

**АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВИ
ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИЙОМУ, ОЦІНКИ ЯКОСТІ
ТА ЗАКЛАДАННЯ ЗЕРНА
НА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

Чурсінов Ю. О., д.т.н.,

ORCID: 0000-0001-4251-6375

Ковальова О. С., к.т.н.,

ORCID: 0000-0001-9113-8926

Калина В. С., к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-3061-3313

Пилипенко Г. О., магістр*

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Хомик Н. І., к.т.н.

Тернопільський технічний університет

Lehmann Ch.

GmbH INOGET Germany

Тел. (056) 713-51-46

Постановка проблеми. Поширення засобів і схем автоматизації технологічних процесів, таких як управління і контроль маршрутів переміщення зернових продуктів по виробничим дільницям, контроль терміну роботи кожної технологічної зв'язки машин і обладнання, отримання відгуку по реальним параметрам, що відбуваються всередині технологічного комплексу, змушує розглядати актуальні проблемні питання оптимізації.

Аналіз останніх досліджень. На прикладі крупних зернопереробних підприємств України, переважно олієекстракційних заводів, постійно спостерігається велика кількість вантажівок, які очікують на термін розвантаження насіння олійних культур, а на зернових елеваторах – будь-яке насіння [1, 2]. Причин багато. Це і не чітка організація транспортних ланок, застаріла або недосконала схема відбору проб і проведення аналізу зерна на якісні характеристики, що спричиняє затримку транспортних засобів, це і відсутність технічних пристроїв швидкого розвантаження транспорту, зокрема автомобілів з причепами, це і схеми заїзду, розвороту на існуючих ділянках і виїзду великовантажних транспортних засобів, це і об'єми приймальних бункерів і продуктивності прийому зерна з них на технологічні операції переробки або складування на резервні запаси в силоси [3–5].

За даними Мінагрополітики в Україні у 2018 році отримано 70,1 млн тон зернових культур [6–8], зокрема – 24,5 млн тон пшениці, 7,3 млн ячменю, 407 тис. тон жита, 35,5 млн тон кукурудзи,

130 тис. тон гречихи. Крім того – 13,7 млн тон соняшнику і 4,4 млн тон сої, 2,6 млн тон рапсу.

Усі вищеперераховані зернові об'єми необхідно завантажити, транспортувати, перевірити на якість, направити на переробні лінії або на складування, що включає колосальний об'єм работ і наявність у такій логістичній системі вузьких місць, утворює «затори», які порушують складний технологічний цикл, у якому повинна бути присутня синхронність та безперервність.

Концептуально це може виглядати як оптимізована система, в якій необхідно мати безперервний збір даних, включаючи транспортні супроводжуючі документи, реєстрацію водіїв, вибірку, аналіз зразків, зважання, відстеження та інше, управління в режимі реального часу.

У рамках встановлення об'єктів також необхідно спростити потік транспортних засобів на території підприємства.

Щоб уникнути існуючого протилежного руху, вихід рекомендується перенести на інший бік підприємства, як наслідок, на більшості підприємств існує тільки один напрямок руху транспортних засобів.

Формулювання цілей статті. З метою зменшення вузьких місць пропонується інноваційна система автоматичного відбору проб зерна з транспортних засобів, яка в значній мірі сприяє вирівнюванню і прискоренню потоку зерна, яке повинно бути направлено на подальшу переробку або зберігання.

Основна частина. Проект концепції INOGET передбачає ці вимоги програмно-логістичного комплексу, який складається з реєстрації водія, автоматизованого відбору проб та аналізу, контролю справжності та контролю процесу прийому, враховуючи обмін контактами з існуючою системою управління процесом. Необхідною умовою для цього було автоматизація всіх відповідних етапів процесу, це єдиний спосіб оптимізувати логістичний процес у значній мірі.

Для впровадження системи керування водієм враховують реєстрацію /зняття з обліку/, автоматизований аналіз зерна та інтеграцію балансу, що запропоновано компанією GmbH Bitzer.

В цьому випадку рекомендується наявність таких компонентів, як: модернізація існуючих вантажних дуплексних зернових ваг; обов'язкова наявність поздовжньо-автоматичного пробовідбірника, який забезпечує відбір проб по схемі повної довжини транспортного засобу; автоматичне пневмотранспортування зразків і підготовка проб до лабораторії; програма Bitzer, що враховує спеціальне програмування; самообслуговування водія на території підприємства. Загальна концепція зображена на рис. 1.

Більшість зернових підприємств при лабораторіях відбору проб мають, як правило, пробовідбірники точкові Rasoraf з радіусом дії від

4,4 до 6 м або чотирьох секційні шнекові типу А1-УП2-А [9–12], технічні характеристики яких не дозволяють відібрати проби зерна з транспортних засобів збільшеної довжини, або з причепами.

Водій може заїхати до зони відбору проб і припаркуватись. Після парковки транспортного засобу проїжджає під пробовідбірник, обов'язково рейковий, автоматичний довжиною до 24 м, а водій реєструється в терміналі зі штрих-кодом.

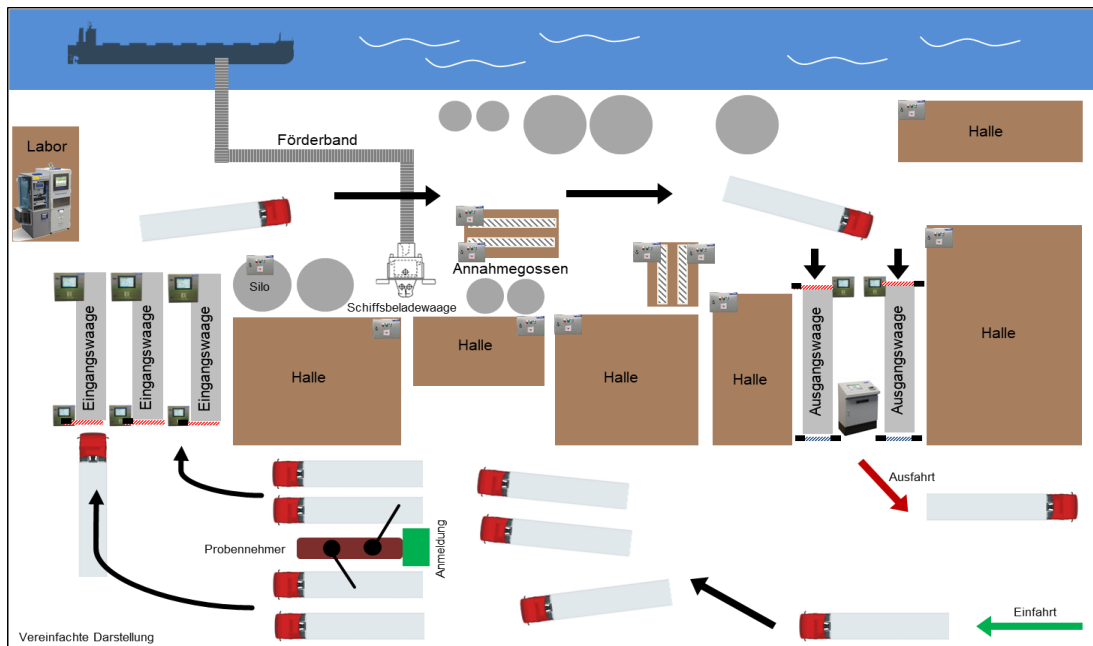


Рис. 1. Загальний вигляд процесу логістики на території підприємства.

За допомогою реєстрації штрих-кодів програмне забезпечення розпізнає транспортний засіб та його вміст відповідно до груп олійних або зернових продуктів і направляє його відповідно до груп продуктів.

Оператор бере пробу в автоматичному режимі і всі переміщення пробовідбірника до кількох точок відбору проб, включаючи підйом і опускання зонда, і повернення до стояночного положення повністю автоматичні. Зонд переміщується до підлоги автомобіля, а потім знову повертається. Точність приводів без ковзання забезпечує абсолютно точне позиціонування.

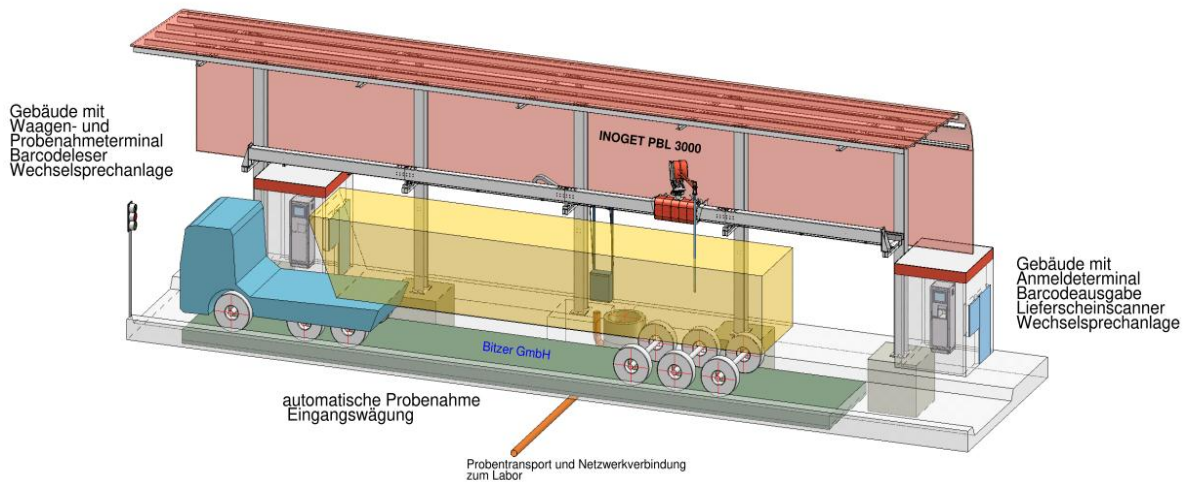


Рис. 2. Зразкове представлення структури надходження товарів з реєстрацією водія, взяття проби та зважування вхідних даних.



Рис. 3. Реалізація надходження товарів з реєстрацією водія та взяття проби.

Якщо можлива пряма вибірка (взяття проби) з транспортного засобу, то це економить час. Транспортний засіб виходить з зони відбору проб, в той час пробовідбірник знаходиться вже в початковому положенні, а транспортування зразка вже здійснюється в лабораторії, розташованій на відстані.

В приміщенні перед лабораторією матеріал зразка поділяють відповідно до групи продуктів шляхом гомогенізації та оптимального об'ємного дозування і знову автоматично готуються до лабораторної обробки. Об'ємна доза забезпечує те, що не надто багато матеріалу зразка надходить у лабораторію. Надлишковий матеріал збирають у двох надлишкових контейнерах для олійного зерна і зерна, зерно додатково пропускають через електричне сито.



Рис. 4. Лабораторне приміщення з контейнерами для залишків зерна з відібраних проб.

Проба повинна бути запитана тільки персоналом лабораторії шляхом натискання кнопки з підсвічуванням. Весь цей процес знову повністю автоматичний. Паралельно з виходом зразка роздруковується відповідний штрих-код відповідно до аналізу.



Рис. 5. Підготовка зразків у лабораторії.

Зернова виробнича лабораторія вже паралельно аналізує продукт раніше взятого зразка. Ще до аналізу співробітники лабораторії здійснюють ручний візуальний контроль і органолептичний контроль з урахуванням зараження жуком тощо. Якщо тут виявлені дефекти, доставка може бути відхилена до початку аналізу зерна.

Традиційно для аналізу якості зерна послідовно експлуатується декілька приладів, таких як лабораторні ваги, машини для відбору, машини для цільного зерна та лічильники корпусів. Реалізація окремих кроків займає багато часу. Значна економія часу і автоматизація тут досягаються за рахунок використання машини для відбору проб, яка об'єднує окремі компоненти для визначення значень якості зернових в одному пристрої. Операція виконується централізовано на сенсорному екрані.

На першому етапі визначають загальну масу зразка. Після цього пробу очищають, а окремі компоненти, хороші зерна, сортовані товари та невідповідні частини визначають за допомогою каліброваних ваг. Згодом всі відповідні значення якості зернових культур визначаються в інтегрованому цілому зерні. Крім того, автомат зразків перевіряє безпосередньо в цільовому/фактичному порівнянні, чи відповідає поставлена якість узгодженої цільової якості з системи управління товарами. Якщо це не так, доставка автоматично відхиляється, і водій отримує відповідну квитанцію про відхилення на балансовому терміналі.



Рис. 6. Лабораторія зерна з автоматичними аналізаторами проб.

Завдяки автоматичному пробовідбірнику значення якості доступні протягом двох хвилин і автоматично присвоюються процесу в системі Bitzer Agrar. Після завершення процесу етикетка автоматично друкується для забезпечення відстеження та ідентифікації зразка зерна. Крім того, в процес інтегруються пристрої підрахунку випадків. Значення якості можна побачити безпосередньо оператором у сусідньому офісі, а транспортний засіб може бути відправлений на жолоб або інший пункт розвантаження (наприклад, ангар) відповідно до поставленої якості.

Процес зважування виконується на вагах, де водій спочатку повинен сканувати його карту у нульовій точці термінал, де автоматичне обнулюється автомобільна шкала. Потім відкривається шлагбаум і водій може заїхати на шкалу. У цьому терміналі карта знову сканується і спрацьовує першезважування. Після цього водій буде роздрукована друга карта, яка містить інформацію щодо розвантаження, до якої необхідно підїхати (яка раніше була визначена оператором сілоса). Якщо аналіз якості та призначення до пункту розвантаження ще не були визначені після проведення початкового зважування, водій на ваговому терміналі повідомляється, що він повинен чекати результату на місці.

Прибувши на вивантаження водій може ідентифікувати себе на терміналі. Перевірка правдоподібності виконується у фоновому режимі. Якщо призначення правильне, затвор відкривається, і розвантаження може розпочатися.

Після вивантаження водій йде до виходу. Перед автомобільними вагами знаходиться також нульовий термінал. Після сканування картки, відповідна шкала скидається і шлагбаум відкривається. Бічні бетонні опори та додаткові світлові бар'єри також контролюють правильне положення вантажного автомобіля на ваговій шкалі. Тепер водієві на самообслуговуванні доводиться ідентифікувати себе з картою, щоб викликати зважування. Після другого зважування водій отримує попередній перегляд накладної, яку він підписує на вбудованому блокноті. Потім він отримує роздруківку накладної. Процес успішно завершується в системі BITZER AGRAR, автоматично передається в систему управління товарами, а двері ролетів на виході відкриваються.



Рис. 7. Вихідні ваги з нульовими граничними терміналами та бар'єрними системами.

Виробнича лабораторія згідно отриманих проб зерна відібраних рейковим автоматичним пробовідбірником типу INOGET «LUCHS» PVL 3000 (описано в джерелі 3), перевіряє якість зерна, а залишки проб транспортує в резервний контейнер. Загальні схеми відбору,

транспортування та обробки проб в лабораторію, наведені на рис. 8, 9 і 10.



Транспортування / підготовка проби



- Після механічного відбору матеріалу він забирається потоком повітря, що транспортується, і прямує до сепаратора
- За допомогою системи рециркуляції відпрацьоване повітря може повертатися в зонд після циклону або "рециркуляція повітря" генерується окремим вентилятором

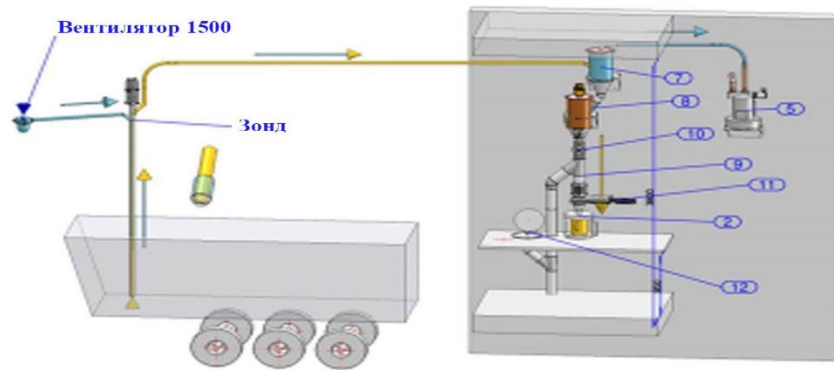


Рис. 8. Транспортування / підготовка проби.



ВІДБІР ПРОБ



Голівка для пробовідбірника INOGET „Luchs“ Systeme

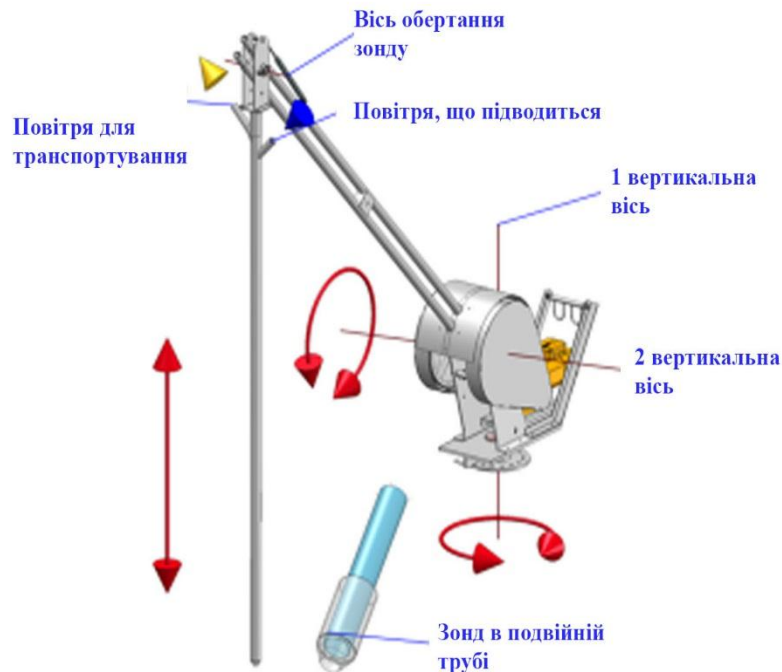


Рис. 9. Відбір проб.



Рис. 10. Транспортування / підготовка проби.

Аналіз проб зерна здійснюється на автоматичному лабораторному обладнанні по визначенню засміченості, на предмет вмісту чистого зерна, дрібного зерна та сумішей. Повна оцінка забрудненості обладнанням системи Bitzer здійснюється згідно схеми (рис. 11) і аналізаторів (рис. 12 та 13).



Рис. 11. Аналіз зернових.

BITZER Автоматичний аналізатор якості зерна

Додаткові переваги

Автоматичне очищення зразка і визначення параметрів якості зерна

Визначення якісних характеристик за 2 хвилини

Завантаження зразка зерна

Сенсорний екран для управління і контролю роботи комплексу

ІК-тестування: вологість, білок, фракції просіювання, ін.

Очищувач зразка

Друк параметрів якості зразка зерна

- ▲ Повна автоматизація тестування для швидкого тесту забрудненості зерна і його якості з використанням аналізатора FOSS Infratec
- ▲ Суттєва економія часу
- ▲ Одночасна автоматична оцінка якості та засміченості зерна
- ▲ Збереження даних тестів у єдиній базі даних (опція)
- ▲ Друк результатів тестування (опція)
- ▲ Легка інтеграція з іншим обладнанням (наприклад для визначення числа падіння)
- ▲ Підключення до програмного забезпечення BITZER Agrar software для зовнішніх систем

Automatic sample analyser

Automatic sample analyser	
Sample:	Wheat
Method:	IC-AC 2384
Result:	02.5 g
Unit:	12.5 g
Weight:	689.0 g
Moisture:	12.5 g
Protein:	12.5 g
Starch:	12.5 g
Cellulose:	12.5 g
Penetration:	12.5 g
Temperature:	12.5 g
Humidity:	12.5 g
Pressure:	12.5 g
Speed:	12.5 g
Time:	12.5 g
Date:	12.5 g
Time:	12.5 g
Operator:	12.5 g
Lab:	12.5 g
Address:	12.5 g
Phone:	12.5 g
Fax:	12.5 g
E-mail:	12.5 g
Web:	12.5 g
Barcode:	12.5 g

Рис. 12. Автоматичний аналізатор якості зерна BITZER.

Аналізатор якості зерна забезпечує отримання якісних характеристик зернової проби впродовж 2 хв. (рис. 13).

Автоматичне очищення зразка і визначення вмісту чистого зерна, дрібного зерна і сумішей шляхом зважування

Повна оцінка забрудненості за 1 хвилину

BITZER Обладнання для визначення засміченості

Переваги

- ▲ Обладнання для покращення ефективності лабораторії якості зерна
- ▲ Економія часу за рахунок швидкої подачі зразка, просіювання і зважування
- ▲ Економія витрат на зважувальному обладнанні та обладнанні сепарації і очищення
- ▲ Модульна система з можливістю об'єднання до комплексу автоматичного комплексного аналізатора якості зерна **BITZER**
- ▲ Ефективна система пилозахисту та шумоізоляції
- ▲ Друк результатів тесту на вбудованому принтері

Impurity machine			
Impurities	: 0.2 %	Total	: 697 g
Small seeds	: 0.1 %	Purified	: 696 g
		Small seeds:	1.0 g
Moisture	:	%	
Protein	:	%	
HL weight	:	kg/hl	
Sedimentation value:	:	ml	
Fall number	:	sec	
Sample No.:	0008000037		

Measures value from freely programmable mechanical mixer. Calibration must follow with the 100g.

BITZER Mägerei-technik GmbH
 Benzdorf 3 - 21129 Nordermole - Deutschland
 Fon: +49 (0)5121 76300 - Fax: +49 (0)5121 76370
 info@bitzer-maegeri.de
 www.bitzer-maegeri.de

Рис. 13. Обладнання для визначення засміченості.

Висновки. Використання запропонованих в аналітичному дослідженні логістичних схем руху вантажного транспорту на зважування зерна, відбір проб, розвантаження та виїзд з території підприємства, схем відбору і обробки зернових проб з отримання результатів забезпечує безперервний технологічний процес руху зернового потоку на складування або переробку.

Прискорення процесу прийому стало можливим завдяки тому, що всі окремі процеси від реєстрації транспортного засобу, відбору проб, процесів зважування та аналізу зерна до підготовки накладних для різних транспортних засобів можуть працювати паралельно через

послідовну автоматизацію. Як результат, термін відстою транспортних засобів може бути мінімізований шляхом автоматизації окремих процесів.

Пропускна здатність від першого до другого зважування транспортного засобу, таким чином, зазвичай становить лише близько 15 хвилин. Якщо, наприклад, конвеєрні шляхи перемикаються з одного виду зерна на інший, виникають додаткові часи очікування.

Якщо орієнтуватись на довгострокову перспективу, замовник зацікавлений у забезпеченні системи, може вносити корегування в ході виконання проекту. Обмінюючись контактами з системою управління технологічними процесами, можна керувати підключеними системами і забезпечувати послідовне зберігання і пропускну здатність матеріалу. Створення сканера документів для транспортних супровідних документів може забезпечити до переходу до безпаперового офісу.

Література:

1. Эффективный элеватор или как сделать бизнес прибыльным / А. Купченко и др. *Хранение и переработка зерна*: електрон. версія жур. URL: <http://hipzmag.com/sobytiya/effektivnyj-elevator-ili-kak-sdelat-biznes-pribylnym/> (дата звернення: 21.03.2020).

2. Васильєва К. О. Особливості технологічної схеми шляху зерна для прийому, зберігання та відгрузки по елеваторному підприємству ТОВ «ОЙЛТРАНСТЕРМІНАЛ». *Вісник МНАУ*. 2017. Вип. 2(10). С. 39-45.

3. Домбровська, Н. О. Особливості формування логістичних ланцюгів з експорту рослинних олій в Україні. *Економіка харчової промисловості*. 2015. Т. 7, № 3. С. 8-14.

4. Захарченко О. Г. Енергетичний менеджмент логістичної системи виробництва і збуту насіння соняшника в сільськогосподарських підприємствах : дис. ... канд. економ. наук: 08.00. 04. Мелітополь, 2017. 216 с.

5. Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О., Кюрчева Л. М. Перспективний підхід у зберіганні зернових культур. *Machinery & Energetics*. 2019. Vol. 10, № 1. Р. 195-201.

6. Приходько Д. С., Прокопенко Е. А., Сикачина А. В. Прогнозна модель зернового балансу. *Економіка АПК*. 2014. № 3. С. 36-41.

7. Набок, І. І., Григор'єва І. О. Україна на світовому ринку зернової продукції. *Стратегія розвитку України*. 2019. № 2. С. 124-128.

8. Побоченко Л. М., Циганков Е. В. Місце України на світовому продовольчому ринку. *Стратегія розвитку України*. 2015. № 2. С. 98-104.

9. Чурсінов Ю. О., Анзенко Д. С., Столярчук Є. О. Аналітичний огляд процесу та обладнання для взяття проб. *Журнал хранения и переработки зерна*. 2018. № 8. С. 36-38.

10. Глеваський В. І. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва: методичні вказівки до виконання практичних робіт для студентів агробіотехнологічного факультету за кредитно-модульною системою навчання. Біла Церква, 2014. 133 с.

11. Хранение и технология сельскохозяйственных продуктов / Л. А. Трисвятский и др.; под. ред. Л. А. Трисвятского. 4-е изд. Москва: Агропромиздат, 1991. 415 с.

12. Машини і обладнання для зберігання та комплексної обробки зерна : навч. посібник / А. С. Кобець та ін. Дніпропетровськ, 2014. 766 с.

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВИ ПРОЦЕСІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИЙОМУ, ОЦІНКИ ЯКОСТІ ТА ЗАКЛАДАННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Чурсінов Ю. О., Ковальова О. С., Калина В. С., Пилипенко Г. О.,
Хомик Н. І., Lehmann Ch.

Анотація

Розглянуто питання обґрунтування використання сучасних логістичних схем прийому, перерозподілу, вивантаження, оперативного визначення якості та направлення потоків зернових мас по призначенню на елеваторах, зернопереробних підприємствах, які переробляють насіння злакових і олійних культур.

В нашому конкретному випадку досліджено цілеспрямованість виконання комплексного процесу логістики – прийому, відбору проб, якісного та швидкого автоматизованого аналізу зернових продуктів, рішенням щодо усунення вузьких місць загальної зернопереробної системи.

Запропоновано проєкт концепції INOGET, що передбачає вимоги програмно-логістичного комплексу, який складається з реєстрації водія, автоматизованого відбору проб та аналізу, контролю справжності та контролю процесу прийому, враховуючи обмін контактами з існуючою системою управління процесом. Необхідною умовою для цього є автоматизація всіх відповідних етапів процесу – це єдиний спосіб оптимізувати логістичний процес у значній мірі.

У рамках встановлення об'єктів спрощено потік транспортних засобів на території підприємства. Для уникнення існуючого протилежного руху, вихід рекомендовано перенести на інший бік підприємства.

Ключові слова: технологічний комплекс, автоматизація, логістика, оцінка якості, система, процеси, зернові потоки, зважування, транспортні засоби.

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
ПРОЦЕССОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИЕМА,
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ЗАКЛАДЫВАНИЯ ЗЕРНА
НА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

Чурсинов Ю. А., Ковалева Е. С., Калина В. С., Пилипенко Г. А.,
Хомик Н. И., Lehmann Ch.

Аннотация

Рассмотрены вопросы обоснования использования современных логистических схем приема, перераспределения, выгрузки, оперативного определения качества и направления потоков зерновых масс по назначению на элеваторах, зерноперерабатывающих предприятиях, которые перерабатывают семена злаковых и масличных культур.

В нашем конкретном случае исследовано целеустремленность выполнения комплексного процесса логистики - приема, отбора проб, качественного и быстрого автоматизированного анализа зерновых продуктов, решением по устранению узких мест общего зерноперерабатывающей системы.

Предложен проект концепции INOGET, предусматривающий требования программно-логистического комплекса, который состоит из регистрации водителя, автоматизированного отбора проб и анализа, контроля подлинности и контроля процесса приема, учитывая обмен контактами с существующей системой управления процессом. Необходимым условием для этого является автоматизация всех соответствующих этапов процесса – это единственный способ оптимизировать логистический процесс в значительной степени.

В рамках установления объектов упрощен поток транспортных средств на территории предприятия. Во избежание существующего противоположного движения, выход рекомендуется перенести на другую сторону предприятия.

Ключевые слова: технологический комплекс, автоматизация, логистика, оценка качества, система, процессы, зерновые потоки, взвешивание, транспортные средства.

**PERSPECTIVE ANALYTICAL STUDY RECEPTION
AUTOMATION PROCESSES, QUALITY ASSESSMENT AND
GRAIN LAYING AT GRAIN PROCESSING PRODUCTION**

Yu. Tchoursinov, O. Kovaliova, V. Kalyna, G. Pylypenko, N. Khomyk,
Ch. Lehmann

Summary

The questions of the rationale for the use of modern logistic schemes for receiving, redistributing, unloading, operational determination of the quality and direction of the flows of grain masses for their intended purpose at elevators, grain processing enterprises that process seeds of cereal and oilseeds are considered.

In our particular case, the purposefulness of the implementation of the integrated logistics process was studied – receiving, sampling, high-quality and fast automated analysis of grain products, the decision to eliminate bottlenecks in the overall grain processing system.

The project of the INOGET concept has been republished, transferring the vimogs to the program-logic complex, storing it from the registration water, automated sample collection and analysis, reference monitoring and monitoring the process of reception, and the possibility of exchanging the contacts with the necessary information.

A necessary condition for the whole automation of all of these processes is the process of optimizing the logistic process of a significant world.

Components such as upgrading existing freight duplex grain scales are recommended; mandatory is the presence of a longitudinally automatic sampler that provides sampling according to the scheme of the full length of the vehicle; automatic pneumatic transportation of samples and sample preparation to the laboratory; program Bitzer, taking into account special programming; driver self-service on the territory of the enterprise.

Acceptance process is accelerated due to the fact that all separate processes from vehicle registration, sampling, weighing and grain analysis processes to preparation of invoices for various vehicles can work in parallel through sequential automation.

Key words: technological complex, automation, logistics, quality estimation, system, processes, grain flows, weighing, transport vehicles.