним зусиллям тертя, що



створюється АС, і тягою, що розвивається КБО

$$\Delta F = F_A(\Delta_A^*, f_A, \dots) - F_T(N_E, Z, \dots) < 0, \quad (14)$$

де: N_E – потужність головного двигуна КБО, Z – погодні умови в районі аварії; Δ_A^* – нормальна сила тиску АС на ґрунт, f_A – коефіцієнт тертя АС з ґрунтом.

Тому диференційне рівняння виконання цієї операції типу (13) може бути замінене співвідношенням (14). При подальшому спрощенні задачі горизонтальна сила тертя F_A може бути визначена за формулою

$$F_A = \Delta_A^* f_A.$$

Величина f_A підпорядковується законам, близьким до закону бета-розподілу. Тоді закон розподілу випадкової величини f_A може мати вигляд

$$f(f_A) = \frac{1}{0,6 - 0,2} \text{ при } 0,2 \leq f_A \leq 0,6; \quad f(f_A) = 0 \text{ при } f_A < 0,2 \text{ і } f_A > 0,6,$$

а щільність розподілу випадкової величини Δ_A^* визначається за формулою

$$f(\Delta_A^*) = \frac{1}{(\Delta_{A\max}^* - \Delta_{A\min}^*)^{\alpha+\beta-1} B(\alpha, \beta)} (\Delta_A^* - \Delta_{A\min}^*)^{\alpha-1} (\Delta_{A\max}^* - \Delta_A^*)^{\beta-1},$$

де $B(\alpha, \beta) = \int_0^1 t^{\alpha-1} (1-t)^{\beta-1} dt$; $\Delta_{A\min}^* \leq \Delta_A^* \leq \Delta_{A\max}^*$; α, β – параметри, $\alpha > 0$; $\beta \geq 0$.

Параметри α і β при обробці статистичних даних району аварійно-рятувального обслуговування визначають за допомогою виразів

$$\alpha = \frac{1 - \bar{\Delta}_A^*}{\sigma^2} \left[\bar{\Delta}_A^* (1 - \bar{\Delta}_A^*) - \sigma^2 \right]; \quad \beta = \frac{\bar{\Delta}_A^* \alpha}{1 - \bar{\Delta}_A^*},$$

$$\text{де } \bar{\Delta}_A^* = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_{Ai}^*}{n}; \quad \sigma^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n \Delta_{Ai}^2 - \left(\sum_{i=1}^n \Delta_{Ai}^* \right)^2}{n(n-1)}.$$

тут Δ_{Ai}^* – нормальна сила тиску AC_i на ґрунт.

У результаті ймовірність зняття АС з мілини p_1 визначиться за формулою

$$p_1 = \int_{\Delta F_{T\max}}^0 f(\Delta F) d\Delta F,$$

де $f(\Delta F)$ – щільність ймовірності випадкової величини ΔF .

4. *Задача гасіння пожежі на аварійному судні.* За необхідності КБО може бути обладнаний змінними контейнерними модулями із засобами пожежогасіння. Необхідна для гасіння пожеж комплектація КБО протипожежними засобами також визначається початковими даними динамічної задачі і для потреб проектування не вимагає її повного розв'язання.

Для цього достатньо розглянути наступні співвідношення:

– для засобів гасіння пожеж струменями води $\Delta\Omega_B = \Omega_{BA} - \Omega_{BC}$;



– для засобів піногасіння $\Delta\Omega_{\Pi} = \Omega_{\Pi A} - \Omega_{\Pi C}$,

де $\Omega_{\Pi A}$ і $\Omega_{\Pi B}$ – випадкові величини "площ пожежі" (площ пожежі або еквівалентних, перерахованих на площу, об'ємів пожежі) при піно- та водогасіннях на аварійних суднах; $\Omega_{\Pi C}$ і $\Omega_{\Pi B}$ – "площі" піно- та водогасіння, що покриваються протипожежними засобами КБО.

Площа, що покривається засобами піногасіння визначається за формулою

$$\Omega_{\Pi C} = \frac{q_p n_p k}{a i_p t_p},$$

де n_p – кількість лафетів піногасіння; q_p – кількість піни, що виробляється одним засобом піногасіння (л); $k = 80-100$ – кратність піни; a – коефіцієнт, який враховує процентний вміст піноутворювача у водному розчині; t_p – розрахунковий час піногасіння (с); i_p – інтенсивність подачі води, л/м²с.

Для визначення площі водогасіння використовується вираз

$$\Omega_w = \frac{q_w n_w}{i_w},$$

де n_w – кількість лафетів водогасіння; q_w – витрати води через пожежний лафет (л/с); i_w – інтенсивність подачі води при гасінні, л/м²с.

Ймовірність гасіння пожежі на АС дорівнює

$$p_3 = p_{\Omega 31} \int_{\Delta\Omega_{\Pi C}}^0 f(\Delta\Omega_{\Pi}) d\Delta\Omega_{\Pi} + p_{\Omega 32} \int_{\Delta\Omega_{\Pi B}} f(\Delta\Omega_{\Pi}) d\Delta\Omega_{\Pi},$$

де $p_{\Omega 31}$ і $p_{\Omega 32}$ – ймовірність пожеж на АС, при яких застосовуються засоби піно- і водогасіння; $f(\Delta\Omega_{\Pi})$ і $f(\Delta\Omega_{\Pi B})$ – щільність ймовірності випадкових величин $\Delta\Omega_{\Pi}$ і $\Delta\Omega_{\Pi B}$.

5. *Задача буксирування аварійного судна на базу.* Дана задача КБО є допоміжною і може бути виконана тільки для невеликих аварійних суден.

Стационарна система рівнянь для сил і моментів, які діють на КБО при буксируванні АС, має вигляд

$$\begin{aligned} -Y_B - Y_T - T \sin \theta_1 + Y_{\Gamma} &= 0; \\ P_e - X_{\Gamma} - X_T - X_B - T \cos \theta_1 &= 0; \\ M_{\Gamma} - M_B - M_T + T l_1 \cos \theta_1 &= 0. \end{aligned}$$

де X_{Γ} – гідродинамічна сила, зумовлена рухом КБО з кутом дрейфу; X_B – аеродинамічна сила; X_T – гідродинамічна сила, зумовлена течією; P_e – корисна тяга двигуна буксира; T – сила опору АС; θ_1 – кут між напрямом буксирного тросу та діаметральною площиною КБО; M_{Γ} , M_T і M_B – гідродинамічні і аеродинамічні моменти відповідно.

Якщо КБО разом з АС рухаються проти вітру і течії, система рівнянь руху приймає вигляд

$$P_e - X_T - X_B - T = 0.$$



При цьому різниця зусиль, яка визначає успішність буксирування АС на базу в погодних умовах району, встановлюється співвідношенням

$$\Delta P_e = (X_G + X_T + X_B + T) - P_e < 0.$$

Ймовірність успішного буксирування АС на базу обчислюється за формулою

$$p_2 = \int_{\Delta P_{e\max}}^0 f(\Delta P_e) d\Delta P_e.$$

де $f(\Delta P_e)$ – щільність ймовірності випадкової величини ΔP_e .

3.2.3. Модель функціонування КБО при моделюванні місії з охорони довкілля, боротьби із забрудненням моря (МЕР)

У даній роботі розроблена модель функціонування КБО для моделювання місії з охорони довкілля, боротьби із забрудненням моря. Виконання цієї місії передбачає проведення заходів щодо ліквідації аварійних ситуацій по забрудненню довкілля: обмеження для запобігання розширення зони забруднення, ліквідація забруднення.

Для оцінювання ефективності виконання місії умовно поділяється на три основні фази: реагування стримування та ліквідацію.

Оскільки при ліквідації наслідків забруднення моря велике значення має швидкість початку операції, то на етапі фази реагування важливими показниками КБО є велика швидкість (зменшується час доставки персоналу та обладнання до місця забруднення) та вантажопідйомність (для перевезення персоналу та обладнання (бонів, дисперсанту тощо)).

Метою фази стримування є попередження розповсюдження забруднення навколишнього середовища. Для цього, як правило, використовується система бонових загороджень. Основні функції КБО на даній фазі є:

- розгортання бонових загороджень (можуть також використовуватися RIB шлюпки);
- загальне керівництво проведенням операції;
- підтримка проведення водолазних робіт;
- підтримка операції ліквідації пожежі;
- зняття судна з мілини та ліквідації пошкоджень (за можливості).

Для виконання завершальної фази КБО має бути обладнаний для відкачування забруднювача в ємності, або спеціальні баржі та транспортування до місця утилізації забруднювача.

Таким чином, ефективність виконання МЕР місії КБО може бути оцінена за наступним показником

$$P_{MEP} = P_{RA} P_{CR} P_{XC},$$

де P_{RA} – ймовірність успішного реагування на випадок із забрудненням навколишнього середовища у зоні патрулювання;



P_{CR} – ймовірність успішного проведення фази стримування;

P_{XC} – ймовірність успішної ліквідації/утилізації забруднювача.

Ймовірність P_{RA} визначається наступним чином

$$P_{RA} = P_{LA}P_{TL},$$

де P_{LA} – ймовірність завантаження необхідного обладнання (визначається в залежності від таких характеристик КБО як вантажопідйомність, площа палуб тощо);

P_{TL} – ймовірність транспортування до місця забруднення обладнання, людей (визначається аналогічно задачі прибуття корабля берегової оборони на місце аварії в SAR місії).

Ймовірність успішного проведення фази стримування P_{CR}

$$P_{CR} = P_{AR}P_{FR},$$

де P_{AR} – ймовірність стримування площі забруднення (визначається в залежності від таких характеристик КБО як вантажопідйомність, площа палуб тощо);

P_{FR} – ймовірність стримування виливу (від КБО вимагається наявність таких характеристик як можливість ліквідації пробоїни, пожежогасіння, проведення водолазних робіт, буксирування).

Ймовірність успішної ліквідації/утилізації забруднювача P_{XC}

$$P_{XC} = P_{PC}P_{SP},$$

де P_{PC} – ймовірність відкачування забруднювача (визначається можливістю розміщення та переміщення насосів з необхідною продуктивністю);

P_{SP} – ймовірність зберігання забруднювача (визначається можливістю використання для зберігання забруднювача цистерн КБО, або тимчасового розташування надувних цистерн і їх транспортуванням до місця утилізації).

3.2.4. Модель функціонування КБО при моделюванні місії з військового застосування (MR)

У випадку війни, введення військового стану в країні КБО залучаються до виконання бойових задач: проведення нагляду за морською і повітряною обстановкою в зонах відповідальності; несення дозорної служби; охорони портів, гаваней і рейдів, а також прибережних морських комунікацій; тралення мін; виконання аварійно-рятувальних робіт; проведення корабельної і радіотехнічної розвідки на морі.

Більшість названих задач аналогічна задачам, які виконують КБО у мирний час. Наприклад, задача несення дозорної служби аналогічна задачі патрулювання, виявлення підводного човна – задачі виявлення судна порушника. Тому немає сенсу їх повторно описувати.

Для виконання бойових задач на кораблі берегової оборони додатково



повинні встановлюватися змінні модулі та самохідні підводні протимінні апарати, дистанційно керовані катери та інші робо технічні системи.

Задачі, які пов'язані з використанням систем захисту та озброєння досить детально описані в моделях функціонування систем та озброєння

Ефективність виконання MR місії КБО визначається сукупністю експлуатаційних, ударних властивостей та бойової стійкості [18]:

$$P_{MR} = P_A P_R P_{MAM}.$$

Ефективність ударних властивостей P_{MAM} визначається ймовірністю виявлення та слідкування за силами противника, ймовірністю знищення противника.

Показником бойової стійкості корабля є ймовірність його незнищення під

час i -ої зустрічі з противником: $P_R = \prod_{i=1}^k P_{ny_i},$

де P_{ny_i} – ймовірність його незнищення КБО під час i -ої зустрічі з противником, залежить від ймовірності виявлення, попадання та виживання.

За узагальнюючий показник ефективності експлуатаційних властивостей корабля P_A згідно [1] може бути прийнято коефіцієнт оперативного використання P_O та ймовірність безвідмовної роботи P_M :

$$P_{MR} = P_O P_M.$$

Якщо для виконання однієї задачі використовується N кораблів, які діють незалежно один від одного, то ймовірність виконання задачі хоча б одним із кораблів може бути визначена за формулою [1]:

$$P_{MR_n} = 1 - (1 - P_{MR})^N.$$

Висновки

У представлений роботі проведено аналіз характеристик кораблів берегової охорони України та запропоновано концепцію комплексного оцінювання ефективності та надійності кораблів берегової охорони, яка дає змогу врахувати вимоги надійності, безпеки та ефективності ще на етапі проектування корабля. У цілому це дає змогу значно покращити якість проектних розробок та підвищити безпеку морських кордонів держави.

Основу даної концепції становлять:

1) моделі функціонування кораблів берегової охорони, їх обладнання, систем та озброєння, які враховують можливі сценарії патрулювання, затримання порушників, виконання рятувальних, антитерористичних і антипіратських операцій, проведення морських баталій.

2) моделі фізичних і інженерних якостей кораблів берегової охорони та їх обладнання, систем і озброєння: комунікацій та зв'язку, радіо та гідролокації, захисту і ураження, використання мобільних рухомих засобів (пілотних та безпілотних вертольотів, швидкохідних катерів, підводних апаратів).



3) методи визначення головних розмірів та характеристик кораблів берегової охорони держави на основі формування та розв'язку оптимізаційних задач проектування.

– розроблено моделі функціонування корабля берегової оборони, які враховують можливі сценарії патрулювання, затримання порушників, виконання рятувальних, антитерористичних і антипіратських операцій, проведення морських баталій.

При формулюванні та розробці задач функціонування КБО та його систем, обладнання, озброєння використано математичні методи дослідження складних систем з випадковими характеристиками, а саме: методи теорії випадкових функцій, теорії ігор, теорії марківських процесів та імітаційного моделювання.



ГЛАВА 4. МОБІЛЬНІ ЦИРКУЛЯЦІЙНІ СИСТЕМИ УСТАНОВОК ДЛЯ БУРІННЯ І КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН

Вступ

Циркуляційна система служить для транспортування бурового розчину від устя свердловини до блоку очищення; відділення від бурового розчину частинок вибуреної породи за допомогою очисного обладнання і їх утилізацію (в амбар при амбарному бурінні або в контейнер з наступним вивезенням на автотранспорті при безамбарному бурінні); дегазації бурового розчину; регулювання вмісту твердої фази в буровому розчині за допомогою центрифуги; хімічної обробка і зберігання розчину; підведення розчину до бурових насосів; подачі бурового розчину в доливну ємність та його приготування при потребі.

Найпростішою конструкцією циркуляційної системи є жолобна система, яка складається з жолоба для транспортування бурового розчину, настилу біля жолоба для переміщення обслуговуючого персоналу, перил та основи [1]. При наявності очисного обладнання (вібросит, піско- і муловіідділювачів, центрифуги, дегазатора) жолобна система використовується тільки для транспортування бурового розчину до блоку очистки та приймальних ємностей. Проте на даному етапі розвитку бурової галузі циркуляційна система комплектується рядом складних пристроїв та обладнання, які забезпечує необхідну ефективність використання циркуляційної системи.

На сучасному етапі розвитку технології буріння до бурових розчинів ставляться особливі вимоги, згідно яких циркуляційна система повинна забезпечувати якісне очищення його від твердої фази, змішувати, охолоджувати та зберігати розчин, видаляти з нього газ, який потрапляє в нього при проходженні газонасичених пластів.

Тому з цією метою бурові установки комплектують циркуляційними системами (ЦС) з певним набором уніфікованих механізмів, ємностей та пристроїв для очищення, приготування та зберігання бурових розчинів.

Конструктивною особливістю стаціонарних ЦС є їх низька монтажездатність, що впливає з потреби повного монтажу і демонтажу всього навісного обладнання та спорудження укриттів при переміщенні бурової установки з однієї точки буріння на інше. Енергоємність стаціонарних ЦС висока, оскільки мінімально необхідна продуктивність становить не менше 60 л/с [2].

Однак буріння свердловин малої глибини, проведення ремонтних робіт, забурювання другого стовбура чи інших робіт вимагає застосування не стандартного устаткування звичних циркуляційних систем, розрахованих на продуктивність за буровим розчином 60 л/с, а більш малолітражне і неенергоємне устаткування з продуктивністю близько 8-20 л/с. Для реалізації



цих задач виготовляють малолітражні (мобільні) циркуляційні системи (МЦС). Габарити устаткування МЦС повинні дозволяти його розміщення на блоках з габаритами, що не перевищують допустимі транспортні, що в свою чергу дозволяє відмовитись від демонтажу устаткування МЦС при переміщенні бурової установки. Об'єм необхідного бурового розчину на поверхні при капремонті свердловин часто не перевищує 25-35 м³ і в цьому випадку раціонально всю МЦС з системою очищення і приготування сконцентрувати в один модуль з жорстким укриттям. В цілому монтажездатність всіх типів МЦС після установки модулів на буровому майданчику не повинна перевищувати 3-5 годин. Колісні варіанти МЦС, що не демонтуються, використовуються рідше, ніж стаціонарні, оскільки через обмеження транспортної висоти зменшена висота ємностей і, отже, об'єм бурового розчину на поверхні.

Крім того, висота гирла МБУ часто не дозволяє без додаткової приймальної ємності з перекачуючим насосом використовувати колісні варіанти МЦС, а додаткове перекачування розчину приводить до диспергування шламу і колоїдної глини. Недоліками колісних МЦС є також їх слабка маневреність і висока вартість.

4.1. Вимоги до комплектності мобільних циркуляційних систем

До мобільних циркуляційних систем ставляться дещо інші вимоги, ніж до стаціонарних, зокрема:

- МЦС має володіти меншою продуктивністю, аніж стаціонарні ЦС (8-20 л/с проти 60 л/с);
- володіти меншим об'ємом ємностей для зберігання та приготування бурового розчину;
- мати високу монтажездатність для скорочення часу на підготовчі роботи до проведення бурових робіт;
- як і стаціонарні ЦС, повинні забезпечувати достатньо високу сухість шламу (низький міст води в продукті, що видаляється в амбар) для зменшення відходів, що утилізуються;
- володіти низькою енергоємністю, яка обмежується найменшою необхідною для забезпечення технологічних режимів буріння.

Сьогодні на світовому ринку є достатня кількість пропозицій від виробників МЦС, як зарубіжного виробництва, так і виробництва країн пострадянського простору. В Україні виробництво МЦС не налагоджене, проте є потреба в такому обладнанні. Працівники нафтогазових підприємств при виборі блоків МЦС повинні володіти наступною інформацією:

- необхідний об'єм бурового розчину на поверхні;
- продуктивність бурового насоса (продуктивність за циркуляцією бурового розчину);
- висота гирла бурової установки чи її тип;



- кліматичне виконання ємності та укрить (одинарні стінки, подвійні, подвійні з додатковим утепленням);
- тип обігріву (парою чи електрикою), наявність парореєстраторів в ємностях, парокалориферів;
- тип укриття (утеплене, модульно-жорстке чи каркасно-тентове);
- тип системи доливу та її бажана ємність;
- потреба у вбудованій водній ємності;
- бажані габарити і маса транспортних місць;
- комплектність блоку очистки (потреба в дегазаторі, центрифугі, встановлене вібросито чи ситогідроциклонна установка)
- тип колектора вібросит (труба, коробчастий жолоб, розподільник потоку);
- виконання системи приготування бурового розчину, системи приготування розчину хімреагентів (вбудована чи виносна);
- тип колектора бурового розчину (вбудований в ємності чи зовнішній) та кількість ємностей, що необхідно обв'язати;
- напрям скиду шламу з блоку очищення та спосіб їх утилізації;
- схему розміщення ємностей ЦС відносно бурової установки.

4.2. Дослідження з вибору обладнання циркуляційних систем

Тому, до вибору обладнання ставлять особливі умови. При виборі номенклатури обладнання, яке встановлюється в блоці очищення, необхідно також враховувати і режими буріння. Так, при зарізці других стовбурів зважаючи на малий об'єм вибуреної породи застосовують тільки вібросито СВ1ЛМ-02 і центрифугу ОГШ-32.

Крім того, в залежності від геологічних умов спорудження свердловини, у працівників бурових компаній можуть виникнути додаткові вимоги до комплектації МЦС, але зазвичай наведеної інформації достатньо, щоб вибрати найефективніший, технологічно і економічно вигідний варіант з пропонованих на ринку пропозицій.

У відповідності з технічними умовами та вимогами підприємств, що їх експлуатують, виконання і комплектація циркуляційних систем можуть бути різними (рис.1).

До циркуляційних систем мобільного виконання, які використовуються в даний час для комплектації бурових установок можна віднести наступні [3]:

1 циркуляційна система очистки бурового розчину з блоком хімічного підсилення центрифуг для очищення бурового розчину від вибуреної породи та газу;

2 малогабаритна циркуляційна система;

3 мобільні циркуляційні системи МЦС-20, МЦС-25, МЦС-40, МЦСМ-60;

4 мобільна циркуляційна система на причепах КАМАЗ;



- 5 повнокомплектна циркуляційна система ЦС;
- 6 система циркуляційна мобільна для безамбарного буріння СЦ -15М;
- 7 система циркуляційна мобільна для капітального ремонту свердловин СЦ-13М;
- 8 система циркуляційна мобільна СЦ-09;
- 9 універсальна циркуляційна система бурових установок;
- 10 циркуляційна система для мобільних бурових установок.



Рис. 1. Приклади виконання циркуляційних систем

Виходячи з рекомендацій до вибору МЦС, комплектування їх звичайним обладнанням, яким комплектуються стаціонарні ЦС, недоцільне. Проте при особливих вимогах, поставлених замовником, МЦС може бути укомплектована і обладнанням, яке використовується в стаціонарних системах, особливо це має місце в ЦС зарубіжного виробництва, що пов'язане з високою ефективністю та низькою енергоємністю обладнання зарубіжних фірм.

В більшості випадків МЦС комплектуються спеціальним малолітражним обладнанням, яке є одночасно негабаритним та неенергоємним. До такого обладнання можна віднести:

- компактний дегазатор «Каскад-40М»;
- малогабаритне вібросито СВ1ЛМ-02, ВСМ, ВСЛМ-01;
- пісковідділювач ПГ-22, ПГ-30 продуктивністю до 30 л/с;
- центрифуга ОГШ-35, ОГШ-500;
- насоси ПН-12, ПН-63;
- малогабаритні блоки приготування.

Малогабаритне вібросито СВ1ЛМ-02 (рис. 2) виробництва російської фірми «Техномехсервіс», на відміну від своїх повнокомплектних аналогів, має зменшені габарити (довжина його становить 2400 мм, а висота рівня переливу бурового розчину 600 мм), воно оснащено двома вібромоторами, що дає можливість регулювати режими роботи, зокрема, амплітуду, та має нижчий рівень шуму. Вібросито ВСЛМ-01 (РФ, «Техномехсервіс») продуктивністю до 15 л/с має площу ситової поверхні лише 1 м², висота рівня переливу бурового розчину 440 мм. Для зменшення використовуваної площі блоку очистки



переважно вібросита встановлюють в комплекті з батареєю муловідділювачів, таке поєднання називають ситогідроциклонною установкою (СГУ). В залежності від необхідної продуктивності в СГУ гідроциклони муловідділювача можуть бути виключені або включені в роботу. В МЦС гідроциклони муловідділювачів можуть бути використані для осушування шламу. Та ж російська фірма «Техномехсервіс» пропонує ситогідроциклонний сепаратор «СГС-22» (рис.3), який є поєднанням трьох гідроциклонів – муловідділювачів та вібросита.



Рис. 2. Малогабаритне вібросито СВ1ЛМ-02



Рис. 3. Ситогідроциклонний сепаратор «СГС-22»

Пісковідділювачі в систему не включаються з причини недостатньої завантаженості ЦС при забурюванні другого стовбура, в цьому випадку навіть муловідділювачі, яку встановлені на СГУ, недовантажені (на 50-60%). До того ж, виключення батареї пісковідділювачів економить споживану потужність, зменшує займану системою корисну площу та вагу МЦС.

В МЦС включено також дегазатор «Каскад-40М» чи «Каскад-20М» (рис. 4), призначений для відділення газу, на відміну від свого аналога «Каскад -40» вони мають меншу масу та габарити, і споживають меншу потужність.

В МЦС доцільне використання центрифуг невеликої потужності (до 18 кВт) типу ОГШ-32 (рис. 5) чи ОГШ-35. При подачі бурових насосів до 15 л/с центрифуги дозволяють без розбавлення бурити на буровому розчині густиною $1,1 \text{ г/см}^3$, а в комплекті з віброситом чи СГС-22 є достатнім набором обладнання для ефективного очищення бурових розчинів в мобільних чи малолітражних блоках очистки з виходом «нетекучого» шламу [2].

В технологічну схему МЦС зазвичай включають обладнання в послідовності «вібросито – СГУ - центрифуга» або «дегазатор – вібросито – СГУ - центрифуга». Даного комплекту обладнання повністю вистачає для регенерації бурового розчину, навіть у випадку роботи бурової на обважнених розчинах. Дана лінійка обладнання дозволяє повністю відновити технологічні показники обваженого бурового розчину без втрати дороговартісних



обважнювачів з ефективним видаленням з нього шламу.



Рис. 4. Дегазатор «Каскад-40М»



Рис. 5. Центрифуга типу ОГШ-32

Використання малогабаритного обладнання в МЦС дозволяє скоротити використовувану потужність більш ніж на половину, що значно підвищує енергоефективність системи.

Різні фірми - виробники проводять комплектацію МЦС обладнанням, яке має неоднакові технічні характеристики: різну потужність, продуктивність, габаритні розміри тощо. До того ж, в залежності від потреб бурових та ремонтних підприємств МЦС можуть комплектуватись різними типами очисного обладнання та розміщуватись у неоднаковій послідовності. Наприклад, для підприємств, які працюють в умовах помірного клімату, потреби в системах обігріву значної потужності та утеплених укриттях немає, тоді як у помірному кліматі, навпаки, є потреба в системах вентиляції та додаткового охолодження не тільки робочих місць, але і обладнання. Особливі вимоги до якісного очищення бурового розчину також є визначальним фактором при виборі технічних характеристик та комплектації обладнання МЦС, проте цим вища якість і надійність, тим вища ціна, що часто є фінансовою перепорою на шляху технологічної досконалості обладнання, яке використовується експлуатаційними організаціями.

Різноманіття пропозицій на ринку вимагає узагальненої інформації про комплектність та технічні характеристики систем МЦС. В даній статті проведемо аналітичний огляд деяких з них.

Циркуляційна система очистки бурового розчину з блоком хімічного підсилення центрифуг для очищення бурового розчину від вибуреної породи та газу виробництва виробничого об'єднання "ПОЛЕТ" (РФ, м.Омськ) призначена для очищення, зберігання та приготування бурового розчину при проведенні бурових робіт, як і всі МЦС. Її технологічною особливістю є зниження необхідності у водопостачанні за рахунок регенерації відпрацьованого бурового розчину (БР) [4]. Завдяки використанню блоку хімічного підсилення центрифуг в установці цього типу досягнуто зменшення об'єму бурових відходів, які необхідно утилізувати, підвищення екологічної чистоти проведення бурових робіт за рахунок виключення викидання



відпрацьованого бурового розчину в навколишнє середовище [4]. В комплект системи входять установки: для грубої очистки, яка комплектується двома віброситами; тонкої очистки, в склад якої включено дві центрифуги; установка для перекачування бурового розчину – 2 гвинтові насоси. Між установками грубої та тонкої очистки встановлено установку для хімічного підсилення очистки бурового розчину (блок хімічного підсилення центрифуг).

Вібросито продуктивністю 20 м³/год, яке входить в блок грубої очистки, має три з'ємні ситові панелі, кожна з яких має площу робочої поверхні 0,97 м². Мінімальний розмір частинок, що ним видаляються, становить 0,2 мм. Вібросито проводиться в дію електродвигуном вибухобезпечного виконання типу АИМ100 4 кл 45 ТУ 16.525.666-86, що створює потужність 3 кВт. Оскільки воно використовується в МЦС, то габарити його зменшені і становлять 3300ммх2400ммх2200мм. Вага вібросита в повній комплектації не повинна перевищувати 2,5 т.

Блок тонкої очистки обладнаний центрифугою продуктивністю 25 м³/год, приводиться в дію електричним двигуном вибухобезпечного виконання, що живиться від промислової трифазної мережі напругою 380 В. Встановлена потужність центрифуги, якою комплектується дана МЦС, становить 57 кВт.

Гідромуфта приводу центрифуги розвиває номінальну частоту обертання вхідного вала 3000хв⁻¹. Використовувана робоча рідина об'ємом 40 л – масло турбінне ТП22"С" ГОСТ 9972-74.

Регулювання різниці швидкостей обертання барабана і шнеку центрифуги відбувається в діапазоні 0...90 хв⁻¹. Регулювання швидкості барабану в діапазоні від 0 до 300 хв⁻¹ – безступеневе, гідравлічне.

Загальні габаритні розміри 3200 мм х 2145мм х 2100мм, вага центрифуги не більше 3600кг.

В якості підпірних насосів та насосів для забезпечення циркуляції розчину між блоками МЦС використовуються одnogвинтові насоси (рис. 6) продуктивністю 8 - 15 м³/год, які створюють тиск 0,1 МПа. В якості приводу насоса використовується електродвигун потужністю 7,5 кВт, що живиться від трифазної промислової мережі.

Густина бурового розчину, що виходить з свердловини та перекачується гвинтовим насосом, повинна знаходитися в межах 1050-1350кг/м³, в'язкість по віскозиметру ВМ6 - 17-60 с. Розчин повинен бути нейтральної кислотності, максимальний розмір твердих частинок в ньому не повинен перевищувати 0,83 мм, максимальна допустима концентрація зважених частинок по масі 10%.

Умовний прохідний переріз трубопроводів 125 мм, втрати через ущільнення не повинні перевищувати 0,5 л/год. Габаритні розміри (довжина х ширина х висота) відповідно, 3065ммх810ммх943мм. Вага насоса становить 900 кг.

Блок хімічного підсилення центрифуг (рис. 7) використовується в



технології безамбарного буріння, встановлюється на мобільних установках в комплексі засобів очистки бурового розчину від вибуреної породи перед центрифугами [4]. Призначений для одержання чистої (прозорої) води і встановлюється в комплексі засобів очистки бурового розчину від вибуреної породи і газу перед блоком регулювання твердої фази (центрифугами), по проекту на будівництві свердловини [4]. Його використання в МЦС дозволяє зменшити об'єм відходів, які потребують утилізації, на 70-90% та зменшити необхідність в воді на 50-70% .



Рис. 6. Насос гвинтовий



Рис. 7. Блок хімічного підсилення центрифуг

Циркуляційна система очистки бурового розчину з блоком хімічного підсилення центрифуг для очищення бурового розчину від вибуреної породи та газу має три модифікації. Їх технічні характеристики наведені в таблиці 1.

Малогобаритна циркуляційна система (рис. 8), виготовлена ВАТ «Компанія «Техномехсервис», має таке ж призначення, як і інші циркуляційні системи, використовується як при колтюбінговому бурінні, так і при бурінні звичайними трубами в складі бурових установок 1-3 класів, а також в складі установок для капітального ремонту [4]. В склад системи входять: ємності, вібросито, дегазатор, центрифуга, перемішувачі, диспергатор, відцентрові шламові насоси. Особливістю цієї системи є її виконання як для стаціонарних, так і для мобільних бурових установок. Ці два виконання різняться габаритами транспортних місць – відповідно 9м х 2,6м х 2,5м для мобільних проти 6м×2,3м×2,5м для стаціонарних. Робочий об'єм ємностей становить 40 м³ для стаціонарних, а для мобільних узгоджується з замовником. Технічні характеристики виконань МЦС наведено в табл. 2.

ВАТ «Промкомплектсервис» (м. Краснодар, РФ) пропонує ряд мобільних циркуляційних систем різного робочого об'єму, зокрема, МЦСМ-60, МЦС-20, МЦС-25, МЦС-40, МЦС-50, МЦС-70-01, МЦС-70-02, МЦС-94, МЦС-140 та МЦС-200.



Таблиця 1

Технічні характеристики циркуляційної системи очистки бурового розчину з блоком хімічного підсилення центрифуг виробничого об'єднання "ПОЛЕТ"

Характеристика	Значення		
	Модифікація 1	Модифікація 2	Модифікація 2
Витрати: буровий розчин, $\text{дм}^3/\text{хв.}$ вода для розбавлення розчину, $\text{дм}^3/\text{хв.}$ коагулянт, $\text{дм}^3/\text{хв.}$ флокулянт, $\text{дм}^3/\text{хв.}$ кислота, $\text{дм}^3/\text{хв.}$	110-150 20-40 0,38-4,5 0,38-7,6 0-0,7	110-150 20-40 0,3-0,5 0,3-10 0-0,7	150-200 20-40 0,4-5,0 0,4-10,0 0-0,7
Клас вибухобезпечності: робоче приміщення приміщення лабораторії	B-1a B-1б	B-1a B-1б	B-1a B-1б
Комплект лабораторного обладнання для визначення параметрів бурового розчину	Поставляє замовник	Поставляє замовник	Поставляє замовник
Розрахункова температура в приміщенні при температурі навколишнього середовища -45°C	+18	+18	+18
Загальна встановлена потужність, кВт	22	20	18
Напруга живлення, В	380	380	380
Режим роботи	Безперервний	безперервний	неперервний
Габарити, м	10,29x2,44x2,59	8,62x2,38x2,38	5,0x2,38x2,38
Вага, кг	9500	9,0	8



Рис. 8. Циркуляційна система для мобільних бурових установок



Таблиця 2

**Технічні характеристики циркуляційних систем ВАТ «Компанія
«Техномехсервіс»**

Параметр	Значення	
	ЦС для мобільних бурових установок	Для малогабаритної ЦС
Робочий об'єм ємностей, м ³	За домовленістю з замовником	40
Продуктивність за буровим розчином, м ³ /год	38	90
Продуктивність за вводом в розчин матеріалів, т/год		
обважнювач	15	15
глинопорошок	10	10
Хімреагенти	3	3
Габарити транспортних місць, м, не більше	9 x 2,6 x 2,5	6×2,3×2,5

МЦС-20 (рис.9) призначена для очищення, зберігання і приготування бурового розчину при капітальному ремонті свердловин, а також забурюванні бокових стволів [5]. В склад системи входять: вібросито або СГС, центрифуга типу ОГШ-32, система приготування бурового розчину і розчину хімреагентів, блок зберігання хімреагентів, парокалорифер, з'ємні площадки для обслуговування, тентове або жорстке укриття (в залежності від потреб замовника). Технічні характеристики МЦС наведені в табл. 3.

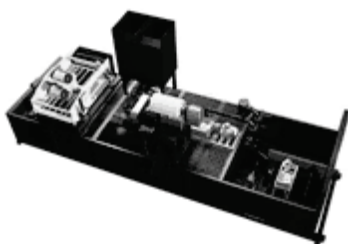


Рис.9. Мобільна циркуляційна система МЦС-20

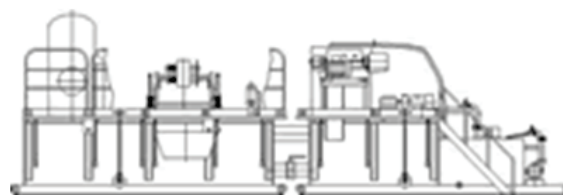


Рис. 10. Мобільна циркуляційна система МЦС-25

Мобільна циркуляційна система МЦС-25 (рис.10) призначена для збору, очищення, дегазації, приготування, зберігання, обважнення, хімічної обробки бурових розчинів при ремонті чи бурінні свердловин [5]. Виконана із зменшеними розмірами транспортних місць для полегшення доставки в важкодоступні точки буріння. В склад системи входять: ємності, вібросито,



дегазатор, центрифуга, перемішувачі, гідрозмішувачі, диспергатор, відцентрові шламові насоси.

Мобільна циркуляційна система МЦС-40 (рис.11) призначена для циркуляції бурового розчину при бурінні свердловин, його зберігання, очищення від вибуреної породи, приготування розчинів хімічних реагентів, а також для порційного приготування і обробки бурових розчинів із застосуванням власного насоса або додаткового (наприклад, цементувального агрегату ЦА-320), продуктивність якого не повинна перевищувати 20 л/с [5]. Відповідно, продуктивність засобів очистки (вібросито ВСМ (ВСМ-01), СГС, центрифуга ОГШ-50) повинна бути не меншою. Повний об'єм ємності БПХР становить 1 м³. Крім того, в склад блоку очищення входять також дегазатор Каскад 40М, перемішувач ПЛМ, гідрозмішувачі СГ-101, СГМ-100 та насоси 6Ш8-2, ПН63/30, ПН12,5, ПР-63.

МЦС-40 використовується в складі бурових установок 1-3 класів або ж установок для капітального ремонту свердловин, вона виконана у вигляді двох блоків (ємність і верхній модуль із змонтованим устаткуванням) масою 11 т кожен. Крім звичайного виконання ЦС може бути виконана в холодостійкому виконанні з подвійними утепленими стінками та системою опалювання верхнього модуля і підігріву бурового розчину в ємностях. Враховуючи високі вимоги до часу монтажу мобільних систем, дана МЦС може бути змонтована на точці буріння за 2-3 години.

Мобільна циркуляційна система МЦСМ-60 (рис.12) має таке ж призначення, як і решта малолітражних МЦС цієї фірми, і комплектність їх не надто відрізняється [5]. Комплектується вона також малолітражним очисним обладнанням російського виробництва, її технічні показники наведено в табл. 3



Рис. 11. Мобільна циркуляційна система МЦС-40

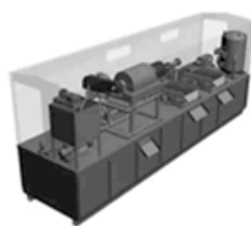


Рис. 12. Мобільна циркуляційна система МЦСМ-60

МЦС може мати два типи укриття залежно від потреб замовника – тентове або каркасне, кліматичне виконання – для помірного або холодного клімату. Виробник пропонує її виконання в стаціонарному або колісному варіанті за потребою. На відміну від МЦС-20 та МЦС-40, час монтажу її більший – до 5 годин.



Таблиця 3

**Технічні характеристики малолітражних МЦС ВАТ
«Промкомплектсервис» (м. Краснодар, РФ)**

Параметри	Значення			
	МЦС-20	МЦС-25	МЦС-40	МЦСМ-60
Робочий об'єм ємностей блока очищення, м ³	20	20	27 (13)*	30
Продуктивність по буровому розчину, м ³ /год, не більше	20	22	30-40	60
Продуктивність по введенню в розчин матеріалів, т/год, не більше:				
- обважнювач	не вказано	10	10	
- глинопорошок	не вказано	15	10	15
- хімреагенти	не вказано	3	5	10
Мінімальний розмір частинок, що видаляються з вибуреної породи, мкм	5	5	5	5
Габаритні розміри транспортних місць, м, не більше:				
- довжина	9,0	6	10-11	не вказано
- ширина	2,5	2,6	2,67	не вказано
- висота	2,5	2,5	3,0	не вказано
Встановлена потужність, кВт, не більше	75	100	100	130
Маса, кг, не більше	9000	-	23000	Не вказано

Примітка: *об'єм ємностей грубої очистки (тонкої очистки)

Крім малолітражних МЦС, ВАТ «Промкомплектсервис» виготовляє також і повнокомплектні системи більших ємностей, наприклад, МЦС-94, МЦС-140 та МЦС-200. Вони призначені для забезпечення циркуляції бурового розчину при бурінні свердловин, його зберігання, очищення від вибуреної породи, а також для порційного приготування та обробки бурових розчинів.

Мобільна циркуляційна система МЦС-94 (рис.13) складається з двох блоків – очистки та приготування бурових розчинів, розміщених на шасі напівпричепів САВ 99403-0000020. При розміщенні на точці буріння їх встановлюють під єдиним тентовим укриттям на каркасі, що швидко монтується [5]. Для збору та відводу шламу встановлений шнековий транспортер. Силові установки розміщуються віддалік у вибухобезпечній зоні



на окремому модулі.

Мобільна циркуляційна система МЦС-140 (рис.14) оснащена очисним обладнанням компаній SWACO и NOV, розміщеним на напівпричепі АСТ 942540. Зокрема, на блоці очистки встановлено 2 вібросита MONGOOSE PT та ситогідроциклонний сепаратор на базі цього ж сита та пісковідділювача D-SANDER і муловідділювача D-SILTER. Для перекачування бурового розчину в межах блоку використано два електронасосні відцентрові агрегати HALCO та агрегат російського виробництва ПН 12,5. В складі блоку очищення встановлено лише два очисні агрегати російського виробництва – дегазатор «Каскад-40 М» та центрифуга ОГШ-50.

Прийомний блок та блок зберігання транспортуються на напівпричепі АСТ 942540 та обладнуються змішувачами ПБРТ-5,5 і СГМ-100М, гідравлічними змішувачами 4 УПГ, насосними агрегатами для перекачування бурового розчину 6Ш8-2М та 1К20/30 та диспергатором ДШМ-100.



Рис. 13. Мобільна циркуляційна система МЦС-94



Рис. 14.- Мобільна циркуляційна система МЦС-140

Мобільна циркуляційна система МЦС-200 (рис.15) складається з двох блоків – очистки та ємнісного, в який входять блоки тонкої очистки, прийомний, зберігання та приготування розчинів. В робочому стані кожен з блоків розміщується під комбінованим швидко монтованим укриттям, стінки якого тентові, а стеля – металева. Силовий блок розміщений аналогічно попереднім варіантам МЦС – на безпечній відділі в вибухозахищеній зоні у власному блок – модулі.

В блок очистки бурового розчину МЦС – 200 включено два вібросита MI-SWACO MONGOOSE PT та ситогідроциклона установка MI-SWACO MONGOOSE PT 212/6T4 та дегазатор російського виробництва «Каскад-40М». Для перекачування бурового розчину в системі використовують шламові насоси MISSION MAGNUM та водяний насос К8/18. Блок тонкої очистки комплектується центрифугою Swaco 518, гвинтовим насосом MONO MN-120/1 та двома лопатевими змішувачами ПЛМ. На блоках зберігання, прийомному та приготування розчинів встановлено шламові насоси MISSION MAGNUM,



лопатеві змішувачі ПЛМ, гідравлічний змішувач «Джет».

Таблиця 4

**Технічні характеристики МЦС ВАТ «Промкомплектсервис»
(м. Краснодар, РФ)**

Параметри	Значення		
	МЦС-94	МЦС-140	МЦС-200
Робочий об'єм за буровим розчином, м ³ , не більше	94	За домовленістю з замовником	200
Продуктивність за очисткою бурового розчину, л/с, не більше	85	108	108
Мінімальний розмір частинок, що видаляються з вибуреної породи, мкм	5	5	5
Продуктивність при приготуванні бурового розчину, м ³ , не більше	10	10	20
Габаритні розміри транспортних місць, м, не більше:			
- довжина	12,75	13	12,5
- ширина	3	3,25	3,5
- висота	4	4	3,5
Маса транспортних місць, т, не більше	20	29	20
Встановлена потужність, кВт, не більше	165	370	610



Рис. 15. Мобільна циркуляційна система МЦС-200

Мобільна циркуляційна система МЦС-140 має колісний варіант транспортування, тоді як МЦС-200 - стаціонарний. Зазвичай замовники віддають перевагу колісному варіанту виконання, проте він має ряд недоліків, серед яких необхідність монтажу укриття при встановленні та точці буріння чи ремонту, що є досить трудомісткою операцією. При транспортуванні частину обладнання МЦС-140 демонтують, тоді як стаціонарний варіант виконання таких операцій не потребує. Монтажна площадка для колісного варіанту



виконання повинна забезпечувати точну установку блоків чи модулів системи. МЦС-200 мотується до 5 год, оскільки все навісне обладнання розміщене в верхніх модулях – криттях і не потребує демонтажу. Монтаж обов'язки здійснюється за допомогою швидкокороз'ємних з'єднань. Виконання МЦС стаціонарного виконання є більш високотехнологічне, тому такі МЦС зазвичай виконують американські фірми («Шлюмберже», «Петроальянс»).

Мобільна циркуляційна система на причепах КАМАЗ ВАТ НВО «Буріння» призначена для очищення, дегазації, приготування бурових розчинів і інших технологічних рідин при малолітражному бурінні і капітальному ремонті свердловин, у тому числі в умовах Крайньої Півночі.

Склад системи: блок очищення з утепленим модулем, змонтований на причепі, блок приготування, суміщений з робочою місткістю, змонтований на причепі. Блоки повідомляються по утепленому тамбуру. На додаткових причепах можуть поставлятися також робочі ємності з перемішувачами. Блок очищення оснащений спеціальним компактним устаткуванням: віброситом нової конструкції, пісковідділювачами, вдосконаленим дегазатором, спеціальним шламовим насосом. Блок приготування оснащений гідроворонкою. Блоки системи нерозбірні. При монтажі МЦС не потрібен кран. Передбачено опалювання паром або електрикою. Технічна характеристика МЦС наведена в табл. 5.

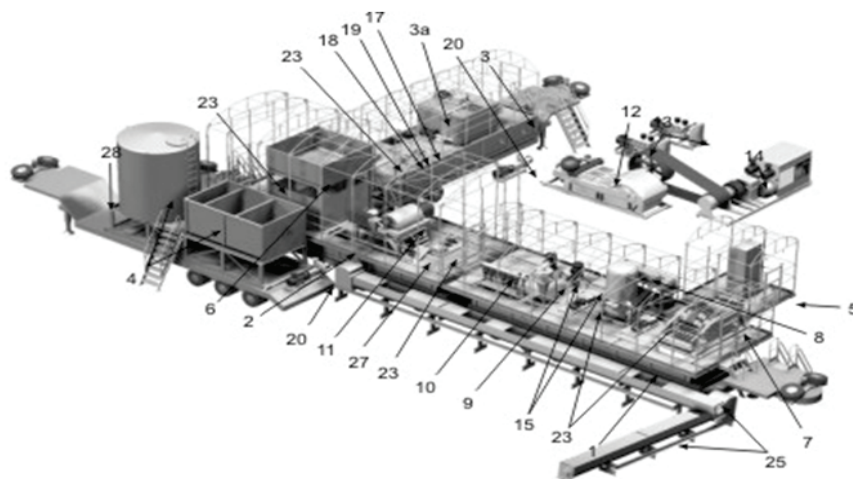
Таблиця 5

Технічні характеристики МЦС на причепах КАМАЗ ВАТ НВО «Буріння»

Параметри	Значення
Робочий об'єм, м ³	до 100
Продуктивність по буровому розчину, дм ³ /с	до 20
Висота до переливу вібросита, мм	2400
Пропускна здатність вібросита, дм ³ /с	до 25
Пропускна здатність пісковідділювача, дм ³ /с	22
Продуктивність дегазатора: - по розчину, дм ³ /с - по газу, м ³ /хв	до 25 до 6
Параметри робочих ємностей: - робочий об'єм, м ³ - висота (без причепа), мм - кількість перемішувачів	20 1900 2
Параметри блока приготування: - робочий тиск шламового насоса, МПа - пропускна здатність гідроворонки по рідині, дм ³ /с - продуктивність приготування розчину, м ³ /год	0,3 42 до 10
Габарити транспортних місць, м, не більше	6(8) x4x2,5



Система циркуляційна мобільна для безамбарного буріння СЦ -15М призначена для очищення, приготування, хімічної обробки, зберігання бурового розчину і транспортування його до устя свердловини до входу бурових насосів при безамбарному бурінні нафтових і газових свердловин (рис. 16).



1 - блок очищення, 2 - блок проміжний, 3 - блок прийомний, 3а - блок приготування хімреагентів СЦ-08, 4 - блок хіміобробки, 5 - блок розподілюючого пристрою, 6 - блок КФ, 7 - вібросито ЛВС-1М, 8 - дегазатор „Каскад 40.02”, 9 - пісковідділювач ГЦ-360, 10 - муловідділювач ИГ-Т-45М, 11 - центрифуга типу ОГШ, 12 - буровий насос НБТ-475, 13 - компресор 4ВУ-5/9, 14 - дизельний агрегат В2-500ТК, 15 - насос ВШН-150, 17 - диспергатор гідравлічний ДГС-100, 18 - диспергатор ДШ-100, 19 - змішувач СМ-100, 20 - насос 6Ш8-2, 23 - перемішувач ПБР-Т 7,5, 25 - конвеєр гвинтовий КВ-Т 300, 27 - насос НП-12,5, 28 - напівпричіп-вагозов

Рис. 16 . Мобільна циркуляційна система для безамбарного буріння СЦ - 15М

В склад мобільної циркуляційної системи для безамбарного буріння СЦ-15М входить блок очищення об'ємом 20 м^3 , блоки проміжний та прийомний такої ж ємності, блок приготування хімреагентів СЦ-08 об'ємом 5 м^3 , блок хіміобробки $V=10+20 \text{ м}^3$, блок розподілюючого пристрою та блок коагуляції та флокуляції (блок хімічного підсилення центрифуг (рис.7)). Блок очищення комплектується віброситом ЛВС-1М для грубої очистки від шламу, дегазатором „Каскад 40.02” для відділення бурового розчину від газу, для відділення дрібніших фракцій встановлено пісковідділювач ГЦ-360 та муловідділювач ИГ-Т-45М. Для тонкої очистки використовується центрифуга типу ОГШ. Для перекачування бурового розчину в ЦС встановлено буровий насос НБТ-475, а для перекачування його в межах блоків – шламові насоси ВШН-150 та 6Ш8-2, насос НП-12,5. Для попередження осідання складових бурового розчину в ємностях є гідрозмішувачі СМ-100 та 4УПГ, а також



перемішувачі ПБР-Т 7,5 і ПБР-Т-1.1. Живлення обладнання проходить від дизельного агрегату В2-500ТК. Вся МЦС розміщена на 4 напівпричепах-ваговах.

Для дотримання високих екологічних вимог та попередження скидання твердих та рідких відходів в навколишнє середовище на МЦС встановлено контейнер для шламу об'ємом 5 м³, який призначений для зберігання з метою його подальшої утилізації.

Оскільки дана МЦС використовується в безамбарному бурінні, суть якого в забезпеченні максимального видалення твердої фази з відпрацьованого розчину при найменших втратах рідини, то в ній використана 4 – ступенева система очищення [6]. Технічна характеристика МЦС наведена в табл. 6.

Таблиця 6

Технічні характеристики МЦС типу СЦ-15М

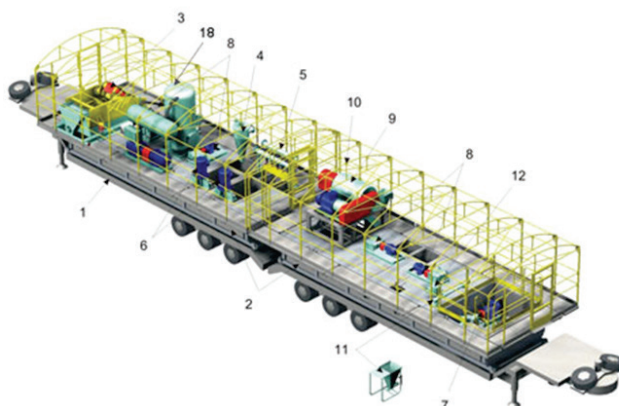
Параметри	Значення
Максимальна глибина свердловини, м	до 2000
Пропускна здатність по воді, дм ³ /с	до 50
Мінімальний розмір частинок, що видаляються з бурового шламу, мм	
– без БКФ	0,01
– з БКФ	0,005
Об'ємна продуктивність при приготуванні хімічних реагентів, м ³ /год	до 10
Об'ємна продуктивність при приготуванні бурового розчину, м ³ /год	до 20
Максимальний тиск бурового насоса, МПа	25
Максимальна подача бурового насоса, м ³ /год (дм ³ /с)	160 (45)
Довжина, мм	30 000
Ширина, мм	3800
Висота, мм	4800
Загальна маса, кг, не більше	60000
Встановлена потужність, кВт, не більше	320

Система циркуляційна мобільна для капітального ремонту свердловин СЦ-13М призначена для очищення і приготування бурового розчину при капітальному ремонті свердловин (рис. 17).

Мобільна циркуляційна система для капітального ремонту свердловин СЦ-13М транспортується на 2 напівпричепах – вагонах вантажопідйомністю 34 т. В блок грубої очистки встановлено дегазатор „Каскад 40.02”, вібросито ЛВС-1М, пісковідділювач ГЦ-360 та муловідділювач ИГ-Т-45М. В блок тонкої очистки включено центрифугу типу ОГШ, диспергатор ДШ-100 та чотири перемішувачі ПБР-Т 7,5. Д та гідрозмішувач СМ-100 з воронкою. Для переміщення бурового розчину в ежах ЦС використано шламові насоси ВШН - 150 та 6Ш8-2, насос заглубний НП-12,5. Об'єм ємностей для зберігання



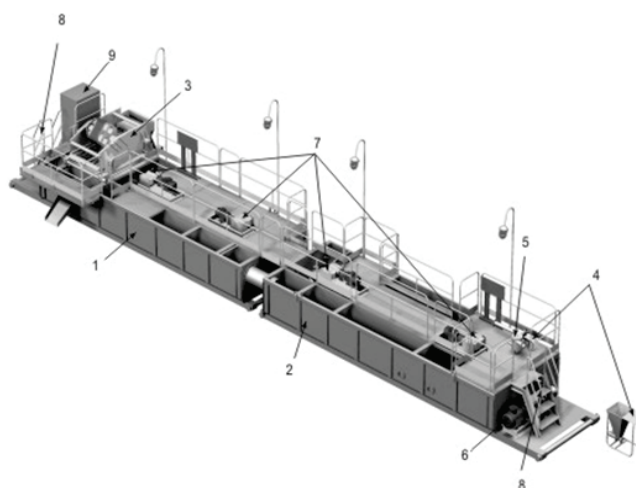
бурового розчину становить $V=20 \text{ м}^3$. Для контролю робочих параметрів системи використовується шафа керування. З метою забезпечення температурних режимів роботи може бути встановлено тепловентилятор (за вимогою замовника).



1 - напівпричіп - вагозов (вантажопідйомність 34 т.), 2 - ємність ($V=20 \text{ м}^3$), 3 - вібростол ЛВС-1М, 4 - пісковідділювач - ГЦ-360, 5 - муловідділювач ИГ-Т-45М, 6 - насос ВШН-150, 7 - насос 6Ш8-2, 8 - перемішувач ПБР-Т 7,5, 9 - центрифуга типу ОГШ, 10 - насос заглубний НП-12,5, 11 - гідрозмішувач СМ-100 з воронкою, 12 - диспергатор ДШ-100, 13 - трубопровідна обв'язка, 14 - укриття, 15 - паровий реєстр, 16 - тепловентилятор, 17 - шафа керування, 18 - дегазатор „Каскад 40.02”

Рис. 17. Система циркуляційна мобільна для капітального ремонту свердловин СЦ-13М

Система циркуляційна мобільна СЦ-09 призначена для очищення і приготування бурового розчину при капітальному чи поточному ремонті свердловин (рис. 18). Технічна характеристика її наведена в табл.7.



1 - блок очищення, 2 - блок приготування, 3 - вібростол ЛВС1М, 4 - гідрозмішувач СМ-100 (з воронкою), 5 - диспергатор ДШ-100, 6 - насос 6Ш8-2, 7 - перемішувач ПБР-Т 7,5, 8 - драбина, 9 - шафа управління

Рис.18. Система циркуляційна мобільна СЦ-09



В склад системи ЦС-09 входять блок очищення ($V=20 \text{ м}^3$) та блок приготування ($V=20 \text{ м}^3$) бурових розчинів. Блок очищення комплектується віброситом ЛВС1М, біля якого встановлена шафа управління. МЦС обладнана також гідрозмішувачем СМ-100 з воронкою, диспергатором ДШ-100, шламовим насосом 6Ш8-2 та чотирма перемішувачами ПБР-Т 7,5. Після встановлення ЦС на місці експлуатації встановлюють освітлення та відкидають драбини. Системи укріття – за домовленістю з замовником.

Таблиця 7

Технічні характеристики МЦС типу СЦ

Параметри	Значення	
	СЦ - 13М	СЦ – 09
Довжина, мм	27000	19700
Ширина, мм	4040	3075
Висота, мм	4800	2500
З демонтованим каркасом укріття: ширина, мм	3200	
З демонтованим каркасом укріття: висота, мм	4500	
Маса, кг	27000	16300
Встановлена потужність, кВт	224	75
Макс. глибина свердловини, м	2500	2000
Мін. розмір частинок, що видаляються з розчину, мм	0,008-0,01	0,1
Пропускна здатність, $\text{дм}^3/\text{с}$	50	40

Універсальна циркуляційна система бурових установок (ВАТ НВО «Бурение») призначена для очищення, дегазації, приготування бурових розчинів і інших технологічних рідин у складі бурових установок всіх класів, у тому числі в умовах Крайньої Півночі [7].

Склад системи: блок очищення, робочі ємності (число ємностей залежить від необхідного робочого об'єму), блок приготування. Комплектність і характеристики циркуляційної системи визначаються за узгодженням із замовником. Циркуляційна система оснащується віброситами нової конструкції, вдосконаленим дегазатором, спеціальними шламовими насосами з швидкозмінними сальниками підвищеної надійності. Нагнітальні лінії насосів оснащуються високонадійними датчиками робочого тиску. Центрифуга оснащується універсальним насосом і витратоміром з світловим табло. Вузли системи пристосовані до перевезення звичайним вантажним автотранспортом. Ємності оснащені відкидними майданчиками обслуговування і швидкозбірним сендвіч-панельним каркасом. В МЦС забезпечена висока монтажездатність та передбачено опалювання парою або електрикою. Компонувальна схема циркуляційної системи узгоджується з замовником.



Таблиця 8

Технічні характеристики універсальної ЦС

Параметри	Значення
Робочий об'єм, м ³	до 300
Продуктивність по буровому розчину, дм ³ /с	до 70
Висота до переливу вібросит, мм:	
- номінальна	2780
- мінімальна	2000
Пропускна здатність комплекту вібросит по розчину, дм ³ /с	до 70
Продуктивність центрифуги, дм ³ /с	до 7
Параметри шламових насосів:	
- робочий тиск, МПа	0,3
- подача, дм ³ /с	42
- споживана потужність, кВт	30
Параметри робочої ємності:	
- робочий об'єм, м ³	до 40
- довжина, м	8,5
- транспортна ширина, мм	2300
Габарити транспортних місць, м, не більше	9х2,5х2,5

Технологічні багатоцільові комплекси мобільного обладнання, розроблені в РФ, є в об'єктах імпортозаміщення, освоєваними оборонно-промисловими підприємствами. Призначені для будівництва, експлуатації, ремонту свердловин, у тому числі буріння бокових стовбурів, цементування, підвищення нафтовіддачі пластів і інтенсифікації видобутку в умовах важковидобувних запасів. Основними створюваними технологічними комплексами обладнання є: МТК-1 для ремонту і відновлення недіючих свердловин методом врізання бічних стовбурів і горизонтального буріння, МТК-3 для експлуатаційного обслуговування свердловин, МТК-4 для підвищення нафтовіддачі пластів і технологічних робіт при будівництві свердловин на тиск до 105 МПа. МТК є складними інженерними спорудами і компонуються з окремих автономних модулів-установок, розміщуваних на самохідних платформах-трейлерах і транспортних засобах високої прохідності, що забезпечують їх доставку до свердловин в будь-яких умовах. Модулі з'єднуються при розгортанні комплексів трубопроводами і кабелями за допомогою швидкороз'ємних з'єднань.

Циркуляційна система очищення бурового розчину комплексу МТК-1 конструктивно виконана у вигляді трьох окремих модулів: модуль очищення бурового розчину; модуль закачування бурового розчину; модуль допоміжного обладнання, який призначений для забезпечення нормальної експлуатації обладнання першого і другого модулів, особливо в зимовий час. Всі три модулі



зв'язано між собою трубопроводами. Модулі транспортуються на бурову за допомогою автомобіля КРАЗ-258.

Мобільні установки використовують для буріння неглибоких свердловин (до 2500 м), а також для забурювання других стволів та ремонту свердловин, тому циркуляційні системи для них потрібні переважно малолітражні мобільні з малогабаритним обладнанням та об'ємом 20 – 60 м³.

4.3. Аналіз залежності об'єму циркуляційної системи від глибини буріння свердловини

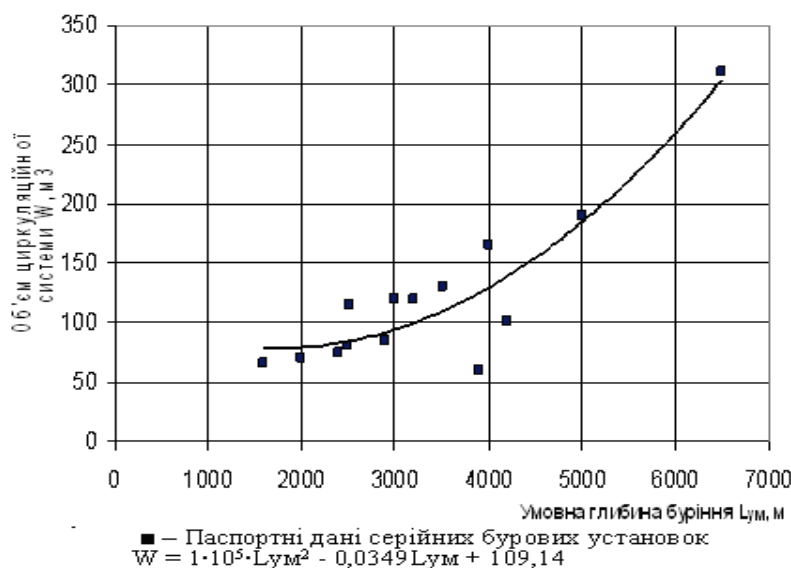


Рис. 19. Залежність об'єму циркуляційної системи від глибини буріння свердловини $W=f(L_{ym})$.

На основі проведеного аналізу та джерел літератури побудована залежність об'єму циркуляційної системи від глибини буріння свердловини $W=f(L_{ym})$ (рис. 19). Залежність побудована за формулою

$$W = 1 \cdot 10^5 \cdot L_{ym}^2 - 0,0349 L_{ym} + 109,14, \quad (1)$$

де W - об'єм циркуляційної системи, м³, L_{ym} - умовна глибина буріння, м.

Бачимо, що використовувані для мобільних установок циркуляційні системи відповідають даним графіка. Однак також пропонуються циркуляційні системи об'ємом 200 м³, придатні для спорудження свердловин до 5000 м, обладнання даних систем є повнорозмірне.

Висновки

Для малолітражних мобільних циркуляційних систем використовують малогабаритне обладнання вітчизняного чи російського виробництва, а для повнокомплектних мобільних систем - високотехнологічне обладнання американських фірм SWACO и NOV. Такі тенденції комплектації пояснюються високим рівнем розвитку техніки американських фірм, обладнання яких забезпечує вищу степінь очищення бурового розчину, ніж аналогічне російського виробництва. В світлі економічної та політичної ситуації на



світовому ринку (зниження ціни на нафту, санкції РФ в галузі нафтогазового машинобудування) можна очікувати зниження якості пропонованих Росією циркуляційних систем.

В той же час на ринку України пропонують комплектуючі систем очистки не гіршої якості, ніж аналогічні російські. Зокрема, виробничо-комерційне підприємство з обмеженою відповідальністю «Технокомплектсервіс» (м.Полтава) володіє виробничими потужностями не лише для виготовлення комплектуючих циркуляційної системи, але й може виготовляти каркаси для укрить. Шасі для мобільних циркуляційних систем може виготовляти компанія «АвтоКрАЗ», який випускає вантажні автомобілі, на шасі яких встановлюють насосні агрегати та мобільні установки для ремонту свердловин українського виробництва. На сьогодні військово-промисловий комплекс активно розвивається, тому проблем для власного виготовлення на базі його підприємств малолітражних мобільних циркуляційних систем також немає. За потребами замовників підприємства нафтогазового машинобудування можуть виготовляти комплектуючі – ВАТ ПКП "ПРОМСВЯЗЬ" (м. Охтирка, Сумська обл.) пропонує вібросита ЛВС-1, ЛВС-2, ЛВС-3, гідроциклони та ситогідроциклонні установки СГЦУ-1, а також центрифуги ОГШ-490У-01, аналогічні за технологічними показниками встановленим на малолітражних системах зарубіжного виробництва. ПАТ «Свеський насосний завод» пропонує насоси, які можуть бути використані для перекачування бурових рідин в межах циркуляційної системи.

При потребі виготовлення циркуляційних систем для глибокого буріння є можливість закупляти та встановлювати на них комплектуючі зарубіжного виробництва. Проектні роботи для виготовлення мобільних циркуляційних систем під силу виконати ІФНТУНГ [6].



ГЛАВА 5. МЕТОДЫ ОБФУСКАЦИИ ПРОГРАММ НА ОСНОВЕ ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОТОКА УПРАВЛЕНИЯ

Введение

Проблема защиты интеллектуальной собственности в последние годы становится все более и более актуальной. Связано это, как с взрывным ростом количества новых идей, продуктов и технологий, так и с упрощением процедур их описания и реализации. Информационные технологии здесь оказались катализатором инновационного процесса. Они предложили гигантское множество простых для пользователя инструментов поддержки инновационной деятельности и постарались, по возможности, предложить технологии защиты интеллектуальной собственности. В то же время, очевидно, что прогресс в развитии простых и удобных в эксплуатации инструментальных средств поддержки инноваций существенно опережает создание и развитие инструментария защиты интеллектуальной собственности. В ряду инструментальных средств, для которых справедливо все выше сказанное, можно отметить продуктовую линейку Microsoft Office, многие популярные продукты компаний Corel, MindJet, CA Technologies и т. д. Эти программные средства благодаря поддержке языка программирования Visual Basic for Applications (VBA) [16] взяли на себя роль метасистем – инструментов создания инноваций в области программного обеспечения со стороны прикладных специалистов, не считавших себя ранее специалистами в области программирования. Еще ярче эта ситуация прослеживается в сфере аппаратного обеспечения. Появление и развитие таких языков описания аппаратуры как Verilog [19] и VHDL [1], с одной стороны, чрезвычайно упростило и ускорило создание множества аппаратных решений, а, с другой, сделало ряд весьма сложных, интеллектуально емких (уникальных) проектов уязвимыми к несанкционированному использованию.

Некоторым препятствием на пути утечки интеллектуальной собственности в описанном контексте являются технологии обфускации. Неформально под обфускацией понимается приведение исходного текста или исполняемого кода программы к виду, сохраняющему её функциональность, но затрудняющему анализ, понимание алгоритмов работы и модификацию после декомпиляции [17]. Таким образом, разработка новых методов обфускации с различными заданными свойствами представляет значительный интерес.

Настоящая глава посвящена обсуждению нового практического метода обфускации программ, написанных на языке программирования VBA. Особенностью предлагаемого метода является использование линейных конгруэнтных последовательностей в качестве основы для отображения порядка расположения операторов языка на требуемый функциональностью порядок выполнения программы.



5.1. Формальное понимание обфускации

Формализацию понятия обфускации удобно начать с рассмотрения коммутативной диаграммы, представленной на рис. 1.

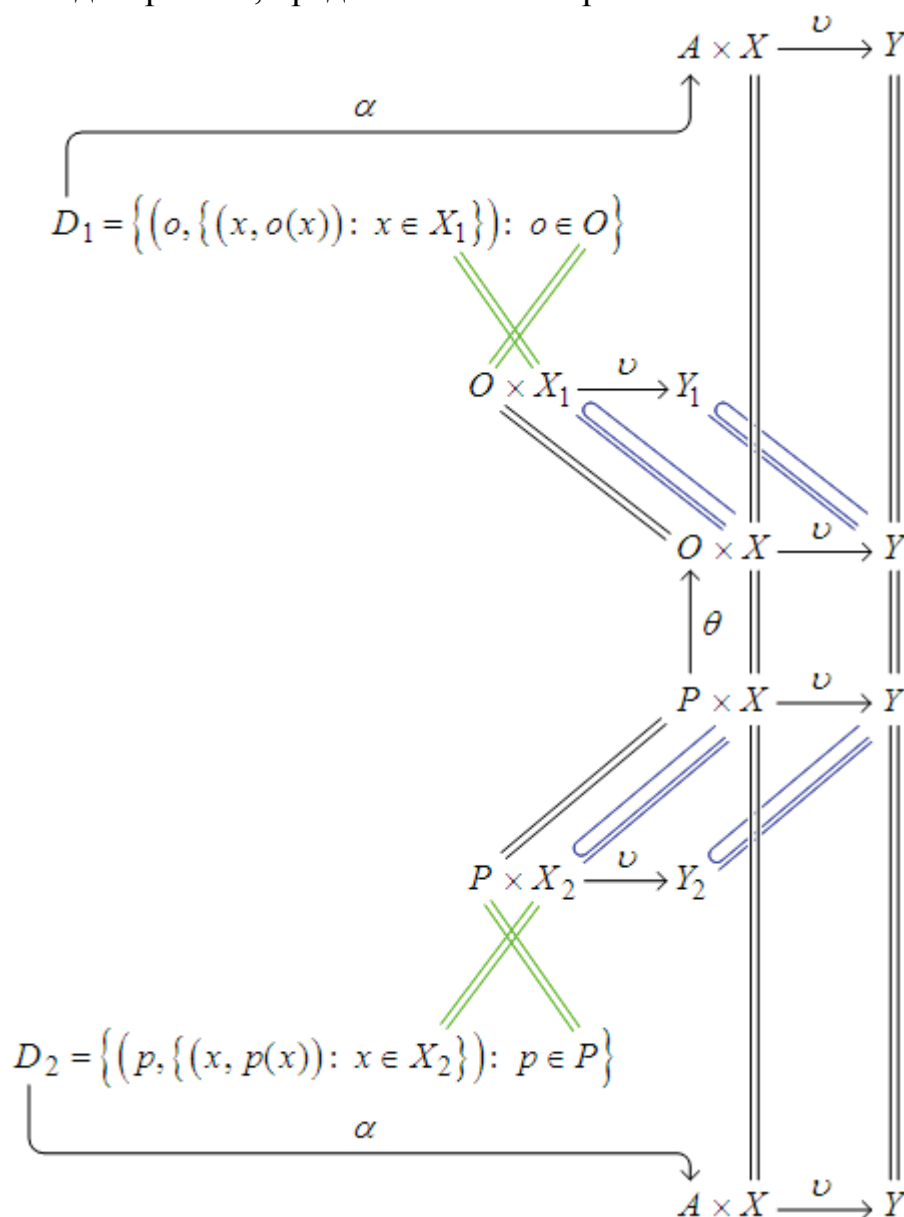


Рис. 1. Коммутативная диаграмма, иллюстрирующая понятие обфускации

На рис. 1 использованы следующие обозначения:

P – множество программ;

X – множество исходных данных для программ из множества P ;

Y – множество результатов выполнения программ из множества P с исходными данными из множества X ;

v – отображение, реализуемое вычислителем (компьютером);

O – множество обфусцированных программ;

θ – отображение, реализуемое обфускатором (специальной программой некоторого вычислителя);

X_1 – некоторое подмножество множества X , $X_1 \subseteq X$, на диаграмме это



отношение представлено соответствующим удлинённым знаком,

Y_1 – подмножество множества Y , $Y_1 \subseteq Y$, содержащее результаты выполнения обфусцированных программ из множества O с исходными данными из множества X_1 ;

D_1 – наблюдаемое атакующим субъектом множество обфусцированных программ с некоторой частью примеров их выполнения, определяемой множеством X_1 ;

A – множество реконструированных атакующим субъектом программ на основе исследования элементов множества D_1 (или D_2) с использованием алгоритма реконструкции (рефакторинга), представленного на диаграмме отображением α ;

X_2 – некоторое подмножество множества X , $X_2 \subseteq X$;

Y_2 – подмножество множества Y , $Y_2 \subseteq Y$, содержащее результаты выполнения программ из множества P с исходными данными из множества X_2 ;

D_2 – наблюдаемое атакующим субъектом множество исходных программ с некоторой частью примеров их выполнения, определяемой множеством X_2 ;

две параллельные линии (удлинённый знак равенства) означает, что соединённые этим знаком множества – это одно и то же множество, представляемое синхронно, условно говоря, представляемое в каждый момент времени в каждой своей позиции присутствия одним и тем же своим элементом;

в связи с последним замечанием обратим внимание на отсутствие этого знака между множеством A , присутствующим и в верхней, и в нижней части диаграммы (это одно и то же множество, но представляемое в каждой отдельной ситуации разными своими элементами, иначе говоря, множество, представляемое на диаграмме асинхронно).

Введенная таким образом модель системы программ может быть использована для построения определения обфускации.

Определение 1. Алгоритм θ назовем обфускатором для класса программ P , если справедливы следующие три свойства.

1) Сохранение функциональности:

$$\forall p (p \in P) \forall x (x \in X) [\theta(p)(x) = p(x)].$$

2) Не более чем полиномиальное снижение эффективности:

$$\forall p (p \in P) [|\theta(p)| \leq \pi_s(|p|)]$$

и/или

$$\forall p (p \in P) \forall x (x \in X) [\tau(\theta(p)(x)) \leq \pi_t(\tau(p(x)))],$$

где $|p|$ – сложность программы p по объёму кода,

π_* – некоторый полином,



$\tau(p(x))$ – время выполнения программы p с исходными данными x .

3) Стойкость к реконструкции:

$$\forall p(p \in P) \left[\tau(\alpha|D_1, O = \{\theta(p)\}) \gg \tau(\alpha|D_2, P = \{p\}) \right],$$

где $\tau(\alpha|D_1, O = \{\theta(p)\})$ – время исполнения сужения отображения α на множество D_1 для случая, когда множество O содержит один элемент – результат обфускации программы p ,

$\tau(\alpha|D_2, P = \{p\})$ – время исполнения сужения отображения α на множество D_2 для случая, когда множество P содержит один элемент – программу p .

Данное определение построено по схеме, выработанной в работах [8, 23, 28], но в терминах теории множеств. По мнению автора, предложенная нотация проще для понимания и она достаточна для постановки задачи, рассматриваемой в настоящей главе.

Заметим, что степень строгости определения 1 может быть повышена за счет уточнения смысла, вкладываемого в отношение « $\gg$ », а степень специализации определения – за счет уточнения понятия отображения α и его домена. Так, например, если на рис. 1 множество исходных программ с некоторой частью примеров их выполнения D_2 заменить на множество лишь примеров их выполнения $D_2^\delta = \{ \{ (x, p(x)) : x \in X_2 \} : p \in P \}$, а отношение « $\gg$ » в третьем свойстве определения 1 понимать как отношение « $\geq$ », то мы приходим к определению обфускатора – «черного ящика» [23], исследование результатов работы которого предоставляет атакующему субъекту информации не больше, чем исходная программа, рассматриваемая как «черный ящик». Развитие идей, положенных в основу определения обфускатора – «черного ящика», привело к понятиям обфускатора неразличимости [23] и лучшего обфускатора [28]. Некоторые результаты в части исследования возможных практических подходов к созданию алгоритмов обфускации в названных смыслах приведены в работе [27]. Русскоязычный обзор результатов в области соответствующей теории обфускации представлен в работах [8, 10, 15]. Заметим, что во всех перечисленных публикациях в качестве нотации исследования предметной области использована теоретико-вероятностная нотация, а также язык машин Тьюринга и логических схем.

Целью настоящей работы является разработка практического метода обфускации, стойкость которого характеризуется интерпретацией отношения « $\gg$ » в третьем свойстве определения 1 как простого отношения «больше».



Иначе говоря, разрабатываемый метод обфускации должен усложнять полуавтоматический рефакторинг и он не претендует на строго доказанную стойкость в каком-либо смысле.

5.2. Современная практика обфускации

Разработке и исследованию практических методов обфускации посвящено огромное количество работ. Отметим некоторые из них, важные и знаковые с точки зрения данного исследования.

Очень подробный обзор практических методов обфускации дает отчет Стефана Драпе [25]. В обзорной части этого отчета, на стр. 14-16, фактически присутствует первый шаг подхода, развиваемого в данном исследовании. Речь идет о статическом отображении порядка следования операторов в программе на порядок их выполнения. Остается скрыть эту статику за «ширмой» отображений, отчужденных по месту расположения в программе от функционально значимых операторов, иначе говоря, скрыть за «ширмой» динамики, реализуемой некоторой функцией, и мы получаем то, что предлагаем.

Работы [24, 26] посвящены обсуждению проблем и методов обфускации данных и, в частности, матриц. Простейшие идеи из этих двух работ эффективно могут быть использованы при обфускации констант – вспомогательного метода, способного усилить эффект разрабатываемого в данной работе подхода.

Отдельные любопытные практические подходы к обфускации рассматривались на страницах журнала «Кибернетика и программирование» [13, 14]. Последняя из этих работ интересна упоминанием экзотических подходов к обфускации, в частности основанных на языке сетей Петри. Идеи этого подхода позволили наметить дальнейшие пути развития предлагаемого метода в направлении совместной обфускации сразу нескольких программных модулей, интерфейсный раздел которых допускает обобщение.

5.3. Идея предлагаемого подхода

Идея метода обфускации, предлагаемого в данной работе, заключается в том, что любой базовый блок программы на императивном языке программирования, см. левый столбец таблицы 1, можно представить в виде эквивалентной конструкции, см. правый столбец таблицы 1.

Таблица 1

Функционально эквивалентное преобразование базового блока программы

Исходная последовательность операторов	Функционально эквивалентная конструкция языка *)
$Operator_1$	$x = x_0$



$Operator_2$ $\dots$ $Operator_N$	Do While True $x = g(x)$ Select Case x Case x_1 $Operator_{n_1}$ Case x_2 $Operator_{n_2}$ $\dots$ Case x_N $Operator_{n_N}$ Case x_{N+1} $Operator_{n_{N+1}}$ End Select Loop
*) Использованы конструкции языка программирования Microsoft Visual Basic и при этом $Operator_{N+1} = \text{"Exit Do"}$	

В таблице использованы следующие обозначения:

$g: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ – биекция, которая является образующим элементом циклической группы с количеством элементов не меньше $N+1$, причем

$$\forall k (k = 1, 2, \dots, N+1) \left[n_i = k \Rightarrow x_i = g^k(x_0) \right],$$

где $g^k(x) \underset{Def}{=} \underbrace{g \circ g \circ \dots \circ g}_k(x);$

$\mathbb{N}$ – множество натуральных чисел;

x_0 – некоторое начальное значение, $x_0 \in \mathbb{N}$;

x_i – значение ключа, по которому осуществляется выбор исполняемого оператора, $x_i \in \mathbb{N}$;

n_i – номер оператора, соответствующего ключу x_i ; $i = 1, 2, \dots, N+1$.

Заметим, что разные циклические образующие g могут порождать разные функционально эквивалентные конструкции. Дополнительное разнообразие во множество этих конструкций может внести возможность варьирования числа x_0 . Это замечание, кстати, имеет особое значение для практики конструирования самомодифицирующихся компьютерных вирусов без



сигнатур [7]. Обсуждению другой стороны этой возможности (противодействию) посвящена работа [9].

Для того, чтобы обсуждаемый подход на основе функционально эквивалентного преобразования, представленного в таблице 1, стал действительно практическим, необходимо подобрать такую биекцию g , которая обеспечивала бы заданный порядок порождаемой ей циклической группы и реализация которой, с одной стороны, была бы вычислительно простой, а с другой, легко бы могла быть сама подвергнута обфускации.

Хорошим кандидатом на роль такого преобразования g , по мнению автора, является рекуррентное соотношение, порождающее так называемые линейные конгруэнтные последовательности (ЛКП) [12]. Преобразование, порождающее ЛКП, имеет всего три параметра, соответствующий выбор которых гарантирует максимальный период последовательности, равный одному из параметров, называемому модулем, см. теорему А [12, с. 29]. Поскольку период ЛКП определяет порядок циклической группы, то требование обеспечения любого заданного порядка группы выполнено. С другой стороны, ЛКП во многих случаях напоминают случайные последовательности с равномерным законом распределения элементов, что позволяет при выполнении не очень обременительных условий порождать функционально эквивалентные коды, для предположительного обнаружения экземпляра которых необходимо использовать некоторое множество сигнатур, мощность которого не меньше порядка циклической группы (периода ЛКП). Этот тезис для отрасли разработки компьютерных вирусов фактически эквивалентен следующему высказыванию: «чем больше размер кода компьютерного вируса, тем сложнее, в общем случае, делать высоко достоверный вывод о его обнаружении с использованием традиционных подходов». Проблемы, связанные с отклонением свойств ЛКП от свойств истинно случайных последовательностей, для данного приложения не вызывают проблем применимости, характерных для традиционных приложений псевдослучайных чисел, таких, как методы класса Монте-Карло и криптографические приложения [6], что также положительно характеризует наш выбор циклической образующей.

5.4. Алгоритм предлагаемого метода обфускации в целом

В предыдущей главе была продемонстрирована возможность эквивалентного преобразования базового блока программы (линейного участка кода без переходов). Теперь мы рассмотрим случай, когда код содержит оператор безусловного перехода, см. таблицу 2.

Нетрудно видеть, что операторы условного перехода также очень хорошо вписываются в предлагаемую модель эквивалентных преобразований.

Таким образом, мы приходим к заключению, что если некоторая программа не содержит типовых конструкций языка структурного



программирования, то есть полностью представляет из себя спагетти-код [18], то она очевидным образом может быть обфусцирована предлагаемым в этом и предыдущем разделах настоящей главы методом.

Таблица 2

Функционально эквивалентное преобразование базового блока программы с оператором GoTo

Исходная последовательность операторов	Функционально эквивалентная конструкция языка
$Operator_1$ $Operator_2$ $\dots$ $Label_i:$ $Operator_i$ $\dots$ GoTo $Label_i$ ' $Operator_j$ $\dots$ $Operator_N$	$x = x_0$ Do While True $x = g(x)$ Select Case x Case x_1 $Operator_{n_1}$ Case x_2 $Operator_{n_2}$ $\dots$ Case x_m $x = g^{i-1}(x_0)$ ' GoTo $Label_i$ $\dots$ Case x_k ' $x_k = g^i(x_0)$ ' $Label_i:$ $Operator_i$ $\dots$ Case x_N $Operator_{n_N}$ Case x_{N+1} $Operator_{n_{N+1}}$ End Select Loop

Пользуясь последним замечанием можно сформулировать основные этапы предлагаемого подхода к обфускации программ:



- 1) лексический разбор;
- 2) деструктурирование кода;
- 3) обфускация кода;
- 4) обфускация переменных;
- 5) обфускация констант.

Из перечисленных шагов алгоритма только лексический разбор является типовым алгоритмом для данного конкретного языка программирования, на остальных этапах следует остановиться подробнее.

5.5. Деструктурирование кода

В основу алгоритма деструктурирования кода положены принципы эквивалентного преобразования конструкций структурного программирования (для заданного языка программирования) в спагетти-код, см. таблицу 3.

Преобразования, представленные в таблице 3, легко реализуются на основе результатов лексического разбора. При этом на первом этапе выполняются преобразования, связанные с сокращенной записью обращений к свойствам и методам объектов и классов и описанные в последней строке таблицы 3. На последующих этапах реализуется рекурсивное применение остальных преобразований таблицы 3.

Таблица 3

Принципы эквивалентного преобразования базовых конструкций структурного программирования языка программирования VBA

Элементы структурного программирования	Спагетти-код
<pre> If condition Then [statements] ElseIf condition_1 Then [elseif_statements_1]] ... ElseIf condition_n Then [elseif_statements_n]] Else [else_statements]] End If </pre>	<pre> If Not (condition) Then GoTo label_0 [statements] GoTo label_end label_0: [If Not (condition_1) Then GoTo label_1 [elseif_statements_1] GoTo label_end label_1:] ... [If Not (condition_n) Then GoTo label_n [elseif_statements_n] GoTo label_end label_n:] [else_statements] label_end: </pre>



<pre> Select Case test_expression [Case expression_list_1 [statements_1]] ... [Case expression_list_n [statements_n]] [Case Else [else_statements]] End Select </pre>	<pre> Dim vartmpname As Variant *) vartmpname = test_expression [If Not (expression_list_1 = vartmpname) _ Then GoTo label_1 [statements_1] GoTo label_end label_1:] ... [If Not (expression_list_n = vartmpname) _ Then GoTo label_n [statements_n] GoTo label_end label_n:] [else_statements] label_end: </pre>
<pre> For counter = start To end _ [Step step] [statements_1] [Exit For] [statements_2] Next [counter] </pre>	<pre> counter = start label_1: [statements_1] [GoTo label_2] [statements_2] counter = counter + step if counter <= end Then GoTo label_1 [label_2:] </pre>
<pre> Do {While Until} condition [statements_1] [Exit Do] [statements_2] Loop </pre>	<pre> label_1: If {Not (condition) condition} Then _ GoTo label_2 [statements_1] [GoTo label_2] [statements_2] GoTo label_1 label_2: </pre>
<pre> Do [statements_1] [Exit Do] [statements_2] Loop {While Until} condition </pre>	<pre> label_1: [statements_1] [GoTo label_2] [statements_2] If {condition Not (condition)} Then _ GoTo label_1 label_2: </pre>
<pre> While condition [statements] Wend </pre>	<pre> label_1: If Not (condition) Then GoTo label_2 [statements_1] GoTo label_1 label_2: </pre>
<pre> With object [substat_1][sep_1].postfix _ [sep_2][substat_2]... ... End With </pre>	<pre> [substat_1][sep_1]object.postfix _ [sep_2][substat_2]... ... </pre>

Для примера рассмотрим исходный код функции, реализующей



обобщенный алгоритм Эвклида, см. листинг 1. Этот пример будет сквозным для иллюстрации всех этапов обфускации.

Листинг 1

```
'
=====
' |  Функция вычисления мультипликативно обратного элемента
|
' |  в системе наименьших неотрицательных вычетов  $a^{-1}(b)$  с
|
' |  использованием расширенного алгоритма Евклида
|
',
|=====|
' |  Входные параметры:
|
' |  a    - целое число, для которого вычисляется мультиплика-
|
' |          тивно обратный элемент по модулю, принадлежащий
|
' |          соответствующей системе наименьших неотрицательных
|
' |          вычетов,
|
' |  b    - модуль.
|
' |  Выходной параметр:
|
' |  GCD - наибольший общий делитель a и b.
|
' |  Возвращаемое значение:
|
' |  мультипликативно обратный элемент для a по модулю b,
|
' |   $a^{-1}(b)$ .
|
',
|=====|
' |                                     (Бородин А. В., 30.06.2014, 30.06.2014)
|
',
=====

Function ExtEuclidOriginal(ByVal a As Long, ByVal b As Long, _
                          ByRef GCD As Long) As Long

    Dim r As Long, r_pre As Long, r_pre_pre As Long
    Dim y As Long, y_pre As Long, y_pre_pre As Long
```



```

r_pre_pre = b
r_pre = a
y_pre_pre = 0
y_pre = 1
Do While r_pre <> 0
    r = r_pre_pre Mod r_pre
    y = y_pre_pre - y_pre * (r_pre_pre \ r_pre)
    r_pre_pre = r_pre
    r_pre = r
    y_pre_pre = y_pre
    y_pre = y
Loop

GCD = r_pre_pre
ExtEuclidOriginal = IIf(y_pre_pre >= 0, y_pre_pre, b + y_pre_pre)

End Function

```

Результат деструктурирования кода, представленного на листинге 1, приведен в листинге 2.

Листинг 2

```

'
=====
' | Результат деструктуризации расширенного алгоритма Евклида
|
'
=====

Function ExtEuclidDestructurizat(ByVal a As Long, ByVal b As Long, _
                                ByRef GCD As Long) As Long

    Dim r As Long, r_pre As Long, r_pre_pre As Long
    Dim y As Long, y_pre As Long, y_pre_pre As Long

    r_pre_pre = b
    r_pre = a
    y_pre_pre = 0
    y_pre = 1

11:
    'Do While r_pre <> 0
    If Not (r_pre <> 0) Then GoTo 12
        r = r_pre_pre Mod r_pre
        y = y_pre_pre - y_pre * (r_pre_pre \ r_pre)
        r_pre_pre = r_pre
        r_pre = r

```



```

        y_pre_pre = y_pre                                ' 9
        y_pre = y                                        ' 10
    'Loop
    GoTo 11                                              ' 11
12:

    GCD = r_pre_pre                                    ' 12
    'ExtEuclidDestructurizat = IIf(y_pre_pre >= 0, y_pre_pre, b + y_pre_pre)
    If y_pre_pre >= 0 Then GoTo 13                      ' 13
    ExtEuclidDestructurizat = b + y_pre_pre            ' 14
    GoTo 14                                             ' 15
13:
    ExtEuclidDestructurizat = y_pre_pre                ' 16
14:
                                                    ' 17

End Function

```

В спагетти-коде, представленном на листинге 2, сохранены отступы, позволяющие проследить прошлую структурированность программы. Также в этом коде элементы, заменившие конструкции структурного программирования, предварены комментариями, содержащими исходные элементы, а все выполнимые операторы языка пронумерованы (в заоператорных комментариях) с 0 до 16. Номер 17 соответствует выходу из функции.

5.6. Обфускация кода

В программе, представленной на листинге 2, имеется 17 выполнимых операторов, пронумерованных от 0 до 16, 17-й оператор – «пустой», соответствует завершению программы. Таким образом, для обфускации программы необходима ЛКП с периодом не меньше 18. Выберем в качестве модуля линейного конгруэнтного преобразования число 18. Это означает, что преобразование $g(x) = |ax + c|_m$, где $m=18$, а $|a|_m$ обозначает наименьший неотрицательный вычет числа a по модулю m , может породить ЛКП максимального периода 18, если множитель a и приращение c будут соответствовать условиям теоремы А [12, с. 29], например, $a=7$, $c=11$. В качестве начального значения x_0 можно взять любое целое число от 0 до 17. Например, если $x_0 = 8$, то мы получаем следующий период:

(13, 12, 5, 10, 9, 2, 7, 6, 17, 4, 3, 14, 1, 0, 11, 16, 15, 8).

Используя эти значения и идеи из таблиц 1 и 2, мы можем преобразовать программный код, приведенный на листинге 2, в программный код, приведенный на листинге 3.



```

' =====
' | Результат обфускации расширенного алгоритма Евклида:      |
' | 1) до обфускации ЛКДПСЧ,                                   |
' | 2) до обфускации идентификаторов,                         |
' | 3) сохранены комментарии с номерами операторов и         |
' | комментарии с преобразованными GoTo.                      |
' =====

Function ExtEuclidObfuskat1(ByVal a As Long, ByVal b As Long, _
                           ByRef GCD As Long) As Long

    Dim r As Long, r_pre As Long, r_pre_pre As Long
    Dim y As Long, y_pre As Long, y_pre_pre As Long

    Dim xx As Long

    xx = 8
    Do While True
        xx = (7 * xx + 11) Mod 18
        Select Case xx
            Case 0
                'If y_pre_pre >= 0 Then GoTo 13                ' 13 -----
                If y_pre_pre >= 0 Then xx = 16                  ' (16 pre
15)
            Case 1
                ' 12:
                GCD = r_pre_pre                                ' 12
            Case 2
                r = r_pre_pre Mod r_pre                        ' 5
            Case 3
                y_pre = y                                      ' 10
            Case 4
                y_pre_pre = y_pre                              ' 9
            Case 5
                y_pre_pre = 0                                  ' 2
            Case 6
                r_pre_pre = r_pre                              ' 7
            Case 7
                y = y_pre_pre - y_pre * (r_pre_pre \ r_pre)   ' 6
            Case 8
                ' 14:
                Exit Do                                        ' 17
            Case 9
                ' 11:
                'If Not (r_pre <> 0) Then GoTo 12              ' 4 -----
                If Not (r_pre <> 0) Then xx = 14                ' (14 pre 1)
            Case 10
                y_pre = 1                                       ' 3
            Case 11
                ExtEuclidObfuskat1 = b + y_pre_pre            ' 14

```



```

Case 12
    r_pre = a                                ' 1
Case 13
    r_pre_pre = b                            ' 0
Case 14
    'GoTo 11                                ' 11 -----
    xx = 10                                  ' (10 pre 9)
Case 15
    ' 13:
    ExtEuclidObfuscate1 = y_pre_pre          ' 16
Case 16
    'GoTo 14                                ' 15 -----
    xx = 15                                  ' (15 pre 8)
Case 17
    r_pre = r                                ' 8
Case Else
    Debug.Print "ExtEuclidObfuscate1: xx = "; xx
End
End Select
Loop

End Function

```

На листинге 3 присутствуют отступы, демонстрирующие структурную организацию нового эквивалентного кода. Кроме того, добавлены строчные комментарии для «логического присутствия» меток и операторов «GoTo», а также заоператорные комментарии для номеров операторов (по порядку выполнения) и значений элементов периода, предшествующих требуемым, в соответствии с оператором «GoTo».

Как легко убедиться, алгоритм преобразования оказывается очень простым.

5.7. Обфускация переменных

По мнению ряда исследователей [29] проблемы с семантикой идентификаторов при рефакторинге увеличивают время, необходимое для понимания алгоритма, в среднем в два раза по отношению к ситуации, когда поток управления зависит от множества «непрозрачных» предикатов. Еще большего эффекта можно добиться при реализации идеи повторного использования идентификаторов [29], когда семантически обусловлено разные идентификаторы, но не пересекающиеся по области использования, при совпадении типов, объединяются по обфусцированному имени.

При синтезе обфусцированных идентификаторов могут применяться различные стратегии:

1) генерация имен, состоящих из допустимых случайных (псевдослучайных) символов, длиной из заданного интервала (фиксированной



длиной);

2) генерация имен, состоящих из некоторого количества повторяющихся допустимых символов, в условиях, когда множество символов задано и задан интервал длин идентификаторов;

3) смешанная стратегия с равновероятным выбором стратегий 1 и 2.

Результат обфускации имен переменных при фиксированной длине идентификатора, равной 8, приведен на листинге 4.

Листинг 4

```
'
=====
' | Окончательный результат обфускации функции
ExtEuclidOriginal |
' | (деструктуризация языковая, ЛК-запутывание,
деструктуризация |
' | стилистическая, обфускация имен)
|
',
=====

Function jfU5puyE(ByVal quEvc8xr As Long, ByVal kRaZ2Ipi As Long, _
ByRef M5XX4pmi As Long) As Long
Dim I08HujHx As Long, jBsfK8YG As Long, swKZJf6e As Long
Dim FQYIO5Bp As Long, p7e5LjKj As Long, jJBgVzoy As Long
Dim RcmiOrCO As Long
RcmiOrCO = 8
Do While True
RcmiOrCO = (7 * RcmiOrCO + 11) Mod 18
Select Case RcmiOrCO
Case 0
If jJBgVzoy >= 0 Then RcmiOrCO = 16
Case 1
M5XX4pmi = swKZJf6e
Case 2
I08HujHx = swKZJf6e Mod jBsfK8YG
Case 3
p7e5LjKj = FQYIO5Bp
Case 4
jJBgVzoy = p7e5LjKj
Case 5
jJBgVzoy = 0
Case 6
swKZJf6e = jBsfK8YG
Case 7
FQYIO5Bp = jJBgVzoy - p7e5LjKj * (swKZJf6e \ jBsfK8YG)
Case 8
Exit Do
Case 9
```



```

If Not (jBsfK8YG <> 0) Then RcmiOrCO = 14
Case 10
p7e5LjKj = 1
Case 11
jfU5puyE = kRaZ2Ipi + jJBgVzoy
Case 12
jBsfK8YG = quEvc8xr
Case 13
swKZJf6e = kRaZ2Ipi
Case 14
RcmiOrCO = 10
Case 15
jfU5puyE = jJBgVzoy
Case 16
RcmiOrCO = 15
Case 17
jBsfK8YG = I08HujHx
Case Else
Debug.Print "jfU5puyE: RcmiOrCO = "; RcmiOrCO
End
End Select
Loop
End Function

```

На листинге 4 отступы, демонстрирующие структурную организацию, удалены.

Таблица замены идентификаторов представлена на листинге 5.

Листинг 5

```

'
=====
'
' 1  ExtEuclidObfuscate1  jfU5puyE
' 2  a                    quEvc8xr
' 3  b                    kRaZ2Ipi
' 4  GCD                  M5XX4pmi
' 5  r                    I08HujHx
' 6  r_pre                jBsfK8YG
' 7  r_pre_pre            swKZJf6e
' 8  y                    FQYIO5Bp
' 9  y_pre                p7e5LjKj
' 10 y_pre_pre            jJBgVzoy
' 11 xx                   RcmiOrCO
'
=====

```



5.8. Обфускация констант

В целом ряде случаев, знание констант, используемых в программе, способно существенно облегчить понимание семантики алгоритма. Поэтому сокрытие явного использования констант может стать одним из препятствий на пути рефакторинга программ, по крайней мере, при ручном анализе кода. Для автоматизированного анализа обфускация констант вряд ли может стать серьезным препятствием, но для непрофессионального ручного анализа она может создать заметные проблемы.

Заметим, что константы основных базовых типов языков программирования легко могут быть представлены целыми неотрицательными числами. Константа целого типа – это целое неотрицательное со знаком, вещественного типа – это целое неотрицательное со знаком для мантиссы и целое неотрицательное со знаком для порядка, константа строкового типа – это набор ординалов, соответствующих символам, иначе, набор целых неотрицательных чисел. Таким образом, задачу обфускации констант базовых типов можно свести к задаче обфускации целых неотрицательных констант.

Формализуем задачу [2, 4]. Пусть C – множество целых неотрицательных констант, используемых в обфусцируемой программе, $C \subset \mathbb{Z}_0^+$. Здесь $\mathbb{Z}_0^+$ – множество целых неотрицательных чисел. Пусть, далее, $m = \max C + 1$, то есть $C \subseteq \mathbb{Z}_m \stackrel{Def}{=} \{0, 1, \dots, m-1\}$. Пусть R – множество (вспомогательных) констант, которые представлены в программе не только своими идентификаторами, но и явно записанными целыми числами без знака. Теперь можно ввести множество констант, используемых в программе и заданных явно,

$$C_0(R) = C \cap R.$$

На первом шаге, используя данное множество констант, можно его расширить с помощью ряда линейных комбинаций:

$$C_1(R, A_0, x_0) = C_0(R) \cup \left\{ c : c \in C \setminus C_0(R), c = \sum_{a \in A_0(c)} x_0(c, a) a \right\},$$

где $A_0 : C \setminus C_0(R) \rightarrow 2^{C_0(R)}$ – некоторая функция, представляющая подмножество констант, из множества $C_0(R)$, используемых в линейной комбинации для порождения некоторых констант из множества $C \setminus C_0(R)$ на первой итерации,

$x_0 : [C \setminus C_0(R)] \times C_0(R) \rightarrow C_0(R)$ – функция, которая при порождении некоторых констант c , из множества $C \setminus C_0(R)$, сопоставляет каждому члену линейной комбинации из множества $A_0(c)$ коэффициент из множества $C_0(R)$.



На последующих шагах мы можем постепенно расширять множество констант, определенных через константы предыдущих шагов:

$$C_{k+1}(R, A_k, x_k) = C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1}) \cup \left\{ c : c \in C \setminus C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1}), c = \sum_{a \in A_k(c)} x_k(c, a) a \right\},$$

где $A_k : C \setminus C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1}) \rightarrow 2^{C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})}$ – некоторая функция, представляющая подмножество констант, из множества $C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})$, используемых в линейной комбинации для порождения некоторых констант из множества $C \setminus C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})$ на $(k+1)$ -й итерации,

$x_k : [C \setminus C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})] \times C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1}) \rightarrow C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})$ – функция, которая при порождении некоторых констант c , из множества $C \setminus C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})$, сопоставляет каждому члену линейной комбинации из множества $A_k(c)$ коэффициент из множества $C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})$, $k = 1, 2, \dots$.

Очевидно, что для некоторых R на некоторой итерации k' будет достигнуто определение всех необходимых констант:

$$C_{k'}(R, A_{k'-1}, x_{k'-1}) = C.$$

Определим множество возможных параметров порождения заданного множества констант при фиксированном множестве непосредственно заданных констант:

$$V(R) \stackrel{\text{Def}}{=} \left\{ \left(k', (A_k, x_k)_{k=0}^{k=k'-1} \right) : C_{k'}(R, A_{k'-1}, x_{k'-1}) = C \right\}.$$

Теперь можно сформулировать ряд оптимизационных задач.

1) Задача минимизации количества операций при порождении заданного набора констант C при фиксированном множестве непосредственно определенных констант R :

$$\pi(R) \stackrel{\text{Def}}{=} \left(k'', (A'_k, x'_k)_{k=0}^{k=k''-1} \right)(R) = \arg \min_{V(R)} \sum_{k=1}^{k'} \sum_{c \in C_k(R, A_{k-1}, x_{k-1})} |A_k(c)|. \quad (1)$$

2) Задача минимизации количества непосредственно определенных констант среди вариантов с минимальной сложностью формул:

$$R' = \arg \min_{R \in \text{Dom } \pi} |R|, \quad (2)$$

где $\text{Dom } \pi$ – область определения функции π .



Значение функции $\pi(R')$ можно рассматривать как оптимальную (в определенном смысле) схему обфускации констант. Следует, однако, отметить, что алгоритм точного решения задачи вычисления $\pi(R')$ лежит, по-видимому, в классе **EXPSPACE**. Поэтому на практике задача вычисления $\pi(R')$ решается каким-либо приближенным эмпирическим методом. Так вариант решения этой задачи для нашего сквозного примера реализован в коде, представленном на листинге 6.

Листинг 6

```
'
=====
' | Совсем окончательный результат обфускации функции
|
' | (деструктуризация языковая, ЛК-запутывание,
деструктуризация |
' | стилистическая, обфускация имен и констант)
|
'
=====

Function jfU5puyE1(ByVal quEvc8xr As Long, ByVal kRaZ2Ipi As
Long, ByRef M5XX4pmi As Long) As Long
    Dim I08HujHx As Long, jBsfK8YG As Long, swKZJf6e As Long,
FQYIO5Bp As Long, p7e5LjKj As Long
    Dim jJBgVzoy As Long, RcmiOrCO As Long, w4EU7zGI As Long,
K9uCNdcu As Long, yi7QcaDE As Long
    Dim ZgY0EknI As Long, wDvVNkt9 As Long, HztDq4JI As Long,
cfdHK5LS As Long, bhEsoPf9 As Long
    Dim Osq8MDC7 As Long, Xp4dloc1 As Long
    w4EU7zGI = 0: K9uCNdcu = w4EU7zGI + 1: yi7QcaDE = K9uCNdcu *
7: ZgY0EknI = yi7QcaDE + K9uCNdcu
    wDvVNkt9 = ZgY0EknI + K9uCNdcu * 2: HztDq4JI = wDvVNkt9 +
K9uCNdcu: cfdHK5LS = HztDq4JI + K9uCNdcu * 3
    bhEsoPf9 = cfdHK5LS + K9uCNdcu: Osq8MDC7 = bhEsoPf9 +
K9uCNdcu: Xp4dloc1 = Osq8MDC7 + K9uCNdcu * 2
    RcmiOrCO = ZgY0EknI
    Do While True
        RcmiOrCO = (yi7QcaDE * RcmiOrCO + HztDq4JI) Mod Xp4dloc1
        Select Case RcmiOrCO
            Case 0: If jJBgVzoy >= 0 Then RcmiOrCO = Osq8MDC7
            Case 1: M5XX4pmi = swKZJf6e
            Case 2: I08HujHx = swKZJf6e Mod jBsfK8YG
            Case 3: p7e5LjKj = FQYIO5Bp
            Case 4: jJBgVzoy = p7e5LjKj
            Case 5: jJBgVzoy = w4EU7zGI
            Case 6: swKZJf6e = jBsfK8YG
```



```

Case 7: FQYIO5Bp = jJBgVzoy - p7e5LjKj * (swKZJf6e \ jBsfK8YG)
Case 8: Exit Do
Case 9: If Not (jBsfK8YG <> w4EU7zGI) Then RcmiOrCO = cfdHK5LS
Case 10: p7e5LjKj = K9uCNdcu
Case 11: jfU5puyE = kRaZ2Ipi + jJBgVzoy
Case 12: jBsfK8YG = quEvc8xr
Case 13: swKZJf6e = kRaZ2Ipi
Case 14: RcmiOrCO = wDvVNkt9
Case 15: jfU5puyE = jJBgVzoy
Case 16: RcmiOrCO = bhEsoPf9
Case 17: jBsfK8YG = IO8HujHx
Case Else: Debug.Print "jfU5puyE: RcmiOrCO = "; RcmiOrCO: End
End Select
Loop
End Function

```

Соответственно таблица замены констант представлена на листинге 7.

Листинг 7

```

'
=====
'
' 12  0          w4EU7zGI
' 13  1          K9uCNdcu
' 14  7          yi7QcaDE
' 15  8          ZgY0EknI
' 15 10          wDvVNkt9
' 16 11          HztdQ4JI
' 17 14          cfdHK5LS
' 18 15          bhEsoPf9
' 19 16          Osq8MDC7
' 20 18          Xp4dlocl
'
=====

```

Код, представленный на листинге 6, является окончательным результатом обфускации исходного кода (листинг 1) в рамках предлагаемого подхода. Сравнив эти листинги, можно попытаться оценить перспективы соответствующего реверс-инжиниринга.

5.9. Перспективы развития

Предлагаемый подход к обфускации обещает целый ряд интересных перспектив использования.

1) Предположим, что некоторое количество подпрограмм имеет



одинаковый интерфейс. При этом, независимо от сложности реализации, код каждой подпрограммы может быть превращен в спагетти-код на основе идеи деструктурирования. Теперь можно вычислить суммарное количество исполнимых операторов с учетом (оператора) выхода для всех подпрограмм и построить ЛКП с соответствующей длиной периода. Если объединить эти подпрограммы под одним именем, а в их стандартный интерфейс добавить признак выбора конкретной подпрограммы и, далее, используя этот признак инициализировать x_0 значениями из периода с шагом в длину каждой из подпрограмм, то в одну обфусцирующую конструкцию возможно уложить весь набор этих подпрограмм. Для реализации этой возможности необходимо выполнение одного дополнительного не очень обременительного (ввиду редкости возникновения прецедента) требования: объединяемые подпрограммы не должны использовать одинаковые идентификаторы для статических переменных. Очевидно, что такая смесь из кодов более чем одной подпрограммы сложнее для полуавтоматического рефакторинга, чем случай рефакторинга этих подпрограмм, обфусцированных по отдельности. И если, в случае автоматического анализа кода разделение обфусцированного кода на отдельные подпрограммы может оказаться относительно простым, то с точки зрения рефакторинга алгоритмов, использующих эти подпрограммы, такое объединение совместно с утратой семантики идентификаторов подпрограмм означает значительный рост трудоемкости [29].

2) В работе [3] был предложен метод оценки совокупной стоимости владения объектно-ориентированной метасистемой в условиях заданной модели угроз. Риск реализации угрозы в этой работе было предложено подвергнуть декомпозиции в рамках некоторой логико-вероятностной модели параллельно с декомпозицией объектной модели системы. При этом вероятность реализации активной угрозы (атаки со стороны рационального злоумышленника) здесь тем выше, чем выше степень рефакторинга целевого класса (объекта). В этом смысле предложенный подход к обфускации кода может заметно снизить вероятность реализации целенаправленной атаки. Важно, что если, с одной стороны, рост объема кода увеличивает вероятность реализации атаки, то с другой, этот же рост при применении предлагаемой технологии обфускации способен снижать эту вероятность. Таким образом, в определенных случаях, обфускация может снижать совокупную стоимость владения системами, существующими в среде некоторой объектно-ориентированной метасистемы в условиях атак, как на эти системы, так и на метасистему в целом. В этой связи отметим, что в последние годы была создана алгебраическая теория риска [20], использование методов которой позволило оценивать характеристики различных случайных величин (например, совокупной стоимости владения) с высокой степенью точности на различных



интервалах времени. Таким образом, сегодня имеется возможность оценки экономической эффективности использования предлагаемого подхода к обфускации программ на заданном интервале времени в рамках использования обсуждаемой технологии в любом проектируемом приложении. Для расчетов может быть использован пакет прикладных программ (ППП) «МультиМИР» [22].

3) Часто, при исследовании программных систем, используется метод целенаправленной модификации кода с последующим изучением результатов работы модифицированного кода. Для исключения такой возможности целесообразно исследовать перспективы совместного использования предложенного подхода с технологиями доверенной загрузки программ [11].

4) В некоторых случаях предлагаемый подход может существенно усложнить реализацию некоторых позитивных педагогических идей, связанных с недопущением плагиата. Выход здесь просматривается в сфере более пристального внимания к программному коду работ обучающихся в части объяснения семантики алгоритмов в их тесной связи с конкретной программной реализацией.

Заключение

Предложенный подход к обфускации программ был апробирован при разработке ППП «МультиМИР» версии 1.1 [21], реализованного на языке VBA, а также перед началом тиражирования аппаратно-программного комплекса мониторинга тепловой эффективности радиаторов водяного отопления [5] для защиты части программных модулей, содержащих элементы «know how», в связи с началом распространения указанных продуктов среди заказчиков.

В настоящее время ведутся работы по совершенствованию ряда алгоритмов предложенного метода обфускации и приведению реализации метода в состояние самостоятельного продукта.



ГЛАВА 6. КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Введение

Дорожно-транспортные происшествия наносят экономике Украины значительный ущерб. За 25 лет в результате ДТП на дорогах Украины погибло более 150 тыс. человек и более 1 млн. получили тяжелые телесные повреждения, 500 тыс. остались инвалидами. По данным Госгорпромнадзора по травматизму и смертности на предприятиях, самыми опасными профессиями являются водители и шахтеры. Поэтому решение проблемы обеспечения безопасности дорожного движения относится к наиболее приоритетным задачам развития страны.

6.1. Анализ уровня безопасности дорожного движения

По данным ВОЗ [1], каждый год в ДТП в мире погибают и получают ранения более 20 миллионов человек, а ежегодные суммарные экономические потери превышают 500 миллиардов долларов. Так, в США ущерб от ДТП определяется в размере 230 млрд. долларов (2,3% ВВП), в странах Евросоюза - 180 млрд. евро (примерно 203 млрд. долларов США), в России - около 36 млрд. долларов. По данным Всемирного банка 2011 года, Украина занимает 4-е место в восточно-европейском регионе по экономическим потерям от ДТП (около 5 млрд. \$). Первые три позиции – Россия, Турция, Польша.

Более половины лиц, погибших в дорожных катастрофах, принадлежат к возрастной группе от 15 до 44 лет. Согласно прогнозам ВОЗ, в период между 2000 и 2020 гг. смертность от дорожно-транспортных происшествий снизится примерно на 30% в странах с высоким уровнем дохода, однако, существенно увеличится в странах с низким и средним доходом. Если не предпринимать соответствующих действий, то дорожно-транспортный травматизм к 2020 г. станет третьей ведущей причиной болезней и травм в мире (табл.1).

В то же время, финансирование мероприятий по предупреждению ДТП и травматизма на дорогах имеет тенденцию к снижению (табл. 2).

Но в Украине, согласно положений «Державної цільової програми підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 року», на научные исследования по предупреждению ДТП предусмотрено 50000 грн., что составляет 0,0009 % от всех средств на реализацию данной программы.

Главной причиной резкого увеличения уровня смертности в результате ДТП является стремительный рост количества транспортных средств. В развитых государствах, где более 80% парка транспортных средств составляют легковые автомобили, для характеристики уровня развития автомобилизации используют показатель количество легковых автомобилей на 1 тыс. жителей (ТС/1000 чел.). По данным Укрстат, по состоянию на 01.01.2011 г, в Украине на 1000 жителей приходилось 158 легковых автомобилей (если учитывать



коммерческие автомобили для частного пользования, то этот показатель составит 179 автомобилей на 1 тыс. жителей), что ниже показателей европейских стран в 3 раза. В то же время плотность автомобильных дорог в Украине ниже, чем в других странах от 3 до 5 и более раз.

Таблица 1

Изменения в порядке ранжирования DALY в отношении 10 ведущих причин заболеваний

№ п/п	1990 г.	№ п/п	2020 г.
	Болезнь или травма		Болезнь или травма
1	Инфекции нижних дыхательных путей	1	Ишемическая болезнь сердца
2	Диарейные болезни	2	Тяжелая монополярная депрессия
3	Перинатальные состояния	3	Дорожный травматизм
4	Тяжелая монополярная депрессия	4	Сердечно-сосудистые заболевания
5	Ишемическая болезнь сердца	5	Хроническая обструктивная болезнь легких
6	Сердечно-сосудистые заболевания	6	Инфекции нижних дыхательных путей
7	Туберкулез	7	Туберкулез
8	Корь	8	Войны
9	Дорожный травматизм	9	Диарейные болезни
10	Врожденные пороки	10	ВИЧ

Таблица 2

Оценка финансирования научных исследований и разработок по отдельным темам

Болезнь или травма	В млн. долларов США	Ранжирование по DALY 1990г.	Ранжирование по DALY 2020г.
ВИЧ/СПИД	919-985	2	10
Малярия	60	8	—
Диарейные болезни	32	4	9
ДТП	24-33	9	3
Туберкулез	9-33	—	7

Для определения уровня БДД применяют показатель транспортного (кол-во погибших на 10 тысяч транспортных средств) и социального (кол-во погибших на 100 тыс. населения) рисков (табл. 3) [2]. На основании представленных данных, можно сделать вывод, что социальный риск в Украине выше, чем в развитых странах в 2 и более раз, а транспортный риск выше в 4-10 раз.



Таблица 3

Тяжесть последствий ДТП в отдельных странах

Страна	Количество погибших, чел	Количество погибших, чел на 100 тыс. нас.	Количество погибших, чел. на 10 тыс. ТС	Население, млн. чел
Украина (2014 г.)	4402	10,3	6,1	42,9
Россия	33 957	23,7	9,7	143
Польша	5 444	14,3	3,2	38,2
США	43 443	14,7	1,8	296,4
Испания	4 442	10,2	1,6	43,5
Германия	5 361	6,5	1,0	82,5
Япония	7 931	6,2	1,0	127,8
Швеция	440	4,9	0,9	9,0

Для определения уровня обеспечения БДД и ликвидации последствий ДТП проводится анализ тяжести последствий ДТП, (табл. 4) [1]. В Германии и США на рубеже тысячелетия из 100 пострадавших погибало не более 5 человек, при этом в Великобритании гибель человека происходит только в одном из 50 ДТП, в Австрии - в одном из 40 ДТП. В Украине же этот показатель выше в 2 и более раз.

Таблица 4

Тяжесть последствий ДТП в отдельных странах

Страна	Показатель тяжести последствий ДТП	
	число погибших на 100 пострадавших, чел.	число погибших в 100 ДТП, чел.
Австрия	1,9	2,5
Великобритания	1,1	1,5
Германия	1,5	2,0
Испания	3,9	5,9
Польша	9,0	12,2
США	1,3	2,0
Франция	4,6	6,4
Швеция	2,6	3,7
Украина	10,8	13,2

В настоящее время на государственном уровне приняты и действуют ряд документов, которые направлены на повышение БДД: «Державна цільова програма підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2016 року», Проект «Плану дій з безпеки дорожнього руху на період до 2020 року», «Стратегія підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на



період до 2015 року», «Транспортна стратегія України на період до 2020 року». Одной из основных задач действующих документов является повышение надежности системы управления безопасностью дорожного движения [3]. В условиях ограниченности материальных ресурсов, проблему повышения уровня безопасности дорожного движения и эффективности системы управления БДД необходимо решать, в первую очередь, путем усовершенствования существующих и разработки новых методов определения и анализа аварийности на автомобильных дорогах [4], которые позволяют реализовать выбор необходимых мероприятий по ликвидации аварийных участков.

6.2. Анализ рисков в дорожном движении

На основании того, что дорожное движение (ДД) – это процесс движения по дорогам транспортных средств и участников дорожного движения, следует, что ДД это сложная динамическая система с большим количеством входящих в нее элементов, надежность которых формирует надежность всей системы. Наличие риска в ДД определяет требования, выдвигаемые перед отдельными элементами и системой в целом. Риск имеет вероятностный характер исхода события, при этом под словом риск понимают вероятность потерь, хотя его можно описать и как вероятность получения результата, отличного от ожидаемого. В общем виде риск – это вероятность наступления «неблагоприятного события». В дорожном движении «неблагоприятным событием» является ДТП (в том числе с пострадавшими), возникновение которых связано с большим количеством факторов риска. Факторы риска – это факторы, увеличивающие вероятность происшествий [5]. Изучение факторов приводит к выявлению условий, которые вызывают большое количество происшествий. Чем больше факторов риска учитывается, тем точнее прогноз количества происшествий. Основными среди них являются элементы системы В-А-Д-С: природные условия; состояние дорожных условий; состояние транспортных средств; состояние водителя транспортного средства. Различные комбинации приведенных факторов определяют вероятность возникновения ДТП. Поскольку факторы риска могут проявляться в сложных сочетаниях, то выделение критического фактора, ставшего истинной причиной ДТП, является сложной задачей. Точное выявление главных факторов риска является основой для выбора правильного решения задачи – повышение безопасности дорожного движения на конкретном участке дорожной сети с оптимальными затратами. Для подробного анализа БДД, кроме отдельных элементов системы В-А-Д-С, необходимо учитывать и их межэлементные связи, которые соединяют элементы системы в единое целое [6] (рис. 1).

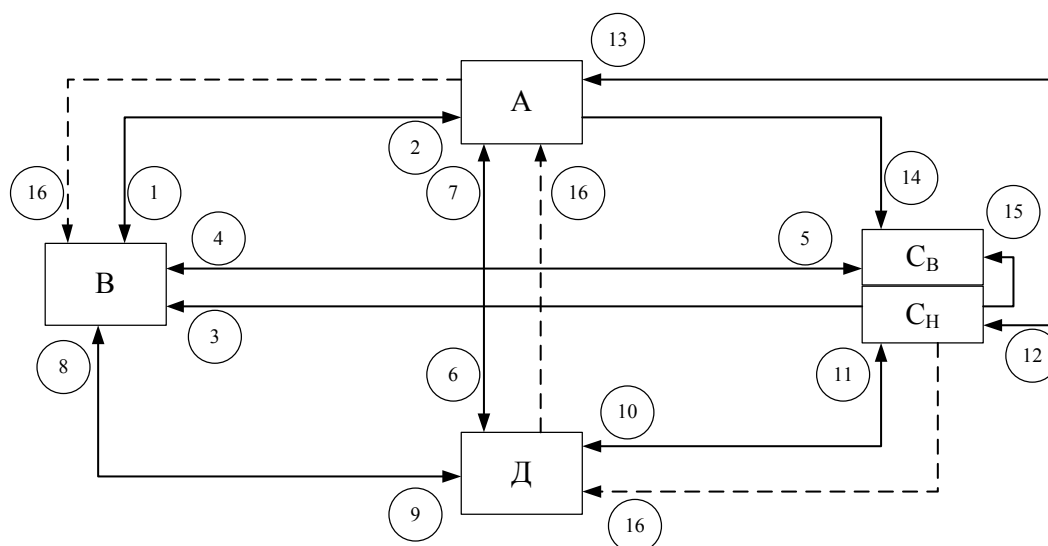


Рисунок 1 – Структура В-А-Д-С с межэлементными связями

Штрихпунктирными линиями отмечены связи между элементами системы и выявлены показатели, которые определяют их надёжность (табл. 5) [7].

Таблица 5

Факторы, влияющие на надёжность системы В-А-Д-С

Связь	№ п/п	Факторы, влияющие на надёжность системы В-А-Д-С	Оценочный показатель
А-В	1	Технические характеристики: техническая и максимальная скорости, информационная обеспеченность водителя	Коэффициент стохастичности поля восприятия водителя
В-А	2	Управляющие воздействия	Время реакции водителя
С _Н -В	3	Видимость	Итоговый коэффициент аварийности
С _В -В	4	Шум, загазованность в салоне	Удельные затраты абстрактной работы водителя
В-С _В	5	Условия вождения	Энтропия поля восприятия водителя; продуктивность деятельности водителя
А-Д	6	Интенсивность, состояние покрытия	Итоговый коэффициент аварийности
Д-А	7	Коэффициент сцепления, план трассы	Итоговый коэффициент аварийности
Д-В	8	ДУ, информационная загруженность водителя	Итоговый коэффициент аварийности
В-Д	9	Выбор траектории и скорости	Время реакции водителя



		движения	
С _Н - Д	10	Коэффициент сцепления	Итоговый коэффициент аварийности
Д- С _Н	11	Экологические характеристики: запыленность, водостоки	Соответствие АД принципам функционирования человека
А- С _Н	12	Экологические характеристики: загазованность, шум, вибрация	Токсичность двигателя
С _Н - А	13	Атмосферное влияние: коррозия, устойчивость от бокового ветра	Устойчивость транспортного средства
А- С _В	14	Эргономические свойства: шум, температура, пассивная безопасность	Параметры микроклимата рабочего места водителя
С _Н - С _В	15	Влияние окружающей среды	Экологическая категория опасности дороги
С _Н - Д- А-В	16	Факторы всех элементов системы, влияющие на водителя	-----

Нарушение в функционировании системы В-А-Д-С, так же как и любой другой системы, отказ хотя бы одного звена вызывает отказ всей системы. Особенности отказа элементов системы В-А-Д-С и ее межэлементных связей являются большая вероятность ранений и гибели людей.

В таблицу включены только те показатели, которые определяют надёжность системы В-А-Д-С с точки зрения безопасности движения и определяют риск происшествия (рис.2). Выявлены показатели оценки факторов риска, среди которых преобладает итоговый коэффициент аварийности [8], который оценивает 5 из 16 факторов риска.

Известно, что основным путем снижения количества пострадавших в ДТП, является снижение риска происшествия, которое определяется зависимостью

$$N_{\text{постр}} = N_{\text{авт}} \cdot k_a \cdot k_T, \quad (1)$$

где $N_{\text{постр}}$ – количество пострадавших, чел.;

$N_{\text{авт}}$ – интенсивность, авт/сут.;

k_a – риск происшествия, ДТП/1000000 авт.км.;

k_T – риск ранения, чел. км.сут/ДТП.



Рисунок 2 – Факторы риска происшествия

Согласно статистике, основной причиной большинства ДТП выделяют ошибку водителя транспортного средства. Незначительная часть ДТП, около одного процента, происходит по техническим причинам, из-за неисправности транспортных средств. Так, в [5] приводятся данные влияния элементов системы В-А-Д-С на аварийность (рис. 3).

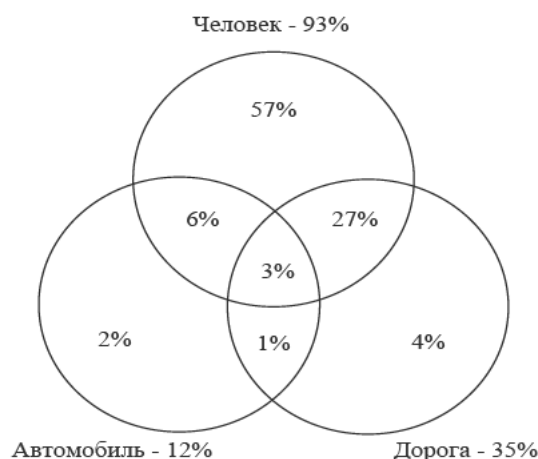


Рисунок 3 – Диаграмма «Эйлера-Венна» факторов риска возникновения ДТП

Приведенный анализ имеющихся статистических данных и целого ряда публикаций, показывает, что проблема обеспечения безопасности на дорогах Украины особенно актуальна в настоящее время и требует разработки соответствующего подхода.

6.3. Анализ этапов управления безопасностью дорожного движения

Как отмечает в своей книге «Техника управления безопасностью» профессор Колорадского университета (США) Дан Питерсон, причины любой аварии должны рассматриваться как элементы неудовлетворительной организации эксплуатационной работы, на улучшение которой необходимо



направлять усилия. Согласно предложенной Д. Питерсоном теории множественности причин возникновения аварии, можно не только прогнозировать возможность аварии, но и выявлять обстоятельства, способствующие её появлению. Поэтому безопасностью можно и необходимо управлять так же, как и любой другой областью транспортной системы. Следовательно, обеспечение безопасности должно является ежедневной производственной функцией, как и обеспечения необходимого качества, стоимости и количества перевозок. В настоящее время внимание к проблеме обеспечения безопасности привлекается только после свершения ДТП и сводится к выявлению причин и наказанию виновных. Поэтому концепция управления безопасностью дорожного движения (БДД) предполагает не только устранение последствий, но и предупреждения ДТП.

Управление безопасностью дорожного движения – это подготовка, принятие, реализация управленческих решений по осуществлению организационных, технических и других мероприятий на автомобильном транспорте, направленных на обеспечение безопасности, сохранение здоровья человека и окружающей среды, которые должны обеспечивать выявление и оценку негативных факторов, влияющих на уровень безопасности. Общая схема процесса управления БДД представлена на (рис. 4) [9].

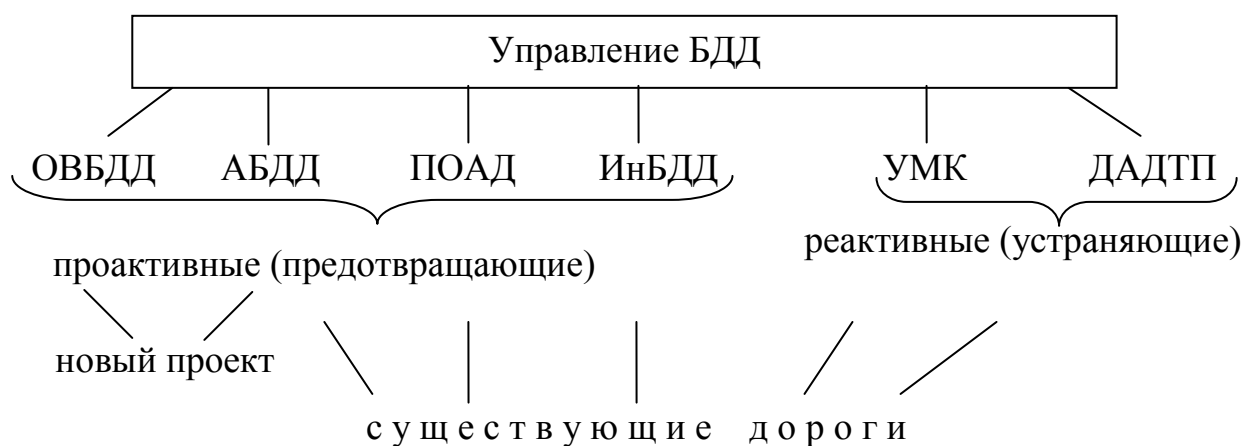


Рисунок 4 – Схема управления безопасностью дорожного движения

Управление безопасностью дорожного движения включает: оценку воздействия на безопасность дорожного движения (ОВБДД); аудит безопасности дорожного движения (АБДД) на всех стадиях «жизнедеятельности» дорог; программу оценки автодороги (ПОАД); инспекцию безопасности дорожного движения (ИнБДД); управление аварийно-опасными местами концентрации ДТП (УМК); детальный анализ ДТП. Основной задачей управления безопасностью дорожного движения является планирование и выбор приоритетных мероприятий по повышению БДД.

Путем принятия Европарламентом и его Советом в октябре 2008 г.



Директивы №2008/96 по управлению безопасностью дорожной инфраструктуры, Евросоюз принял четкое решение о том, что УБДД в ближайшие годы станет обязательным на трансъевропейской сети автомагистралей. При этом аудит БДД рассматривается как часть комплексной системы управления качеством дорожного движения, т.к. безопасность дорожного движения и понимается как качество дорожного движения.

В настоящей работе предлагается рассмотрение вопросов аудита БДД и способов их решения.

По прошествии двух десятилетий применения во всем мире АБДД, в настоящее время он признан наиболее эффективным инструментом инжиниринга и является одним из наиболее экономически выгодных направлений инвестирования в дорожное движение. АБДД, как один из этапов управления безопасностью, используется на международном уровне для описания независимого анализа проекта с целью выявления недостатков безопасности дороги или движения транспортных потоков, т.е. АБДД – это официальная экспертиза безопасности дорожного движения для участников дорожного движения, осуществляемая независимыми аудиторами [10].

Согласно концепции аудита безопасности дорожного движения, результативной считается «система управления качеством», которая возникла в Японии в 50-х годах прошлого века [11]. АБДД следует рассматривать как управление качеством для всего технологического цикла производства автомобильной дороги, который является неотъемлемой частью дорожного движения. При этом, качеством дорожного движения считается безопасность ДД. В настоящее время в Украине действует отраслевой документ М03450778-700:2012 «Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування». Но этот документ имеет сферу ограниченного применения, так как концепция аудита предполагает получение оценки БДД не только на стадии эксплуатации.

В соответствии с передовой международной практикой и проектом по безопасности дорожного движения TRACESA (март 2015г.), АБДД должен проводиться на различных уровнях, а именно: на стадии проектирования дороги, на стадии рабочего проектирования, перед и в процессе эксплуатации дороги.

Принципиальное отличие управления БДД от существующей оценки БДД состоит в системном подходе решения поэтапных задач с применением специальных методик определения необходимых параметров условий движения, которые влияют на безопасность и получению конечного результата в виде мероприятий по повышению БДД. Аудит проводится специалистами инжиниринга БДД независимо от проектировщиков и заказчиков дороги с обязательным обсуждением результатов на расширенных заседаниях при участии специалистов центра организации ДД в области и представителей



ГАИ. К отличительным особенностям проведения аудита относится определение оценки БДД с учетом поведения участников ДД. Следовательно, задача аудита состоит не только в выявлении участков дороги с потенциальным риском возникновения ДТП и с учетом вероятных ошибок человека, но и в подготовке рекомендаций по устранению или уменьшению риска еще до возникновения ДТП [12].

Разработанная стратегия аудита БДД состоит в комплексном подходе к решению приоритетных вопросов:

- дорога должна быть предсказуема по параметрам движения и понятна по дорожным условиям. Таким образом должен быть обеспечен необходимый объем информации относительно направлений и режимов движения автотранспортных средств;
- обеспечение безопасности движения в темное время суток;
- обеспечение безопасности для уязвимых участников дорожного движения;
- обеспечение смягчения последствий ДТП в случае их возникновения;
- снижение затрат на каждом последующем этапе технологического проекта строительства дороги за счет выявления и устранения недостатков на предыдущих этапах;
- определение уровня БДД и разработка рекомендаций по повышению безопасности на дороге.

На основании стратегии рассмотрим цели аудита БДД для каждого из этапов производства такого продукта, как дорога. На этапе планирования основной целью является определение показателей безопасности концептуального проекта дороги в соответствии со стандартами проектирования и назначением дороги. На этапе эскизного проектирования проводится оценка относительной аварийности на участках дороги. Перед сдачей в эксплуатацию необходимо выявить небезопасные участки дороги путем определения их уровня аварийности. В период эксплуатации необходимо оценить влияния эксплуатационных параметров дороги на поведение участников дорожного движения с целью обеспечения необходимого уровня безопасности. Обязательным, согласно стратегии аудита, является анализ прилегающей территории, который проводится с целью оценки местоположения придорожных объектов и определение степени их влияния на ДД. Проведение аудита безопасности пешеходов в условиях дорожного движения с целью предотвращения травм и гибели пешеходов.

На основании описания этапов и целей аудита, разработка методических рекомендаций по проведению поэтапной оценки безопасности является необходимой процедурой. Обязательным является формирование листов контроля аудиторам для последующего анализа коэффициентов аварийности, а также для принятия решений по повышению безопасности опасных участков и



устранению дефектов на дороге.

Следующим этапом в управлении БДД является управление местами концентрации ДТП (МКДТП) с целью предложения мероприятий, которые снижают риск ДТП на рассматриваемом участке. Нет единого определения, что должно относиться к местам концентрации ДТП. Исследователи в целом соглашались, что место концентрации можно описать как место, в котором происходит большое количество ДТП по сравнению с аналогичными местами в результате влияния местных факторов риска. Однако, на практике применение этого определения является не однозначным. В странах Европейского союза признано следующее определение: «какой-либо участок автодороги максимальной протяженностью 300 м, на котором за последние три года зафиксировано не менее 4^x ДТП со смертельным исходом». Для определения весового индекса МКДТП, Всемирной дорожной ассоциацией (PIARC), определены весовые коэффициенты на основании затрат на последствия ДТП: ДТП с легкими телесными повреждениями $K=1$; ДТП с серьезными телесными повреждениями – $K=10$; ДТП со смертельным исходом - $K=85$. На основании присвоения «весового индекса ДТП» каждому из мест концентрации, может быть проведено ранжирование мест концентрации, которые будут выбраны к ликвидации согласно бюджету (общее количество выявленных мест концентрации ДТП в стране – от 50 до 150).

Особое место в процессе управления местами концентрации ДТП занимают процедуры камеральных и полевых исследований, которые направлены на анализ причин ДТП, т.е. понимание цепочки событий, которые непосредственно привели к ДТП. Для проведения камерального анализа необходимы следующие данные: данные о ДТП; данные об условиях движения; данные о дороге; дополнительные данные – схемы столкновений. До сих пор выполняется только статистический анализ данных ДТП. Одной из причин этого, по нашему мнению, был быстрый рост автомобилизации без должного обеспечения уровня БДД.

Реализация управления местами концентрации ДТП позволяет проводить системный анализ с использованием геоинформационных систем и GPS/GLONASS – данных о местах ДТП. Особое внимание должно быть уделено данным об условиях движения и данных о дороге. Здесь существенное значение имеют такие параметры как: состав транспортного потока на данном участке дороги, интенсивность в момент ДТП, подробные данные о дороге с описанием прилегающих строений.

На основе камерального анализа должно быть сформулировано предложение о возможных причинах ДТП каждого типа.

Полевые исследования должны быть проведены для получения дополнительных деталей и «тестирования» предложений камерального анализа. Состояние дороги и характеристики движения в месте ДТП с использованием



камерального анализа должны быть дополнены изучением триггеров, привлекающих внимания водителей и модели поведения, которые могли привести к ДТП.

Согласно описаниям роли человеческого фактора, ошибка в действиях водителя является первым звеном в цепи событий, которые приводят к ДТП. Особенности дороги определяют поведение водителя. А поскольку реакцию водителя мы не можем изменить, то нужно уделить внимание на характеристики дороги. Цель влияния на человеческий фактор состоит в снижении вероятности ошибок с помощью организации «понятной» дороги, т.е. дорога должна быть настолько понятной и водитель должен получать четкую информацию, которая способствует безопасному вождению на дороге.

Если недостаточно информации камерального анализа, то при полевых исследованиях применяют структурированные методы выявления источников риска на определенном участке.

После выявления мест концентрации ДТП в процедуре управления ими, проводится ранжирование или расстановка приоритетов на основе анализа затрат/выгод. В процессе управления местами концентрации ДТП применяются методы построения дерева целей или упрощенный способ расчета коэффициента затрат при смертельных случаях (FCR):

$$FCR = \frac{\text{кол} - \text{во ДТП со смерт. исходом в год} \cdot 290652}{\text{стоимость мероприятий}}. \quad (2)$$

По значению этого коэффициента можно определить приоритеты при реализации мероприятий. Подобный системный и научный подход позволяет принимать более рациональные решения и эффективно использовать материальные средства на БДД, что обеспечит обществу наилучший эффект от инвестиций. Следовательно, результатом управления БДД является создание Национальной (государственной) программы по ликвидации мест концентрации ДТП и повышения уровня БДД, согласно которой должен быть выполнен приоритетный план действий на 3-5 лет с ежегодной корректировкой. Для этого необходимо стабильное и долгосрочное финансирование.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что управление безопасностью дорожного движения предполагает системный подход к решению проблемы безопасности ДД и его реализации как на дорогах, так и в городах является обязательной для страны.

6.4. Классификация и анализ методов определения уровня безопасности дорожного движения

На основании того, что степень защищенности участников движения от ДТП описывается показателем уровня БДД, который оценивается количеством ДТП, относительными коэффициентами аварийности или другими



показателями безопасности, необходимо провести выбор методов их определения. На основании проведенного анализа существующих методов определения БДД, разработана классификация по типу входящих параметров, в которую входят пять групп методов (рис.5) [13].

К первой группе относят методы определения абсолютных показателей аварийности, которые характеризуют степень опасности участка дороги в зависимости от количества происшествий и количества пострадавших за определенный промежуток времени. Для получения сопоставимых данных при анализе результатов ДТП, применяют относительные показатели безопасности (коэффициенты относительной аварийности или происшествий) [14].



Рисунок 5 – Классификация методов определения уровня БДД

Для анализа аварийности на локальных участках применяют:

– коэффициент относительной аварийности для оценки безопасности дорожного движения на коротких участках (мосты, пересечения дорог, сужение ПЧ) определяется на 1 млн. автомобилей, прошедших через этот участок

$$k_a = \frac{z \cdot 10^6}{365 \cdot N} \quad (3)$$

– в связи с различной степенью тяжести последствий ДТП, для сравнительной оценки и анализа различных ДТП применяют коэффициент тяжести ДТП (k_T), определяемый как отношение количества погибших $\sum n_y$ к количеству пострадавших $\sum n_p$ за определенный период времени

$$k_T = \frac{\sum n_y}{\sum n_p} \quad (4)$$

– для оценки тяжести отдельного вида ДТП используется показатель, представляющий собой отношение численности погибших (пострадавших) к



числу ДТП данного вида. На практике оценивают относительную опасность конкретного места концентрации ДТП, который выявлен с помощью топографического анализа для предупреждения происшествий с тяжкими последствиями и их ликвидации. Известна формула для определения показателя опасности V_o участка на улично-дорожной сети (УДС)

$$V_o = p_0 n_0 + p_1 n_1 + p_2 n_2 + p_3 n_3, \quad (5)$$

где $p_0, \dots, p_3$ – условные коэффициенты тяжести последствий;

$n_0, \dots, n_3$ – количество ДТП соответственно с материальным ущербом, легким ранением, тяжелым ранением, гибелью людей.

Для условий дорожного движения в СССР получены следующие значения p : не отчетное происшествие – 1; материальный ущерб – 3; тяжелое ранение – 8,2; тяжелое ранение, вызвавшее инвалидность – 118,8; смертельный исход – 140. Однако, данная методика не учитывает интенсивность движения и рассчитана на отдельный короткий участок дороги (пересечение, мост).

Для анализа аварийности на участках АД применяют:

– коэффициент относительной аварийности по отношению к длине АД

$$k_a = z / \sum L, \quad (6)$$

где z – количество ДТП за рассматриваемый период;

$\sum L$ – суммарный пробег транспортных средств за период, км.

– для учета влияния среднесуточной интенсивности движения транспортных средств N (авт./сут) на аварийность в течение года на участке магистрали протяженностью l (км), применяют показатель относительной аварийности на 1 млн. авт.км пробега

$$k_a = \frac{10^6 \cdot z}{365 \cdot N \cdot l}. \quad (7)$$

К ограничениям применения приведенных методов можно отнести: отсутствие связи с конкретными условиями движения (УД), что затрудняет разработку мероприятий, направленных на устранение мест концентрации ДТП, а также то обстоятельство, что для получения достоверной оценки безопасности движения необходимо иметь статистические данные по аварийности за 3 - 5 лет.

Ко второй группе относятся методы, основанные на анализе конфликтов между участниками движения. Оценка сложности и опасности пересечений по наличию на них конфликтных точек различного типа предложена впервые в 1955 году. Известны различные подходы к количественной оценке каждой конфликтной точки и их совокупности. Простейшая методика пятибалльной системы оценки пересечения дорог основывается на определении точки отклонения, слияния и пересечения. Тогда, сложность любого пересечения определяется зависимостью



$$m = n_0 + 3n_c + 5n_{\Pi}, \quad (8)$$

где n_0, n_c, n_{Π} – число точек, соответственно, отклонения, слияния и пересечения.

Десятибалльная система оценки конфликтных точек дает возможность более детально анализировать их на любом участке улично-дорожной сети (УДС) (табл.6).

Таблица 6

Десятибалльная оценка конфликтных точек

Вид конфликтной точки	Баллы
Отклонения	1
Слияния	2
Пересечения под углом, град:	
30	3
60	4
90	6
120	7
150	9
180 (встречное движение по полосе)	10

Однако оценки соответствующих конфликтных точек дают возможность лишь приблизительно оценить сложность транспортного узла. Но, при этом, учитывается лишь траектория, по которой совершается маневр, а опасность конфликтной точки зависит от многих факторов, таких как интенсивность конфликтующих потоков, условия видимости для водителей, состояние покрытия проезжей части дороги.

Но существует метод определения вероятного количества ДТП в конфликтных точках, который основан на использовании не только данных статистики ДТП, но и параметров транспортных потоков. Его суть заключается в том, что каждая из конфликтных точек на пересечении представляет тем большую опасность, чем выше интенсивность движения пересекающихся на этой точке транспортных потоков. Вероятное количество ДТП в i -й конфликтной точке на 10 млн. проехавших автомобилей определяется следующим образом

$$g_i = k_i \cdot M_i \cdot N_i \frac{25}{k_r} 10^{-7}, \quad (9)$$

где k_i – относительная аварийность данной конфликтной точки, ДТП/10млн. авт.;

M_i, N_i – интенсивности взаимодействующих в данной конфликтной точке транспортных потоков, авт./сут.;

k_r – коэффициент годовой неравномерности движения по месяцам;



25 – коэффициент учета среднего количества рабочих дней в месяц.

Уровень обеспечения безопасности движения на пересечениях оценивают показателем аварийности, по которому определяется опасность пересечения

$$K_a = \frac{G \cdot 10^7 k_r}{(N_{\text{сум}} + M_{\text{сум}}) \cdot 25}, \quad (10)$$

где $M_{\text{сум}}$, $N_{\text{сум}}$ – интенсивности движения на главной и второстепенной дорогах, авт./сут.

Для других участков и элементов автомобильной дороги данный метод не применяется.

Известна методика оценки количественного показателя конфликтности. Она основывается на определении интенсивности N_{min} минимального из конфликтующих в каждой точке потоков и коэффициентов опасности K_o в зависимости от типа маневра, которые имеют следующие значения: точка пересечения – 12; слияние слева – 5; слияние справа – 4; ответвление – 2. Общий показатель G_n для пересечения формируется из суммы оценки каждой конфликтующей точки i :

$$G_n = \sum_{i=1}^n K_o \cdot G_i; \quad (11)$$

$$G_i = (K_o \cdot N_{\text{min}}) / 10^4. \quad (12)$$

Множество факторов, влияющих на безопасность движения в условных конфликтных точках, не позволяет сделать выводы о характере и степени опасности на конкретном объекте УДС и обосновать возможное улучшение организации движения. Несмотря на необходимость определения опасности мест пересечения транспортных и пешеходных потоков, в теории конфликтных точек до сих пор не разработана количественная оценка этой категории конфликтов для нерегулируемых пересечений. Анализ конфликтов между автомобилями и пешеходами нашел развитие в исследованиях конфликтных ситуаций.

Метод «конфликтных ситуаций» (КС) применяется при разработке проектов реконструкции сложных участков дорог. Под КС понимается дорожно-транспортная ситуация (ДТС), возникающая между участниками ДД или движущимся автомобилем и обстановкой на дороге, при которой возникает опасность ДТП. Для применения метода КС необходимы данные о режимах движения автотранспортных средств, которые могут быть получены с помощью автомобилей-лабораторий, что усложняет применение данного метода. Показателем наличия КС является изменение скорости или траектории движения автомобиля. Степень опасности этой ситуации характеризуется отрицательными продольными и поперечными ускорениями, которые возникают при маневрах автомобилей. Число КС каждого типа определяется при реконструкции дорог методом наблюдений, а при новом строительстве -



методами математического моделирования. Количество КС, приведенных к критическому значению K_{kc} , можно определить зависимостью

$$K_{kc} = 0,44 \cdot K_1 + 0,83 \cdot K_2 + K_3, \quad (13)$$

где K_1 – количество легких конфликтных ситуаций на 1 км в 1 ч;

K_2 – количество средних конфликтных ситуаций;

K_3 – количество критических КС за период наблюдений, равный 1 ч.

К недостаткам этого метода относится факт учета только количества теоретически возможных контактов вне зависимости от фактической интенсивности ТП и их распределения по ПЧ (по типу маневров). Кроме того, не учитываются тип и состояние покрытия ПЧ, наличие конфликтов в попутном направлении движения транспортных средств.

К третьей группе относятся методы определения БДД на основе анализа отклонений от нормального поведения участников ДД. В исследованиях [15] отмечается, что суть водительской деятельности заключается в сложном психологическом взаимодействии водителя и УД, под которыми понимают совокупность характеристик и параметров проезжей части дороги, придорожного пространства, дорожных знаков, указателей, сигналов светофора, видимости, обзорности, плотности и состава ТП и ДТС. В качестве показателей БДД применяют количество транспортных конфликтов и нарушений ПДД участниками, а дорожное поведение участников движения рассматривается как системная характеристика БДД [16], которое определяется путем наблюдения (визуальным или аппаратным) за поведением водителя по 40 критериям качества вождения и выставлением балльной оценки.

Также к этому классу относится метод тестирования водителя, разработанный в ХАДИ для загородных дорог [17]. Суть метода заключается в установлении степени опасности УД по показателям взаимодействия системы «человек - автомобиль» и ее компонентов с дорожными условиями в процессе движения по дороге. В качестве показателей взаимодействия применяют: вероятность поддержания заданной скорости движения, характеристики функционального состояния организма водителя, быстрота процессов управления и характеристики маневренности автомобиля. Вероятность поддержания заданной скорости устанавливается пробными заездами ходовой лаборатории по маршруту. Заданная скорость принимается равной 80 км/ч. Для оценки функционального состояния организма водителя осуществляется непрерывная регистрация частоты сердечных сокращений и частоты дыхания. Дальнейшая обработка результатов регистрации позволяет оценить простейшие характеристики функционального состояния водителя: относительный сдвиг частоты сердцебиений; энергетическая стоимость движения (табл. 7).

Относительный сдвиг частоты сердцебиений оценивают по формуле



$$F = \frac{f - f_0}{f} \cdot 100, \quad (14)$$

где f , f_0 – соответственно частоты сердцебиений при движении и в состоянии покоя, ударов/мин.

Энергетическая стоимость (ккал/мин) движения со стороны водителя определяется по формуле

$$E = 0,0075 \cdot (C - C_0) \cdot S, \quad (15)$$

где C , C_0 – соответственно частоты дыхания при движении и в состоянии покоя, циклов/мин;

S – площадь тела водителя, м².

Таблица 7

Градация условий движения по степени опасности

Оценка условий движения	Вероятность удержания заданной скорости	Функциональное состояние	
		Сдвиг частоты сердцебиений, %	Энергетическая стоимость движения, ккал/мин.
Неопасные	$> 0,8$	5 – 10	$< 1,5$
Малоопасные	0,8 – 0,61	5 – 1; 10 – 15	1,5 – 2,0
Опасные	0,6 – 0,41	-1 – (-5); 15 – 20	2,0 – 3,0
Очень Опасные	$< 0,41$	$< (-5); > 20$	$> 3,0$

Недостатками метода тестирования водителя являются: манеры дорожного поведения не могут рассматриваться в качестве критерия прогноза безопасности; сложность при подборе водителей с учетом всех особенностей физического и морального состояния, темперамента человека, возрастного и полового признака; трудности в организации опытных заездов с заданной скоростью 80км/ч в условиях города.

Четвертую группу составляют методы, основанные на комплексном подходе к определению БДД. В работе [18] предложен «квалиметрический принцип оценки качества дороги», в котором объединено большое количество факторов, влияющих на безопасность движения. Все влияющие факторы были разделены на три группы: технические, эргономические и экономические. При этом функция комплексного показателя имеет вид

$$K_{БД} = K_T + K_{ЭР} + K_{Э}, \quad (16)$$

где K_T – технические факторы, к которым относятся: интенсивность движения, геометрические параметры дороги, ровность покрытия, шероховатость покрытия;



$K_{\text{эр}}$ – эргономические факторы, к которым отнесены: освещение, колебание автомобиля, шум, загазованность, эстетика, психофизиология;

$K_{\text{э}}$ – экономические факторы, к которым отнесены: стоимость дороги, стоимость эксплуатации.

На основании экспертных оценок, выделены пассивные и активные факторы, влияющие на БДД. Проведено ранжирование факторов по степени значимости: геометрические элементы дороги (33%), ровность покрытий (25%), шероховатость покрытий (22%), освещенность дороги (9%), эстетика дороги (7%), шум (2%), загазованность (2%). Таким образом, показатель $K_{\text{БД}}$ является комплексным показателем условий БДД и учитывает различные факторы системы В-А-Д-С. Однако, весовые коэффициенты факторов получены в результате опроса 11 экспертов еще в 70-х годах прошлого века, являются укрупненными характеристиками УД и не отображают особенности движения ТП в условиях города и на дорогах вне населенных пунктов.

В работе [19], наряду с анализом аварийности приведенными методами, предложено учитывать макроэкономические показатели территориальной единицы, к которой относится участок АД. Это позволяет на различных уровнях управления (государственном, областном, районном) осуществлять планирование бюджетных средств, необходимых для повышения БДД.

$$F = D - S \rightarrow \min . \quad (17)$$

Целевая функция удовлетворения потребностей общества в повышении уровня БДД (F) на сети дорог общего пользования состоит в стремлении минимизировать разницу в потерях общества от ДТП (S) и затратах общества на усовершенствование условий безопасного движения автомобильными дорогами (D). Данный метод применим для выбора приоритета в финансировании мероприятий по повышению уровня БДД на АД общего пользования и направлен на реализацию управления БДД в целом.

В пятую группу классификации выделены методы, которые учитывают УД транспортного потока (ТП). При этом, для оценки относительной опасности движения по дорогам, применяют метод основанный на анализе энергетических показателей ДД, который основывается на результатах исследования равномерности движения отдельных транспортных средств или режима движения ТП. К энергетическим показателям ДД относятся: коэффициент безопасности, шумы ускорения и энергии, градиенты скорости и энергии, а так же величина кинетической энергии транспортного средства (Дж) или мощность движения транспортного потока (Дж/с), которые в случае возникновения ДТП определяют общий материальный убыток. Приведенные показатели являются мгновенными (текущими) энергетическими характеристиками безопасности движения и определяют потенциальную тяжесть ДТП. Расчетные формулы мгновенной ($K_{1_i}^n$), пространственной ($K_{2_i}^n$) и временной ($K_{3_i}^n$) энергетических



характеристик движения имеют следующий вид

$$\begin{cases} K_{1_i}^n = q_m \cdot (V_{sr_i})^3 \\ K_{2_i}^n = |3 \cdot q_m \cdot V_{sr_i} \cdot j_i| \\ K_{3_i}^n = |3 \cdot q_m \cdot (V_{sr_i})^2 \cdot j_i| \end{cases}, \quad (18)$$

где V_{sr_i} – значение средней скорости ТП на i -м участке дороги, м/с;

j_i – значение среднего ускорения ТП на i -м участке дороги, м/с²;

q_m – массовая плотность потока, (кг/м).

Однако, данный метод описывает только влияние параметров ТП на аварийность, что не позволяет обосновано выявить причины совершения ДТП, связанные с другими элементами системы В-А-Д-С.

Известны методы проф. Бабкова В.Ф. [8] – метод коэффициентов безопасности, основанный на анализе изменения скоростей движения транспортных средств по дороге и метод коэффициентов аварийности, основанный на анализе статистических данных ДТП. Коэффициентом безопасности называется отношение максимальной скорости движения автотранспортных средств на участке к скорости въезда автомобилей на этот участок (начальная скорость движения)

$$K_{без} = \frac{V_{max}}{V_{вх}}. \quad (19)$$

Однако, данный метод оценивает режим движения одиночных автомобилей, что характерно для дорог с малой интенсивностью или в межпиковые часы движения на более загруженных дорогах. В методе также не учитываются общие ограничения скорости движения согласно правилам дорожного движения и локальные ограничения скорости в сложных УД (в населенных пунктах, на железнодорожных переездах, перед примыканиями второстепенных дорог, на кривых малых радиусов, в зонах действия дорожных знаков).

Метод определения итогового коэффициента аварийности имеет практическое значение при прогнозировании аварийности и основан на определении значений частных коэффициентов аварийности

$$K_{ит} = \prod_{i=1}^n K_i, \quad (20)$$

где $K_{ит}$ – итоговый коэффициент аварийности;

n – количество частных коэффициентов аварийности;

K_i – частный коэффициент аварийности

$$K_i = \frac{N_i}{N_{эт}}, \quad (21)$$



где N_i – относительное количество ДТП на исследуемом участке дороги, которое произошло вследствие изменения отдельного параметра условий движения, ДТП/млн. авт.;

$N_{\text{эт}}$ – относительное количество ДТП на эталонном горизонтальном участке дороги с шириной проезжей части 7,5 м, жестким покрытием и укрепленными обочинами шириной 3,5 м, ДТП/млн. авт.

Анализ рассмотренных методов показал, что для оценки БДД на АД общего пользования применимы: коэффициент относительной аварийности на 1 млн. авт.км пробега; метод «конфликтных ситуаций»; метод тестирования водителя; «квалиметрический принцип оценки качества дороги»; комплексный метод оценки БДД территориальной единицы; метод анализа энергетических показателей ДД; метод коэффициентов безопасности; метод определения итогового коэффициента аварийности. Определено, что для анализа состояния аварийности по уже свершившимся ДТП, наибольшее практическое применение получил коэффициент относительной аварийности на 1 млн. авт.км пробега. Для определения наиболее опасных участков АД, из всех рассмотренных методов, широкое практическое применение при оценке влияния УД на БДД получил метод определения итогового коэффициента аварийности, поскольку данный метод: является основой нормативной документации по определению БДД в Украине; учитывает влияние 18 различных параметров на БДД, что позволяет оценивать различные факторы риска происшествия; применяется для анализа безопасности на АД в равнинной, горной, пересеченной местности; учитывает условия движения в населенных пунктах, возможно применение на локальных объектах.

Выводы

На основании анализа мировой нормативной и статистической документации разработана концепция управления безопасностью дорожного движения, так как существующий уровень безопасности в нашей стране является неудовлетворительным. Приведенный детальный анализ этапов управления показывает направление последующих научных разработок в этой области с адаптацией к практическому применению на дорогах страны.

Предложено реализовать процесс управления с проведением повсеместного аудита безопасности дорожного движения, как действенного инструмента инжиниринга безопасности дорожного движения независимого от проектировщиков и заказчиков дороги. В результате проведенного анализа существующих методов определения показателей безопасности, разработана их классификация, состоящая из пяти групп. Это дает возможность выбора соответствующего метода для его применения на определенном этапе управления безопасностью дорожного движения.



Литература

Глава 1:

1. Богатырев А. Использование БАД в пищевых продуктах / А. Богатырев, О. Большаков // Пищевая промышленность. – 1997. - №9. – С.25-27.
2. Бабенко Г.А. Микроэлементозы человека: патогенез, профилактика, лечение / Г.А. Бабенко // Микроэлементы в медицине. -2001. -Т.2. - №1. -С. 2–5.
3. Азгальдов Г.Г. О квалитетрии / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман. – М.: Изд-во стандартов, 1973.
4. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – Москва: Изд-во Наука, 1971.- 282 с.
5. Авцын А.П. Микроэлементы человека: этиология, классификация, органопатология / Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Сторчкова А.С. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
6. Василевская Л.С. Физиологические основы питания /Л.С. Василевская, Л.Г. Охинянская // Вопросы питания. – 2002. – №2. – С. 42-45.
7. Смоляр В.И. Рациональное питание / В.И. Смоляр. – К.: Наук. думка, 1991.-368 с.
8. Спиричев В.Б. Обогащение пищевых продуктов микронутриентами: научные подходы и практические решения / В.Б. Спиричев, Л.Н. Шатнюк, В.М. Позняковский // Пищевая промышленность. – 2003. - №3. – С. 10-16.
9. Уголев А.М. Теория адекватного питания и трофология /А.М. Уголев. АН СССР.-СПб.: Наука,1991. –270 с.
10. Шатнюк Л.Н. Пищевые микроингредиенты в создании продуктов здорового питания / Л.Н. Шатнюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. – 2005. - №2. – С. 18-22.

Глава 2:

- 1.Землянухина Н.С. О применении информационных технологий в менеджменте // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 106-107.
- 2.Преображенский Ю.П., Паневин Р.Ю. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2010. Т. 6. № 5. С. 99-102.
- 3.Завьялов Д.В. О применении информационных технологий // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 71-72.
- 4.Чопоров О.Н., Чупеев А.Н., Брегеда С.Ю. Методы анализа значимости показателей при классификационном и прогностическом моделировании // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2008. Т. 4. № 9. С. 92-94.



5.Москальчук Ю.И., Наумова Е.Г., Киселева Е.В. Проблемы оптимизации инновационных процессов в организациях // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 2. С. 10.

6.Гуськова Л.Б. О построении автоматизированного рабочего места менеджера // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 106.

7.Пеньков П.В. Экспертные методы улучшения систем управления // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2012. № 9. С. 108-110.

8.Исакова М.В., Горбенко О.Н. Об особенностях систем управления персоналом // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 168-171.

9.Самойлова У.А. О некоторых характеристиках управления предприятием // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2014. № 12. С. 176-179.

10.Мельникова Т.В. Некоторые особенности работы бизнес-аналитика в IT-сфере // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2016. № 1. С. 5.

11.Мэн Ц. Анализ методов классификации информации в интернете при решении задач информационного поиска // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2016. № 2. С. 19.

Глава 3:

1. Томашевский, В. Т. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение; СПб.: Политехника. Расчет и конструирование машин. Раздел IV. Корабли и суда. Т. IV-20. Общая методология и теория кораблестроения. Кн. 1 [Текст] / В. Т. Томашевский, В. М. Пашин, И. Г. Захаров и др; Под ред. В. Т. Томашевского, В. М. Пашина. – СПб.: Политехника, 2003. – 744 с.

2. Пашин, В.М. Оптимизация судов [Текст] / В.М. Пашин. – Л.: Судостроение, 1983. – 296 с.

3. Захаров, И. Г. Теория проектирования надводных кораблей [Текст] / И.Г. Захаров, С.И. Постонен, В.И. Романьков. – СПб.: Военно-Морская Академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г.Кузнецова, 1997. – 678 с.

4. Справочник по теории корабля [Текст] : в 3 т. / под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – Т. 3: Управляемость водоизмещающих судов. Гидродинамика судов с динамическими принципами поддержания. – 542 с.

5. Дам Суан Туан. Выбор основных проектных характеристик кораблей береговой охраны [Текст] : дис... канд. техн. наук: 05.08.03 / Украинский гос. морской технический ун-т им. адмирала Макарова ; Украинский государственный морской технический университет имени адмирала Макарова. - Николаев, 2003. – 205 л.:



6. Некрасов, В.А. Вероятностные задачи мореходности судов [Текст] / В.А. Некрасов. – Л.: Судостроение, 1978. – 300 с.
7. Беляева, М. Учет неопределенность при поиске морских целей [Текст] / М. Беляева // Морской сборник, 1996. – №1. – С. 22–26.
8. Беляева, М. Поиск кораблей в море: от теории к реальности [Текст] / М. Беляева // Морской сборник, 1994. – №7. – С.36–38.
9. Попов, В. Расчет суммарного поискового потенциала [Текст] / В. Попов // Морской сборник, 1995. – №6. – С.28–31.
10. Шпак, В. Комплексное применение средств обнаружения. Модель оценки эффективности [Текст] / В. Шпак, В. Попов // Морской сборник, 1995.– № 6. – С. 27–28.
11. Шпак, В. Оценка эффективности комплексного применения средств обнаружения [Текст] / В. Шпак, В. Попов // Морской сборник, 1995. – № 2. – С.28–31.
12. Соломенцев, О.И. Инженерная методика расчета потери скорости на волнении для одно- и двухкорпусных судов. Проектирование судов и судовых устройств [Текст] / О.И. Соломенцев // Сборник научных трудов НКИ. – Николаев: НКИ, 1991. – С.45–55.
13. Беляева, М. Теория поиска и здравый смысл [Текст] / М. Беляева // Морской сборник, 2000. – № 4. – С. 28–31.
14. Скворцов, М. О допущениях при оценке эффективности поиска [Текст] / М. Скворцов // Морской сборник, 1995. – № 11. – С.30–31.
15. Вентцель, Е.С. Исследование операций [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 572 с.
16. Ле Куанг Хунг. Определение главных элементов спасательных судов : дис... канд. техн. наук: 05.08.03 / Национальный ун-т кораблестроения им. адмирала Макарова. – Николаев, 2006. – 194 л.
17. Руководство МАМПС: Руководство по международному авиационному и морскому поиску и спасанию. Т. 2: Координация операций [Текст] : издание 2010 г. (с внесенными до конца 2009 года поправками). – Лондон : ИМО ; Монреаль : ИКАО, 2010.
18. Егоров, Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска [Текст] / Г.В. Егоров. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с.

Глава 4:

- 1 Басарыгин Ю.М. Технология бурения нефтяных и газовых скважин: Учеб. для вузов. [Текст] /Ю. М. Басарыгин, А. И. Булатов, Ю. М. Проселков // — М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2001.
- 2 Мищенко В.И. Специальное оборудование и технологии циркуляционных систем для бурения вторых стволов и капитального ремонта



скважин. [Текст] / В. И. Мищенко, Б. В. Мищенко, А. В. Картунов // Бурение и нефть. – М.: Июнь-Июль, 2012.

3 <http://www.slideserve.com>.

4 <http://www.rbs.ru>

5 <http://tmc.su>

6 Копей Б.В. Параметричний ряд циркуляційних систем мобільних установок для буріння та капітального ремонту [Текст] / Б.В. Копей // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2005. – №3 (12) – С.56 – 66.

7 <http://www.npoburenie.ru>

Глава 5:

1. Бибило, П. Н. Основы языка VHDL / П. Н. Бибило. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2014. – 328 с.

2. Бородин, А. В. Обфускация пула констант как задача построения минимальной системы целочисленных линейных комбинаций / А. В. Бородин, Е. Д. Долгушев // Образование, наука, бизнес: развитие и перспективы: материалы III международной научно-практической конференции (6 мая 2016 г.). – Саратов: Издательство ЦПМ «Академия Бизнеса», 2016. – С. 7-13.

3. Бородин, А. В. Оптимизация стоимости владения объектно-ориентированной метасистемой в условиях заданной модели угроз / А. В. Бородин // Обзорение прикладной и промышленной математики. – 2006. – Т. 13. – В. 5. – С. 843–844.

4. Бородин А. В. Постановка задачи обфускации пула констант / А. В. Бородин, Е. Д. Долгушев // Новое слово в науке: перспективы развития: материалы IX Международной научно–практической конференции (Чебоксары, 7 авг. 2016 г.). – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – № 3 (9). – С. 89-93.

5. Бородин, А. В. Разработка архитектуры аппаратно-программного комплекса мониторинга тепловой эффективности радиатора водяного отопления / А. В. Бородин, Т. Р. Нафиков // Информационные технологии в жизни современного человека: материалы VI международной научно-практической конференции (7 апреля 2016 г.). – Саратов: Издательство ЦПМ "Академия Бизнеса", 2016. – С. 27-31.

6. Бородин, А. В. Реконструкция и исследование датчика псевдослучайных чисел в VBA-подсистеме Microsoft Office / А. В. Бородин // NB: Кибернетика и программирование. – 2014. – №4. – С.14–45. – DOI: 10.7256/2306–4196.2014.4.12648. – URL: http://e-notabene.ru/kp/article_12648.html

7. Бородин, А. В. Феномен компьютерных вирусов: элементы теории и экономика существования / А. В. Бородин. – Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2004. – 144 с.



8. Варновский, Н. П. Математические проблемы обфускации / Н. П. Варновский, В. А. Захаров, Н. Н. Кузюрин // Труды конференции "Математика и безопасность информационных технологий" (МаБИТ-04), 28-29 октября 2004 г. – М.: Московский Центр Непрерывного Математического Образования, 2004. – С. 54-72.

9. Варновский, Н. П. О применении методов деобфускации программ для обнаружения сложных компьютерных вирусов / Н. П. Варновский, В. А. Захаров, Р. И. Подловченко, В. С. Щербина, Н. Н. Кузюрин, А. В. Шокуров // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2006. – №7(62). – С. 18-27.

10. Варновский, Н. П. Современное состояние исследований в области обфускации программ: определения стойкости обфускации / Н. П. Варновский, В. А. Захаров, Н. Н. Кузюрин, А. В. Шокуров // Труды Института системного программирования РАН. – 2014. – Т. 26. – В. 3. – С. 167-198.

11. Карпов, К. В. Обеспечение доверенной загрузки приложений, построенных на базе объектной модели Microsoft Excel / К. В. Карпов, А. В. Бородин // Человек, общество, природа в эпоху глобальных трансформаций: безопасность и развитие. Семнадцатые Вавиловские чтения: материалы постоянно действующей международной междисциплинарной конференции. Ч. 2. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – С. 252-254.

12. Кнут, Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 2. Получисленные алгоритмы. – М.: Мир, 1977. – 727 с.

13. Коробейников, А. Г. Алгоритм обфускации / А. Г. Коробейников, И. М. Кутузов // NB: Кибернетика и программирование. – 2013. – №3. – С. 1-8. – DOI: 10.7256/2306-4196.2013.3.9356. – URL: http://e-notabene.ru/kp/article_9356.html

14. Коробейников, А. Г. Анализ методов обфускации / А. Г. Коробейников, И. М. Кутузов, П. Ю. Колесников // NB: Кибернетика и программирование. – 2012. – №1. – С. 31-37. – DOI: 10.7256/2306-4196.2012.1.13858. – URL: http://e-notabene.ru/kp/article_13858.html

15. Лифшиц, Ю. М. Запутывание (обфускация) программ. Обзор / Ю. М. Лифшиц. – СПб.: Санкт-Петербургское отделение математического института им. В.А. Стеклова РАН., 2004. – URL: <http://logic.pdmi.ras.ru/~yura/of/survey1.pdf>.

16. Михеев, Р. Н. VBA и программирование в MS Office для пользователей / Р. Н. Михеев. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 384 с.

17. Обфускация (программное обеспечение) // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%84%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_\(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%84%D1%83%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F_(%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%BE%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0)



%B8%D0%B5). Дата обращения: 28.02.2016.

18. Спагетти-код // Википедия. Свободная энциклопедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D1%82%D1%82%D0%B8-%D0%BA%D0%BE%D0%B4>. Дата обращения: 28.02.2016.

19. Стешенко, В. Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры / В. Б. Стешенко. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 576 с.

20. Уразаева, Т. А. Алгебра рисков: теория и алгоритмы / Т. А. Уразаева. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2013. – 209 с.

21. Уразаева, Т. А. О функциональности пакета прикладных программ «МультиМИР» / Т. А. Уразаева // Современные проблемы и перспективы социально-экономического развития предприятий, отраслей, регионов. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. – С. 261-265.

22. Уразаева, Т. А. Пакет прикладных программ «МультиМИР»: архитектура и применение / Т. А. Уразаева // NB: Кибернетика и программирование. – 2014. – № 5. – С. 34–61. – DOI: 10.7256/2306–4196.2014.5.12962. – URL: http://e-notabene.ru/kp/article_12962.html.

23. Barak, B. On the (im)possibility of obfuscating programs / B. Barak, O. Goldreich, R. Impagliazzo, S. Rudich, A. Sahai, S. Vadhan, K. Yang // Journal of the ACM. – April, 2012. – Vol. 59. – Iss. 2. – Article No. 6. – 48 p. – DOI: 10.1145/2160158.2160159.

24. Drape, S. Creating transformations for matrix obfuscation / S. Drape, I. Voiculescu // Static Analysis: 16th International Static Symposium, SAS 2009. – Los Angeles, CA: Springer, August, 2009. – P. 273-292. – DOI: 10.1007/978-3-642-03237-0_19.

25. Drape, S. Intellectual Property Protection using Obfuscation / S. Drape. – Oxford: Oxford University Computing Laboratory. Wolfson Building, Parks Road, March, 2010. – No. RR-10-02. – 51 p. – URL: <http://www.cs.ox.ac.uk/files/2936/RR-10-02.pdf>.

26. Drape, S. The Use of Matrices in Obfuscation / S. Drape, I. Voiculescu. – Oxford: Oxford University Computing Laboratory. Wolfson Building, Parks Road, December, 2008. – No. RR-08-12. – 28 p. – URL: <http://www.cs.ox.ac.uk/files/1851/RR-08-12.pdf>.

27. Garg, S. Candidate indistinguishability obfuscation and functional encryption for all circuits / S. Garg, C. Gentry, S. Halevi, M. Raykova, A. Sahai, B. Waters // 54th Annual Symposium on Foundations of Computer Science, FOCS 2013, October 2013. – Berkeley: IEEE Computer Society, 2013. – P. 40-49. – DOI: 10.1109/FOCS.2013.13.



28. Goldwasser, S. On best-possible obfuscation / S. Goldwasser, N. R. Guy // Fourth IACR Theory of Cryptography Conference, TCC 2007, February 21-24 2007. – Amsterdam: KNAW Trippenhuis, 2007. – P. 194-213.

29. Ceccato, M. A family of experiments to assess the effectiveness and efficiency of source code obfuscation techniques / M. Ceccato, M. Di Penta, P. Falcarin, F. Ricca, M. Torchiano, P. Tonella // Empirical Software Engineering. – 2014. – Vol. 19. – Iss. 4. – P. 1040-1074. – DOI: 10.1007/s10664-013-9248-x.

Глава 6:

1. Доклад о состоянии безопасности дорожного движения в мире 2013. Поддержать десятилетие действий [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения, Департамент по вопросам предупреждения насилия и травматизма и по инвалидности. – 2013. – Режим доступа: www.who.int/violence_injury_prevention.

2. Australian Bureau of Statistics [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.abs.gov.au.

3. Типове положення про систему управління безпекою руху на автомобільному транспорті (на всіх рівнях - міністерство - підприємство) // Міністерство транспорту України. Наказ від 12 листопада 2003 р. № 877.

4. Безопасность дорожного движения: учебное пособие – 2-е изд., перераб. и доп. / В.В. Амбарцумян, В.Н. Бабанин, О.П. Гуджоян, А.В. Петридис; под ред. В.Н. Луканина. – М.: Машиностроение, 1998. – 304 с.

5. Эльвик Руне. Справочник по безопасности дорожного движения / Р. Эльвик, Анне Боргер Мюсен, Трулс Ваа. Пер. с норв. У. Агоповой; под ред. проф. В.В. Сильянова. – М.: МАДИ, 2001. – 746 с.

6. Ротенберг Р.В. Основы надежности системы Водитель–Автомобиль–Дорога–Среда / Р.В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1986. – 216 с.

7. Абрамова Л.С. К вопросу надежности транспортных систем / Л.С. Абрамова, Г.Г. Птица // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. науч. тр. – 2009. – Вып. 47. – С.139 – 142.

8. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения: учебник для вузов / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

9. Абрамова Л.С. Концепція управління безпекою дорожнього руху. Наукові праці. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 85-річчю заснування ХНАДУ, 85-річчю автомобільного факультету, а також з нагоди Дня автомобіліста та дорожника: «Новітні технології в автомобілебудуванні та на транспорті», 15-16 жовтня 2015 р. / Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – Харків, 2015. С.61.

10. Абрамова Л.С. Особенности аудита дорожной безопасности. Автомобильный транспорт: сб. науч. тр., Вып. 36. – Х.: ХНАДУ, 2015. С. 161–165.

11. FHWA Road Safety Audit Guidelines, Federal Highway Administration



(Федеральная Администрация Автомагистралей, США N FHWA-SA-06-06), Washington, D.C. 2006, 87p.

12. Абрамова Л.С. Аудит безпеки дорожнього руху: підручник / Л.С. Абрамова, І.С. Наглюк, В.В. Ширін, Г.Г. Птиця, С.В. Капінус; під заг. ред. І.С. Наглюка. – Х.: ХНАДУ, 2016. 260 с.

13. Абрамова Л.С. Анализ методов определения показателей безопасности дорожного движения / Л.С. Абрамова, В.В. Ширин, Г.Г. Птица // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета [Текст] : сб. науч. тр. / Харьк. нац. автомоб.-дор. ун-т ; [редкол.: Богомолов В. А. (глав. ред.) и др.]. - Харьков : ХНАДУ, 2015. – Вып. 69. – С. 118–123.

14. Абрамова Л.С. Классификация методов определения показателей безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах / Л.С. Абрамова, Г.Г. Птица // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: материалы международной научно-практической конференции. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 25-27 апреля 2013. – Т. 2 – С. 8–16.

15. Клеббельсберг Д. Транспортная психология / Д. Клеббельсберг. –М.: Транспорт, 1989. – 367 с.

16. Лукин В.А. Комплексная оценка сравнительного влияния дорожных условий на аварийность отдельных участков автомобильных дорог: дис. кандидата технических наук: 05.23.11 – Москва, 1995. – 217 с.

17. Гаврилов Э. В. Оценка безопасности движения по методу тестирования / Э.В. Гаврилов, С.М. Михович и др. В кн.: Комплексное развитие автомобильного транспорта крупных городов. – М.: Изд. СоюздорНИИ, 1986. С. 178 – 179.

18. Сиденко В.М. Комплексный метод оценки безопасности дорожного движения / В.М. Сиденко, А.А. Рыбальченко // Автодорожник Украины, № 3. – Киев: Техника, 1978. С. 42–43.

19. Поліщук В.П. Визначення рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах загального користування / В.П. Поліщук // Безпека дорожнього руху: правові та організаційні аспекти: VII міжнародна науково-практична конференція, 15-16 листопада 2012 р.: матеріали. – Донецьк, 2012. – С. 226 – 229.



МОНОГРАФИЯ

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ: ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

Книга 1

Авторы:

Львович И.Я. (2.), Некрасов В.А. (3.), Преображенский А.П. (2.),
Чопоров О.Н. (2.), Бобось О.Л. (1.), Абрамова Л.С. (6.),
Антоненко А.В. (1.), Бондаренко А.В. (3.), Бровенко Т.В. (1.),
Копей Б.В. (4.), Птица Г.Г. (6.), Бородин А.В. (5.),
Федоляк Н.В. (4.), Довга О.О. (1.), Ліфіренко О.С. (1.),
Лях М.М. (4.), Михайлик В.С. (1.), Стукальська Н.М. (1.)

Научные достижения Авторы монографии были также рассмотрены и
рекомендованы для издания на международном научном Симпозиуме
«ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕНДЫ РАЗВИТИЯ НАУКИ»
(20-27 сентября 2016 г.) на сайте www.sworld.education

Монография включена в РИНЦ SCIENCE INDEX

Формат 60x84/16. Усл печ.лист. 11,57
Тираж 500 экз. Зак. №С16-2.
Подписано в печать: 14.10.2016

Издано:
КУПРИЕНКО СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ
А/Я 38, Одесса, 65001
e-mail: orgcom@sworld.education
www.sworld.education

Свидетельство субъекта издательского дела ДК-4298
*Издатель не несет ответственности за достоверность
информации и научные результаты, представленные в монографии*

Отпечатано с готового оригинал-макета ФЛП Москвин А.А./ Цифровой типографии “Сору-Арт”
г. Запорожье, пр. Ленина 109