

## ЛОГІСТИКА ЗВАЖУВАНЬ: ДО ПИТАННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГИ ТРАНСПОРТОВАНОГО ТОВАРУ

*І. М. Пістунов, д.т.н., професор, НТУ «Дніпровська політехніка», [pistunov.i.m@nmu.one](mailto:pistunov.i.m@nmu.one),  
<https://orcid.org/0000-0002-9041-8368>*

*О.Ю. Приходченко, к.е.н., НТУ «Дніпровська політехніка», [Prykhodchenko.O.Yu@nmu.one](mailto:Prykhodchenko.O.Yu@nmu.one)  
<https://orcid.org/0000-0002-9041-9318>*

**Методологія дослідження.** Результати отримані за рахунок застосування методів: абстракції – при визначенні сутності категорії «вага», «ціна», «точність зважування»; загального і особливого – при встановленні взаємозв'язку точності зважування з втратами експортера; економіко-математичних методів – при визначенні аналітичних формул зв'язку похибки зважування з вагою, що зважується та з солоністю моря, де вимірюється осадка судна.

**Результати.** Аналіз закордонних джерел показав, що логістика зважувань товару відноситься до процесу організації та керування важкими товарами під час їх транспортування, зберігання та обробки. Це особливо важливо у виробничих, логістичних та роздрібних ланцюгах постачання, де точність зважування може мати величезне значення для якості обслуговування та вартості.

Визначено можливу величину фінансових втрат при реалізації таких товарів як пісок, пшениця, кукурудза фуражна, кукурудза харчова, залізорудні окатиші, титанова руда, прокат чорних металів. Ці втрати можуть сягати від сотень до десятків тисяч гривень.

Визначено перелік наявних пропозицій електронних терезів для зважування на суші. Проаналізувавши величину похибки при зважуванні автомобільними та вагонними терезами, виявлено, що ця похибка може бути описана логарифмічним рівнянням, яке доводить, що при збільшенні маси відносна похибка зважування зменшується. Формула рівняння знайдена аналітичним економіко-математичним методом із застосування електронних таблиць Microsoft Excel. Використавши властивості дисперсії зважування, розроблено логістично-організаційну методику збільшення точності зважування, яка полягає у декількох повторних зважуваннях і визначенні результуючої ваги як середнє арифметичне від усіх спроб. Розроблено формулу для визначення оптимальної кількості повторних зважувань для підвищення точності з урахуванням вартості одного зважування та втрат при однократному зважуванні.

Проаналізовано методику зважування на воді і визначено, що метод визначення ваги, завантаженої до судна шляхом вимірювання його осадки має велику погрішність, яка складає десятки тон і прямо пропорційна вантажопідйомності транспортного засобу. Також на точність зважування впливає солоність води, у якій вимірюється осадка судна. Показано, що існуючі таблиці визначення завантаження судна за його осадкою у морській воді розроблені для солоності моря у 16%, у той час як для Чорного моря солоність складає 18%, що значно впливає втрати експортера – замовники їм не доплачують близько 2% вартості товару. Розроблена аналітична залежність для визначення ваги товару, завантаженого до судна за його осадкою в залежності від солоності води, в якій знаходиться цей транспортний засіб.

**Новизна.** У процесі аналізу втрат експортерів при зважуванні товару розроблено логістично-організаційні заходи, які гарантовано зменшують втрати.

**Практична значущість.** Запропоновано методики, які зменшують втрати експортера при зважуванні товарів як на суші так і на морі, які дозволяють регулювати величину похибки зважування наявними пристроями.

**Ключові слова:** втрати експортерів, точність зважування, автомобільні та вагонні терези, властивість дисперсії зважування, вплив солоності води на осадку судна.

**Постановка проблеми.** Україна є сировинного напрямку. Основу сировини експортно-орієнтованою державою складають такі товари як зерно, залізна руда,

прокат. Оплата за товар визначається як вага товару помножена на ціну. Очевидно, що похибка при зважуванні товару вплине на дохід. Чим більша похибка, тим більше втрат понесуть експортери. У залежності від транспорту поставки, зважування відбувається або на суші автомобільними чи вагонними терезами, або у воді, за величиною осадки (величини заглиблення) судна. Кожен метод та пристрої мають свою точність, яка спливає на визначення ваги товару. Збільшення точності вимірювання дозволить мінімізувати можливі втрати експортера.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах закордонних авторів, які досліджують методи збільшення точності вимірювань ваги.

Так у [1] стверджується що процедури для контролю ймовірності помилок типу I під час виконання кількох статистичних тестів мають високу вартість: зменшення потужності. Зі збільшенням кількості тестів потужність для окремого тесту може стати неприйнятно низькою. Цей підхід спрямований на контроль частки значущих результатів, які фактично є помилками I типу. Підтримання низької частки помилок типу I серед усіх значущих результатів є розумним, потужним і легким для інтерпретації способом вирішення проблеми багаторазового тестування.

В роботі [2] увагу приділяється аналізу вартості компонентів пристрою для зважування використовується для розробки методу зменшення контролера. Зменшення регулятора базується на участі станів контролера в значенні квадратичної метрики продуктивності. Стани контролера, які мають найменший внесок у показник продуктивності, скорочуються, щоб отримати зменшені контролери.

Автори наступного дослідження [3] зосередили увагу на такій проблемі. Припустімо, що на завершальній стадії виробництва, наприклад, хімічних продуктів, є процес, під час якого ми зважуємо кожен продукт за допомогою ваг, щоб отримати його точну вагу, а потім позначаємо кожен продукт його вагою. На практиці такий процес зважування не обов'язково ретельно перевіряється, а

пов'язані з ним витрати зменшуються настільки, наскільки це можливо, оскільки це не впливає на якість самого продукту. Однак час від часу ваги стають некаліброваними, тобто неточними, і, отже, видають неточні ваги для окремих продуктів. Особливо, коли вироби дуже важкі, використовуються спеціальні ваги, і лише кваліфіковані особи з ліцензією можуть перевірити ваги, щоб виявити їх неточності та відрегулювати їх. Ми зосереджуємося на проблемі такого роду та пропонуємо стохастичну модель, спрямовану на контроль обсягу продукції, що відвантажується з неточною маркованою вагою.

У [4] розглядається похибка вимірювання та її вплив на ймовірність прийняття правильних рішень щодо прийняття продукту та, отже, на витрати, пов'язані з процесом перевірки. Проведення повторних вимірювань однієї одиниці продукту та використання середнього значення для прийняття або відхилення одиниці зменшить шанси неправильної класифікації. Обговорюється метод наближеного визначення оптимальної кількості повторних вимірювань. Поняття прецизійності, точності та відтворюваності обговорюються в контексті похибки вимірювання разом із використанням контрольних карт для моніторингу цих характеристик процесу вимірювання.

Як видно з цього огляду, визначення точності вимірювання базується на двох підходах: апаратному та аналітичному.

Апаратний метод, описаний й цитованих статтях, викликає додаткові витрати на придбання більш точного обладнання, що підвищує собівартість реалізованої продукції, а такі додаткові витрати не завжди доступні експортерам.

Статистичний метод менш витратний, але запропоновані моделі вимагають складних розрахунків із застосуванням спеціального програмного забезпечення і для більшості персоналу експортерів є недоступною.

**Формулювання мети статті.** Метою даної статті є розробка методів зменшення економічних втрат при зважуванні товару шляхом розробки надійних, статистично

значимих методів і водночас простих методів підвищення точності зважування товару при використанні існуючих пристроїв та методів зважування, а тільки шляхом логістичних, організаційних заходів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Логістика зважувань товару відноситься до процесу організації та керування важкими товарами під час їх транспортування, зберігання та обробки. Це особливо важливо у виробничих, логістичних та роздрібних ланцюгах постачання, де точність зважування може мати величезне значення для якості обслуговування та вартості.

Логістика зважувань є важливим компонентом управління логістичними процесами, особливо у випадку торгівлі товарами, вага яких може впливати на їхню ціну та якість обслуговування.

Основні аспекти логістики зважувань товару включають:

1. Обладнання для зважування: Ефективна логістика зважувань передбачає використання високоточного обладнання для точного вимірювання ваги товарів. Це може бути вагове обладнання на складах, в автомобілях або на об'єктах виробництва.

2. Ідентифікація та маркування: Логістика повинна враховувати можливості ідентифікації товарів та їхню маркування для подальшого визначення ваги. Це може включати в себе використання штрих-кодів, RFID технологій або інших систем автоматичної ідентифікації.

3. Інтеграція з іншими процесами: Логістика зважувань повинна бути інтегрована з іншими логістичними процесами, такими як перевезення, зберігання та обробка. Інформація про вагу товарів може впливати на вибір транспортних засобів, розташування на складі та інші аспекти постачального ланцюга.

4. Забезпечення безпеки: Зважування важких товарів часто пов'язане з питаннями безпеки. Це може включати в себе необхідність дотримання стандартів щодо вантажопідйомності транспортних засобів, а також забезпечення безпеки працівників, які взаємодіють з важкими товарами.

5. Точність та ефективність: Важливо забезпечити точність зважувань для уникнення помилок та оптимізації логістичних процесів. Це допомагає уникнути зайвих витрат, покращує ефективність та сприяє задоволенню клієнтів.

Із цього великого переліку впливу точності зважування на доходи експортерів можна помітити, що навіть прості організаційні засоби логістики зважування можуть дати значний ефект економії або отримання додаткового доходу, втрачено внаслідок похибок зважування.

Почнемо з товару, що реалізується насипом. У табл. 1 подано середні ціни та такі товари.

Таблиця 1  
Середні ціни товарів, що реалізуються насипом

Товар	Середня ціна за тону, грн
Пісок	205
Пшениця	7930
Кукурудза фуражна	5925
Кукурудза харчова	7150
Залізорудні окатиші	4750
Титанова руда	7030
Прокат чорних металів	35935

Джерело: розроблено автором за [5]–[10]

Для визначення похибки при зважуванні на автомобільних та вагонних терезах використовувалися дані фірми ZEMIS [11].

У табл. 2 подано середнє значення похибки при зважуванні на автомобільних та вагонних терезах.

Таблиця 2  
Середні похибки при зважуванні на суші

Вага, кг	Похибка, кг
1000	26
10000	122
19000	148
28000	164
46000	185
55000	192
64000	199

73000	204
82000	209
91000	213

Джерело: розроблено автором за [11]

За даними табл. 1 засобами Microsoft Excel побудовано графік залежності похибки зважування від ваги товару. Графік представлено на рис. 1.

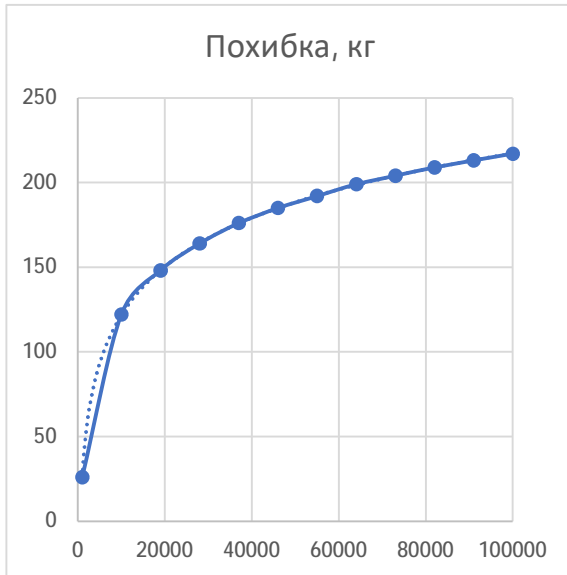


Рис. 1. Похибка при зважуванні на вагонних та автомобільних терезах фірми ZENIC побудовано за табл.2

Графік має виражений характер логарифмоїди, тому його було описано лінією тренду виду

$$\varepsilon = 41,47 \ln P - 260,27, \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  – похибка зважування, кг,  $P$  – вага, що зважується, кг.

Якість апроксимації визначалася показником  $R^2 = 0.9514$ , що означає високу якість апроксимації.

Тут і далі будемо розглядати похибку вимірювання ваги з точки зору експортера, тобто, припускати, що справжня вага, яку ми виміряли, менша на величину похибки, тобто

$$Pr = P - \varepsilon, \quad (2)$$

де  $Pr$  – виміряна терезами вага,  $P$  – справжня вага,  $\varepsilon$  – похибка зважування.

Для прикладу розрахуємо недоотриманий дохід при відвантаженні 60 т прокату чорних металів. Тоді, згідно (1) похибка складе

$$\varepsilon = 41,47 \ln 60000 - 260,27 = 196,2071, \text{ кг}$$

Згідно табл. 1, величина недоотриманого доходу буде

$$0,1962071 * 35935 = 7050,70 \text{ грн.}$$

Я видно з прикладу, втрати можуть бути суттєвими.

Логістико-статистичні методи підвищення точності вимірювання ваги полягають у багаторазовому зважуванні товару з наступним знайденням середнього арифметичного від усіх зважувань [12].

Тоді розмір похибки цього середнього буде дорівнювати

$$\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{\sqrt{n}}, \quad (3)$$

де  $\varepsilon'$  – похибка середнього від зважування,  $\varepsilon$  – похибка зважування терезів,  $n$  – кількість разів зважування однієї і тієї ж ваги  $P$ .

Скористаємося попереднім прикладом для визначення необхідної кількості зважувань, щоб точність зважування стала вищою у 10 разів. Для цього перетворимо (3) наступним чином

$$n = \left( \frac{\varepsilon}{\varepsilon'} \right)^2. \quad (4)$$

Тоді, якщо ми хочемо у 10 разів збільшити точність зважування (а це означає що співвідношення  $\frac{\varepsilon}{\varepsilon'}=10$ ), то необхідно зважити цей товар 100 разів.

Очевидно, що така процедура є не прийнятною, оскільки кожне зважування – це додаткові витрати, які включають у себе амортизацію терезів, амортизацію транспортного засобу, якому прийдеться заїжджати і з'їжджати з терезів, а також витрату палива і робочого часу водіїв та операторів терезів.

Для визначення оптимальної кількості зважувань висуємо припущення, що витрати на зважування мають не

$$C_W < C_{NI}, \quad (5)$$

де  $C_W$  – витрати на одне зважування,  $C_{NI}$  – величина недоотриманого прибутку.

Очевидно, що величина недоотриманого прибутку повинна визначитися для бажаної нової точності вимірювання

$$C_{NI} = \varepsilon' C_T, \quad (6)$$

тут  $C_T$  – ціна одиниці товару,  $\varepsilon'$  – необхідна нова точність зважування.

Підставимо (5) у (6)

$$C_W < \varepsilon' C_T$$

відкіля

$$\varepsilon' > \left(\frac{C_W}{C_T}\right). \quad (7)$$

У практичних розрахунках використання нерівностей є незручним. Тому в (5) краще ввести коефіцієнт переваги ( $k_p$ ,  $0 < k_p < 0.2 - 0.3$ ), який би задовольнив логістика щодо можливого фінансового виграшу від збільшення точності вимірювань ваги. Тоді нерівність (5) можна переписати як рівняння

$$C_W = k_p C_{NI}. \quad (8)$$

Тоді нерівність (7) прийме вигляд рівняння

$$\varepsilon' = \left(\frac{C_W}{k_p C_T}\right). \quad (9)$$

Тепер додамо (9) у (4) і отримаємо

$$n = \left(\frac{\varepsilon k_p C_T}{C_W}\right)^2,$$

Або, з урахуванням (1), остаточно маємо величину необхідної кількості повторних зважувань

перевищувати розміру недоотриманого доходу, тобто

$$n = \left(\frac{[41,47LnP - 260,27]k_p C_T}{C_W}\right)^2. \quad (10)$$

Визначимо необхідну кількість повторних зважувань за даними попередніх прикладів, припустивши, що вартість одного зважування складає  $C_W = 500$  грн.

Тоді

$$n = \left(\frac{[0,1962071]35935 \{0,2\}}{500}\right)^2 = 8 \text{ разів.}$$

Очевидно, що така кількість зважувань може бути непринятною, оскільки це займе занадто багато часу.

Виграш від такої процедури складе

$$M = C_T(\varepsilon - \varepsilon') = C_T\left(\varepsilon - \left(\frac{C_W}{k_p C_T}\right)\right), \quad (11)$$

тоді для нашого прикладу виграш складе

$$M = 35935 \left(0,1962071 - \left(\frac{500}{0,2 \cdot 35935}\right)\right) = 4550,70 \text{ грн.}$$

Сформулюємо логістичне правило зважування товарів автомобільним або вагонними терезами:

1. Зважуємо товар 1 раз і визначаємо виміряну вагу  $P$ .
2. Визначаємося з величиною коефіцієнта переваги  $k_p$ .
3. За формулою (10) визначаємо, скільки іще разів потрібно повторно зважити товар, враховуючи і перше зважування.
4. За формулою (11) вираховуємо виграш.

Для зважування на воді описаний вище алгоритм неприйнятний, оскільки завантажувати і розвантажувати корабель

декілька разів є дуже витратною процедурою.

Розглянемо детальніше цю процедуру.

Вага завантаженого товару на корабель визначається за величиною заглиблення корабля після закінчення завантаження.

На рис. 3 показано борт корабля з рисками, за якими визначається це заглиблення.

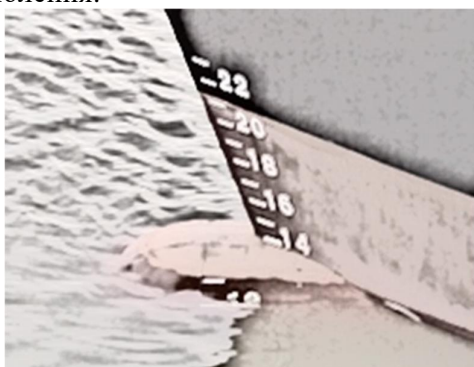


Рис. 3. Марки осадки (заглиблення) корабля на його міделі [13]

На рис. 4 наведено класичну таблицю визначення завантаження корабля в залежності від його осадки, у табл. 3 – розшифровка умовних позначень таблиці.

Ця система розроблена іще у 19 сторіччі і базується на декількох

вимірюваннях в основних портах світу, куди частіше за все заходили кораблі Великої Британії [14].

Таблиця 3

Значення букв на вантажній марці

Символ	Розшифрування	Позначення
TF	Tropical Fresh Water	Прісна вода в тропіках
F	Fresh Water	Прісна вода
T	Tropical Seawater	Морська вода в тропіках
S	Summer Seawater	Літня морська вода
W	Winter Seawater	Зимова морська вода
WNA	Winter North Atlantic	Зимова північно-атлантична вода

Джерело: [14]

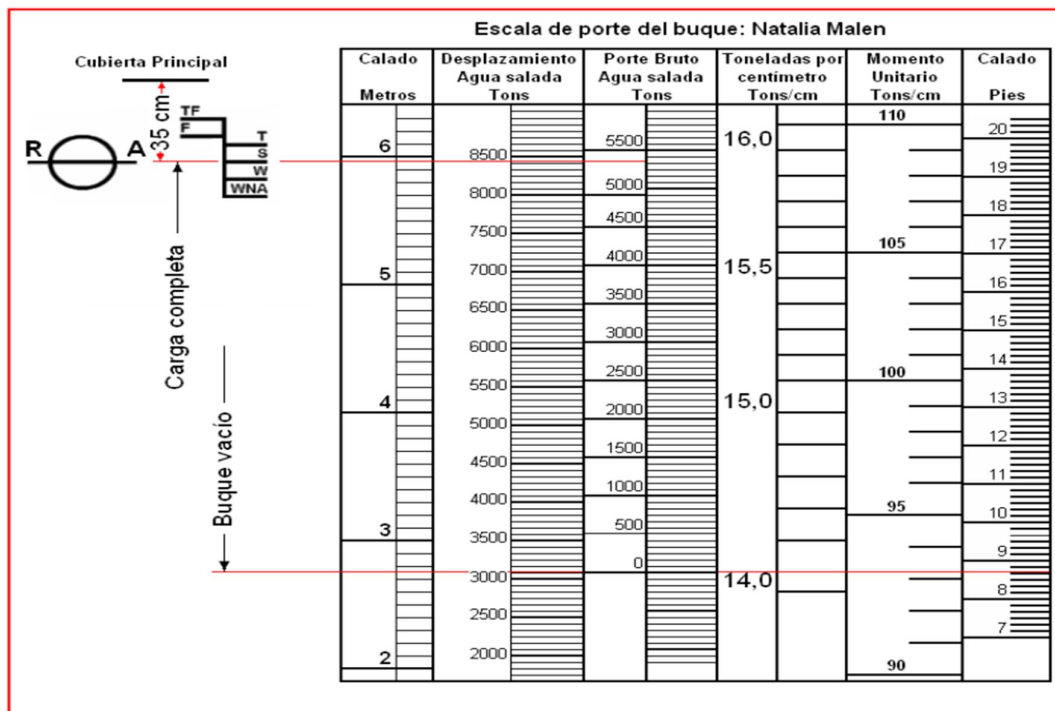


Рис. 4. Система знаків на бортах судна, що визначає допустиму осадку для різних районів та умов плавання [14]

Згідно табл. 3 та рис. 4 залежність від солоності води та її температури – лінійна. Інтервал осадки між кожним із позначень табл.3 складає 12,5 см, а згідно рис. 4 – 28,5 см осадки відповідають 500 тонам вантажу. Отже, згідно пропорції, різниця букв системи знаків відповідає 87,719 тон.

Скористаємося цими даними для розробки таблиці відповідності осадки судна та її зв'язку із солоністю та температурою води.

У табл. 4 подано результати такого зведення.

Таблиця 4

Зведені дані залежності осадки судна від температури води та її солоності

Символ	Осадка (D), см	Температура (T), С	Солоність (S), %
TF	0	26	0
F	12,5	10	0
T	24,7	26	38
S	36,9	20	34
W	49,1	0	34
WNA	61,3	-1,2	32

Джерело: побудовано за даними [15] – [19]

У табл. 4 перша позиція осадки прийнята за нуль, а наступні визначені шляхом поступового додавання 12,5 см.

Температури і солоності для символів S, W та WNA бралися для Атлантичного океану, для T – для Індійського океану.

На підставі даних з табл. 4 за допомогою функції Regression електронних таблиць Excel була розрахована залежність осадки від солоності та температури води

$$D = 27,0271230210562 - 1,12969 T + 0,82330472393996 S. \quad (12)$$

Якість апроксимації отриманої залежності визначався параметром

$R^2 = 0,949$ , що свідчить про високу точність отриманої моделі.

Лінія TF на рис. 4 відповідає водомісткості у 10 000 тон і зі збільшенням солоності та зменшенням температури водомісткість зменшується. Також, на рис. 4 вказано, що 1 см відповідає водомісткості 16 тон. Ці додаткові дані дозволяють перетворити формулу (13) в інструмент для точного визначення ваги товарів, завантажених на корабель.

Отже, маса завантаженого товару буде знайдена за величиною осадки судна під вагою цього товару як

$$M = 10\,000 - 16 \cdot (27,0271230210562 - 1,12969 T + 0,82330472393996 S) \quad (13)$$

Тепер для логістика, що вантажить корабель можна сформулювати такий порядок дій:

1. Виміряти показання осадки судна до завантаження та після завантаження.
2. Виміряти температуру води у місці завантаження.
3. Визначити солоність води, яка може сильно мінитися від перебування порту завантаження поблизу гирла рік (як для Миколаєва і Херсона).
4. Підставити ці дані у формулу (13) і отримати більш точну вагу, ніж при її розрахунку за таблицями, як на рис. 4.

**Висновки.** Розроблена у статті методика дозволяє збільшити точність визначення ваги товару як при зважуванні на автомобільних чи вагонних терезах, так і при зважуванні на воді.

Розроблений порядок дій логістика формалізує застосування цієї методики і робить її доступною для персоналу будь якої кваліфікації.

Загалом, це призведе до зменшення недоотриманого доходу.

j.0030-1299.2005.13727.x (дата звернення: 14.01.2024).

2. A. Yousuff; R. Skelton. Controller reduction by component cost analysis : веб-сайт. URL:

#### Література

1. Koen J.F. Verhoeven, Katy L. Simonsen, Lauren M. McIntyre. Implementing false discovery rate control: increasing your power: веб-сайт. URL: <https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/>

<https://ieeexplore.ieee.org/document/1103571> (дата звернення: 14.01.2024)

3. Н Sandoh & T Nakagawa. How much should we reweigh? : веб-сайт. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1057/palgrave.jors.2601509>. (дата звернення: 14.01.2024)

4. James R. Smith. Statistical aspects of measurement and calibration : веб-сайт. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835290900587?via%3Dihub> (дата звернення: 14.01.2024)

5. Ціна за 1 т піску: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigAdIBCTEWmJk5ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCAIQIRigAdIBCTEWmJk5ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8) (дата звернення: 14.01.2024)

6. Ціна за 1 т пшениця: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&sca\\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0\\_v3zJzFjBK7DMZmrBryeJqesVQA%3A1705146856534&ei=6HmiZby1H7bBxc8PkKy8kAY&udm=&ved=0ahUKEwi8ybCFp9qDaxW2YPEDHRAWd2IQ4dUDCBA&uact=5&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&gs\\_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECEYoaEYBRAhGKABSIkkUNsIWKQRcAF4AZABAjgBnQGgAZcFqgEDMi40uAEDyAEA-AEBWgIKEAAyRjWBBiwA8ICBRAhGJ8FwgIHECEYChigAeIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0_v3zJzFjBK7DMZmrBryeJqesVQA%3A1705146856534&ei=6HmiZby1H7bBxc8PkKy8kAY&udm=&ved=0ahUKEwi8ybCFp9qDaxW2YPEDHRAWd2IQ4dUDCBA&uact=5&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&gs_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECEYoaEYBRAhGKABSIkkUNsIWKQRcAF4AZABAjgBnQGgAZcFqgEDMi40uAEDyAEA-AEBWgIKEAAyRjWBBiwA8ICBRAhGJ8FwgIHECEYChigAeIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp) (дата звернення: 14.01.2024)

7. Ціна за 1 т кукурудза: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0&sca\\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn09QdgMUq4ioyX3ECv3pSPzLrlg71Q%3A1705146891167&ei=C3qiZarhCZ-6xc8Pj4yeuA0&udm=&ved=0ahUKEwjkvOVp9qDaxUfXfEDHQ-GB9cQ4dUDCBA&uact=5&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0&gs\\_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECEYoaEYBRAhGKABSIkkUNsIWKQRcAF4AZABAjgBnQGgAZcFqgEDMi40uAEDyAEA-AEBWgIKEAAyRjWBBiwA8ICBRAhGJ8FwgIHECEYChigAeIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn09QdgMUq4ioyX3ECv3pSPzLrlg71Q%3A1705146891167&ei=C3qiZarhCZ-6xc8Pj4yeuA0&udm=&ved=0ahUKEwjkvOVp9qDaxUfXfEDHQ-GB9cQ4dUDCBA&uact=5&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0&gs_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECEYoaEYBRAhGKABSIkkUNsIWKQRcAF4AZABAjgBnQGgAZcFqgEDMi40uAEDyAEA-AEBWgIKEAAyRjWBBiwA8ICBRAhGJ8FwgIHECEYChigAeIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp) (дата звернення: 14.01.2024)

8. Ціна за 1 т окатиші: веб-сайт. URL: <https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8%D>

[https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%88%D1%96&gs\\_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECEYoaEYBRAhGKABSPuiUjKkWJUUCAF4AZABAjgBqAGgAcsgqgEDMS42uAEDyAEA-AEBWgIKEAAyRjWBBiwA8ICBRAhGBXCAgUQIRifBcICBxAhGAoYoAHCAGgQABiABBiiBOIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%88%D1%96&gs_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECEYoaEYBRAhGKABSPuiUjKkWJUUCAF4AZABAjgBqAGgAcsgqgEDMS42uAEDyAEA-AEBWgIKEAAyRjWBBiwA8ICBRAhGBXCAgUQIRifBcICBxAhGAoYoAHCAGgQABiABBiiBOIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp) (дата звернення: 14.01.2024)

9. Ціна за 1 т титанова руда: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0+%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0&gs\\_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiK9Cm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgtGC0LjRgtCw0L3QvtCvY0LAg0YDRg9C00LayCRAhGAoYoAEYcJJECEYChigARgKSLImUJAGWPQZcAF4AJABAjgBlgGgAbMLqgEEMS4xMrgBA8gBAPgBACICBRAhGKABWgIEECEYFcICBxAjGLACGcFCAgCQABiABBgNwGIEEAAYBRgeGA3CAggQABgIGB4YdCICBxAhGAoYoAHCAgQQIRgK4gMEGAEGYgGAQ&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0+%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn09NZTHNKaDw3_54KT7ijoGaabHPKQ%3A1705146974251&ei=XnqiZzB1DvCDxc8PkPOK-A8&udm=&ved=0ahUKEwiWnMK9p9qDaxXwQfEDHZC5Av8Q4dUDCBA&uact=5&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0+%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0&gs_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiK9Cm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgtGC0LjRgtCw0L3QvtCvY0LAg0YDRg9C00LayCRAhGAoYoAEYcJJECEYChigARgKSLImUJAGWPQZcAF4AJABAjgBlgGgAbMLqgEEMS4xMrgBA8gBAPgBACICBRAhGKABWgIEECEYFcICBxAjGLACGcFCAgCQABiABBgNwGIEEAAYBRgeGA3CAggQABgIGB4YdCICBxAhGAoYoAHCAgQQIRgK4gMEGAEGYgGAQ&scient=gws-wiz-serp) (дата звернення: 14.01.2024)

10. Ціна за 1 т прокат чорних металів: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82+%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%96%D0%B2&sca\\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0-Zc8LBCYkHprJSAWJnOwhByff7Zw%3A1705147197422&ei=PXuiZfagGfrhxc8Pmt29sAY&udm=&ved=0ahUKEwi2r\\_enqNqDaxX6cPEDHZpuD2YQ4dUDCBA&uact=5&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82+%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%96%D0%B2&gs\\_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiOtCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDQv9GA0L7QutCw0YIg0YfQvtGA0L3QuNGFINC80LXRgtCw0LvRltGW0LlyBxAhGAoYoAEYBxAhGAoYoAEYBxAhGAoYoAFI5DBQ4wVYxCRwAXgAkAEAmAGDAaABnguqAQm4Lja4AQP IAQD4AQHCAGUQIRigAcICBRAhGJ8F4gMEGAEGYgGAQ&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%B7%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82+%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%96%D0%B2&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0-Zc8LBCYkHprJSAWJnOwhByff7Zw%3A1705147197422&ei=PXuiZfagGfrhxc8Pmt29sAY&udm=&ved=0ahUKEwi2r_enqNqDaxX6cPEDHZpuD2YQ4dUDCBA&uact=5&og=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82+%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%96%D0%B2&gs_lp=Egxnnd3Mtd2l6LXNlcnAiOtCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDQv9GA0L7QutCw0YIg0YfQvtGA0L3QuNGFINC80LXRgtCw0LvRltGW0LlyBxAhGAoYoAEYBxAhGAoYoAEYBxAhGAoYoAFI5DBQ4wVYxCRwAXgAkAEAmAGDAaABnguqAQm4Lja4AQP IAQD4AQHCAGUQIRigAcICBRAhGJ8F4gMEGAEGYgGAQ&scient=gws-wiz-serp) (дата звернення: 14.01.2024)



11. ZEMIC : веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/brands/Zemic> (дата звернення: 14.01.2024)

12. Пістунів І.М., Турчанінова І.Ю. Теорія ймовірності та математична статистика для економістів. З елементами електронних таблиць. Дніпро: НТУ «ДП», 2023. 174 с.

13. Плавучість: веб-сайт. URL: <https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%83%D1%87%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C> (дата звернення: 14.01.2024)

14. Ватерлінія: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%8F> (дата звернення: 14.01.2024)

15. Температура прісної води в тропіках: веб-сайт. URL: [https://www.google.com/search?q=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&sca\\_esv=598322300&sxsrf=ACQVn0\\_u8t6dMCIneesbpIsh7AKbOsv85w%3A1705220785417&ei=sZqjZdeFGd\\_Axc8P5ZOeyAg&udm=&ved=0ahUKEwiXoraSutyDaxVfYPEDHeUJAyKQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&gs\\_l=EGxnd3Mtd2l6LXNlcnAiQtGC0LXQvNC\\_0LXRgNCw0YLRg9GA0LAG0L\\_RgNGW0YHQvdC-0Zcg0LLQvtC00Lg0LlG0YLRgNC-0L\\_RltC60LDRhTIFECEY0AFItGpQ6g1YpF5wAngAkAEAmAF8oAHQGqoBBTI0LjEyuAEDyAEA-AEBqAIUwgIHECMY6gIYJ8ICEBAAGAMYjwEY6gIYtALYAQHCAgQQIXgnwgIKEAAYgAQYigUYQ81CChAuGIAEGIoFGEPcAgUQABiABMICCxAAGIAEGLEDGIMBwgITEAAYgAQYigUYQxixAxiDARjJA8ICcxAAAGIAEGIoFGJIDwgIOEC4YgAQYsDMYgWeyYIALCaggQABiABBiS8ICCBAAAGIAEGLEDwgINEAAYgAQYigUYQxixA8ICCBAAAGIAEGMsBwgIFECEYnwXCAgQQIRgVwgIHECEYChigAeIDBBgAIEG6BgYIARABGAo&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&sca_esv=598322300&sxsrf=ACQVn0_u8t6dMCIneesbpIsh7AKbOsv85w%3A1705220785417&ei=sZqjZdeFGd_Axc8P5ZOeyAg&udm=&ved=0ahUKEwiXoraSutyDaxVfYPEDHeUJAyKQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&gs_l=EGxnd3Mtd2l6LXNlcnAiQtGC0LXQvNC_0LXRgNCw0YLRg9GA0LAG0L_RgNGW0YHQvdC-0Zcg0LLQvtC00Lg0LlG0YLRgNC-0L_RltC60LDRhTIFECEY0AFItGpQ6g1YpF5wAngAkAEAmAF8oAHQGqoBBTI0LjEyuAEDyAEA-AEBqAIUwgIHECMY6gIYJ8ICEBAAGAMYjwEY6gIYtALYAQHCAgQQIXgnwgIKEAAYgAQYigUYQ81CChAuGIAEGIoFGEPcAgUQABiABMICCxAAGIAEGLEDGIMBwgITEAAYgAQYigUYQxixAxiDARjJA8ICcxAAAGIAEGIoFGJIDwgIOEC4YgAQYsDMYgWeyYIALCaggQABiABBiS8ICCBAAAGIAEGLEDwgINEAAYgAQYigUYQxixA8ICCBAAAGIAEGMsBwgIFECEYnwXCAgQQIRgVwgIHECEYChigAeIDBBgAIEG6BgYIARABGAo&scient=gws-wiz-serp) (дата звернення: 14.01.2024)

16. Властивості вод Світового океану: веб-сайт. URL: <https://geomap.com.ua/uk-g6/774.html> (дата звернення: 14.01.2024)

17. Морська вода : веб-сайт. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0) (дата звернення: 14.01.2024)

18. Яке море має найвищу солоність води? : веб-сайт. URL: <https://dovidka.biz.ua/yake-more-maye-nayvishhu-solonist-vodi/> (дата звернення: 14.01.2024)

19. Солоність : веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0>

%BB%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C (дата звернення: 14.01.2024)

## References

1. Koen J.F. (2005) Verhoeven, Katy L. Simonsen, Lauren M. McIntyre. Implementing false discovery rate control: increasing your power : website. URL:

<https://nsojournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0030-1299.2005.13727.x> (date of application: 14.01.2024)

2. A. Yousuff; R. (1984) Skelton. Controller reduction by component cost analysis : website. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1103571> (date of application: 14.01.2024)

3. H Sandoh (2005) T Nakagawa. How much should we reweigh? : website. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1057/palgrave.jors.2601509> (date of application: 14.01.2024)

4. James R. Smith. (1990) Statistical aspects of measurement and calibration : website. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/036083529090058T?via%3Dihub> (date of application: 14.01.2024)

5. Price for 1 ton of sand: website. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCALQIRigAdIBCTEwMjk5ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%96%D1%81%D0%BA%D1%83&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIHCAEQIRigATIHCALQIRigAdIBCTEwMjk5ajBqN6gCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8) (date of application: 14.01.2024)

6. The price for 1 ton of wheat: website. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&sca\\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0\\_v3zJzjfbK7DMZmrBryeJqesVQA%3A1705146856534&ei=6HmiZby1H7bBxc8PkKy8kAY&udm=&ved=0ahUKEwi8ybCFp9qDaxW2YPEDHRAWD2IQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&gs\\_l=EGxnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECY0AEyBRAhGKABSikkUNsIWkQRcAF4AZABAJgBnQGgAZcFqgEDMi40uAEDyAEA-AEBwgIKEAAYRxiWBBiwA8ICBRAhGJ8FwgIHECEYChigAeIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0_v3zJzjfbK7DMZmrBryeJqesVQA%3A1705146856534&ei=6HmiZby1H7bBxc8PkKy8kAY&udm=&ved=0ahUKEwi8ybCFp9qDaxW2YPEDHRAWD2IQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BF%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F&gs_l=EGxnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQv9GI0LXQvdC40YbRjzIFECY0AEyBRAhGKABSikkUNsIWkQRcAF4AZABAJgBnQGgAZcFqgEDMi40uAEDyAEA-AEBwgIKEAAYRxiWBBiwA8ICBRAhGJ8FwgIHECEYChigAeIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp) (date of application: 14.01.2024)

7. Price for 1 ton of corn: website. URL: [https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0&sca\\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn09QdgMUq4ioyX3ECv3pSPzLrlg71Q%3A1705146891167&ei=C3qiZarhCZ-6xc8Pj4yEU0&udm=&ved=0ahUKEwjkvOVp9qDaxUfXfEDHQ-GB9cQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn09QdgMUq4ioyX3ECv3pSPzLrlg71Q%3A1705146891167&ei=C3qiZarhCZ-6xc8Pj4yEU0&udm=&ved=0ahUKEwjkvOVp9qDaxUfXfEDHQ-GB9cQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BA%D1%83%D0%BA%D1%83%D1%80%D1)

%83%D0%B4%D0%B7%D0%B0&gs\_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiJdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQutGD0LrRg9GA0YQPqNC30LayBRAH GKABMgUQIRigAUiPJ1DbBlidGXABeAGQAQCYAYcBoAhbB6oBAzQuNbgBA8gBAPgBAcICChAAGEcY1gQYsAPCAgYQABgWGB7CagQQIRgVwgfIFECEYnwXCAgcQIRgK GKAB4gMEGAAGYgGAZAGCA&scient=gws-wiz-serp (date of application: 14.01.2024)

8. Price for 1 ton of pellets : website. URL:[https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%88%D1%96&sca\\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0-](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%88%D1%96&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0-)

cp2rxvdxpmuomlXRVPMI3cIjrlA%3A1705146932048&ei=NHqiZaDCAtSpxc8Pp9yIwA4&udm=&ved=0ahUKEwigrLKpp9qDaxXUVPEDHScuAugQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82+%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%88%D1%96&gs\_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiIdCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgiDQvtC60LDRgtC40YjRljiFECEYoaEYBRAhgKABSPuiUJKWJUUCaF4AZABAjgBqAGgAcSgGqgEDMS42uAEDyAEA-AEBwgIKEAAYRxiWBBiwA8ICBBAhGBXCAGUQIRifBcICBxAhGAoYoAHCAGgQABiABBiiBOIDBBgAIEGIBgGQBgg&scient=gws-wiz-serp (date of application: 14.01.2024)

9. The price for 1 ton of titanium ore : website. URL:[10. The price for 1 ton of ferrous metals : website. URL:\[https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82+%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%96%D0%B2&sca\\\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0-Zc8LBCYkHprJSAWJnOwhByff7Zw%3A1705147197422&ei=PXuiZfagGfrhxc8Pmt29sAY&udm=&ved=0ahUKEwi2r\\\_enqNqDaxX6cPEDHZpuD2YQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%BF%D1%80%D0%BE\]\(https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%82+%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%96%D0%B2&sca\_esv=598129589&sxsrf=ACQVn0-Zc8LBCYkHprJSAWJnOwhByff7Zw%3A1705147197422&ei=PXuiZfagGfrhxc8Pmt29sAY&udm=&ved=0ahUKEwi2r\_enqNqDaxX6cPEDHZpuD2YQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D0%BF%D1%80%D0%BE\)](https://www.google.com/search?q=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0+%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0&sca_esv=598129589&sxsrf=ACQVn09NZTHNKaDw3_54KT7ijoGaabHPkQ%3A1705146974251&ei=XnqizZb1DvCDxc8PkPOK-A8&udm=&ved=0ahUKEwiWnMK9p9qDaxXwQfEDHZC5Av8Q4dUDCBA&uact=5&oq=%D0%A6%D1%96%D0%BD%D0%B0+%D0%B7%D0%B0+1+%D1%82%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0+%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiK9Cm0ZbQvdCwINC30LAgMSDRgtGC0LjRgtCw0L3QvtCy0LAg0YDRg9C00LayCRAhGAoYoAEYCIJECEYChigARgKSLImUJAGWPQZcAF4AJABAjgBlgGgAbMLqgEEMS4xMrgBA8gBAPgBAcICBRahGKABwgIEECEYFcICBxAjGLACGfcAgcQABiABBgNwgIIEAAYBRgeGA3CAggQABgIGB4YDcICBxAhGAoYoAHCAGQQIRgK4gMEGAEGYgGAQ&scient=gws-wiz-serp (date of application: 14.01.2024)</a></p></div><div data-bbox=)

%D0%BA%D0%B0%D1%82+%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B8%D1%85+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D1%96%D0%B2&gs\_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiOtCm0ZbQvdCwINC30LAgMSDQv9GA0L7QutCw0YIg0YfQvtGA0L3QuNGFINC80LXRgtCw0LvRltGW0LIyBxAhGAoYoAEyBxAhGAoYoAEyBxAhGAoYoAFI5DBQ4wVYxCRwAXgAkAEAmAGDAaABnuguAQM4Lja4AQP IAQD4AQHCAGUQIRigAcICBRahGJ8F4gMEGAEGYgGAQ&scient=gws-wiz-serp (date of application: 14.01.2024)

11. ZEMIC : website. URL:<https://prom.ua/ua/brands/Zemic> (date of application: 14.01.2024)

12. Pistunov I.M. (2023), Turchaninova I.Yu. Probability theory and mathematical statistics for economists. With elements of electronic tables. Dnipro: NTU "DP", 2023. 174 p.

13. Buoyancy : website. URL: <https://wiki.tntu.edu.ua/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D1%83%D1%87%D1%8C> (date of application: 14.01.2024)

14. Waterline : website. URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%96%D1%8F> (date of application: 14.01.2024)

15. the temperature of fresh water in the tropics : website. URL: [https://www.google.com/search?q=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&sca\\_esv=598322300&sxsrf=ACQVn0\\_u8t6dMCIneesbplSh7AKbOsv85w%3A1705220785417&ei=sZqjZdeFGd\\_Axc8P5ZOeyAg&udm=&ved=0ahUKEwiXora5utyDaxVfYPEDHeUJAyKQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&gs\\_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiQtGC0LXQvNC\\_0LXRgNCw0YLRg9GA0LAG0L\\_RgNGW0YHQvdC-0Zcg0LLQvtC00Lgg0LLg0YLRgNC-](https://www.google.com/search?q=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&sca_esv=598322300&sxsrf=ACQVn0_u8t6dMCIneesbplSh7AKbOsv85w%3A1705220785417&ei=sZqjZdeFGd_Axc8P5ZOeyAg&udm=&ved=0ahUKEwiXora5utyDaxVfYPEDHeUJAyKQ4dUDCBA&uact=5&oq=%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0+%D0%BF%D1%80%D1%96%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%97+%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8+%D0%B2+%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%96%D0%BA%D0%B0%D1%85&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiQtGC0LXQvNC_0LXRgNCw0YLRg9GA0LAG0L_RgNGW0YHQvdC-0Zcg0LLQvtC00Lgg0LLg0YLRgNC-) (date of application: 14.01.2024)

0L\_RltC60LDRhTIFECEYoaAFItGpQ6g1YpF5wAngAkAEAmAF8oAHQGqoBBTI0LjEyuAEDyAEA-AEBqAIUwgIHECMY6gIYJ8ICEBAAGAMYjwEY6gIYtALYAQHCAGQQIXgnwgIKEAAYgAQYigUYQ81CChAuGIAEGIoFGEPcAgUQABiABMICCxAAGIAEGLEDGIMBwgITEAAYgAQYigUYQxixAxiDARjJA8ICCxAAGIAEGIoFGJIDwgioEC4YgAQYsQMYgwEYIALCAGgQABiABBiSA8ICCBAAGIAEGLEDwgINEAAYgAQYigUYQxixA8ICCBAAGIAEGMsBwgIFECEYnwXCAgQQIRgVwgfIHECEYChigAeIDBBgAIEG6BgYIARABGAo&scient=gws-wiz-serp (date of application: 14.01.2024)

16. Properties of the waters of the World Ocean : website. URL: <https://geomap.com.ua/uk-g6/774.html> (date of application: 14.01.2024)

17. Seawater : website. URL:[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B0) (date of application: 14.01.2024)

18. Which sea has the highest water salinity?: website. URL:<https://dovidka.biz.ua/yake-more-maye->

nayvishhu-solonist-vodi/ (date of application: 14.01.2024)

19. Salinity : website. URL:<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C> (date of application: 14.01.2024)

## LOGISTICS OF WEIGHING

*I. M. Pistunov, D.E., Professor, Dnipro University of Technology*

**Methods.** The results are obtained with the following methods: the method of abstractions in determining the essence of the category of “social justice”; general to specific method in establishing the unity of the existing concepts of social justice; standard methods of sociological research in determining the value system of the Ukrainians towards social justice.

**Results.** The analysis of foreign sources showed that the logistics of weighing goods refers to the process of organizing and managing heavy goods during their transportation, storage and processing. This is especially important in manufacturing, logistics and retail supply chains, where weighing accuracy can have a huge impact on service quality and cost.

The possible value of financial losses during the sale of such goods as sand, wheat, fodder corn, food corn, iron ore pellets, titanium ore, rolled ferrous metals was determined. These losses can range from hundreds to tens of thousands of hryvnias.

The list of available offers of electronic scales for weighing on land is defined. Having analyzed the magnitude of the error when weighing with automobile and wagon scales, it was found that this error can be described by a logarithmic equation, which proves that with increasing mass, the relative error of weighing decreases. The formula of the equation was found by an analytical economic-mathematical method using Microsoft Excel spreadsheets. Using the properties of the dispersion of weighing, a logistic and organizational method of increasing the accuracy of weighing has been developed, which consists in several repeated weighing and determining the resulting weight, the arithmetic mean of all attempts. A formula was developed to determine the optimal number of repeated weighing to increase accuracy, considering the cost of one weighing and losses during a single weighing.

The method of weighing on the water was analyzed and it was determined that the method of determining the weight loaded onto the ship by measuring its draft has a large error, which is tens of tons and is directly proportional to the carrying capacity of the vehicle. The accuracy of weighing is also affected by the salinity of the water in which the ship's draft is measured. It is shown that the existing tables for determining the loading of a ship based on its draft in seawater are designed for sea salinity of 16%, while for the Black Sea, the salinity is 18%, which significantly affects the exporter's losses - customers do not pay them about 2% of the cost of the goods. An analytical relationship has been developed to determine the weight of goods loaded onto a vessel by its draft depending on the salinity of the water in which this vehicle is located.

**Novelty.** In the process of analyzing exporters' losses during product weighing, logistical and organizational measures have been developed that are guaranteed to reduce losses.

**Practical value.** Techniques are proposed that will reduce the exporter's losses when weighing goods both on land and at sea, which will allow adjusting the size of the weighing error with available devices.

**Keywords:** loss of exporters, accuracy of weighing, car and wagon scales, property of dispersion of weighing, influence of water salinity on ship's draft.