

УДК 681.621

DOI: 10.31471/1993-9981-2021-1(46)-111-116

ОЦІНОЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ОСУШУВАННЯ ЖОМУ

Г.В. Григорчук¹, Л.І. Григорчук¹, В. А. Ровінський²

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: grygorchukl@gmail.com

²Прикарпатський національний університет імені Василя Сефаника, 46000, м. Івано-Франківськ, вул. Шевченка, 57, e-mail: vrovn@gmail.com

У процесі виробництва цукру значна увага приділяється автоматизації виробництва, яка здійснює контроль відповідних технологічних параметрів осушування жому - це дорогий і енергоємний процес. Використання виключно сушильних лабораторних шаф для контролю вологості сухого жому вимагає великих витрат часу і може привести до відхилення вологості продукту. Установка датчиків вологості як елементів системи автоматизації на об'єктах за наявності різних температурних режимів на вході і виході сушиarki - це простий і надійний спосіб економії коштів, тому що дозволяє вимірювати вологість сухого жому в потоці онлайн, температуру осушування та розхід газу. При цьому можна регулювати температуру, час осушування, швидкість переміщення товару через сушлку і гарантувати на виході необхідний рівень вологості продукту для гранулювання і зберігання. Розглядається випадок залежності виробництва жому від подачі газу. За вхідні дані береться розхід газу на протязі деякого фіксованого часу t , протягом якого вироблено заданий об'єм продукції. Будується графік частоти розподілу кожної випадкової величини, погруппувавши на інтервали. Знаходяться точкові оцінки даної вибірки: математичне сподівання, середнє квадратичне відхилення кожної випадкової величини для визначення оптимального використання ресурсів. Для дослідження залежності випадкових величин визначаються параметри нормального закону розподілу для даних значень. Для ефективного використання процесу осушування жому розглядається залежність від кількості подачі газу до кількості виробленої продукції. За заданим нормальним законом розподілу технологічних параметрів осушки та виробництва жому при відповідних даних затратах газу можна висунути гіпотезу про інтервальну оцінку розподілу між виробництвом і споживанням газу. При стабільній подачі газу 0.108 виробництво жому буде оптимальним. Визначено напрямки подальших досліджень процесу виробництва цукру з метою розробки актуальних математичних моделей та систем його автоматизації.

Ключові слова: осушування жому, обробка даних температурних режимів, математичне сподівання, середнє квадратичне відхилення, гістограма частоти розподілу.

В процессе производства сахара значительное внимание уделяется автоматизации производства, которая осуществляет контроль соответствующих технологических параметров Сушка жома - это дорогой и энергоемкий процесс. Использование исключительно сушильных лабораторных шкафов для контроля влажности сухого жома требует больших затрат времени и может привести к отклонению влажности продукта. Установка датчиков влажности как элементов системы автоматизации на объектах при наличии различных температурных режимов на входе и выходе сушилки - это простой и надежный способ экономии средств, так как позволяет измерять влажность сухого жома в потоке онлайн, температуру сушки и расход газа. При этом можно регулировать температуру, время сушки, скорость перемещения товара через сушлку и гарантировать на выходе необходимый уровень влажности продукта для гранулирования и хранения. Рассматривается случай зависимости производства жома от подачи газа. За входящие данные берется расход газа на протяжении некоторого фиксированного времени t , в течение которого произведено заданный объем продукции. Построим график частоты распределения каждой случайной величины, погруппируем на интервалы. Находятся точечные оценки данной выборки: математическое ожидание, среднеквадратическое отклонение каждой случайной величины для определения оптимального использования ресурсов. Для исследования зависимости случайных величин определяются параметры нормального закона распределения для данных значений. Для эффективного использования процесса сушки жома рассматривается зависимости от количества подачи газа в количестве произведенной продукции. По заданным нормальным законом распределения технологических параметров сушки и производства жома при соответствующих данных затратах газа можно выдвинуть гипотезу о интервальной оценке распределения между производством и потреблением газа. При стабильной подаче

газа 0.108 производство жомы будет оптимальным. Определены направления дальнейших исследований процесса производства сахара с целью разработки актуальных математических моделей и систем его автоматизации

Ключевые слова: сушки жомы, обработка данных температурных режимов, математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение, гистограмма частоты распределения.

In the process of sugar production, much attention is paid to production automation, which controls the relevant technological parameters. Drying of pulp is an expensive and energy-intensive process. The use of only drying laboratory cabinets to control the moisture content of dry pulp is time consuming and can lead to deviations in the moisture content of the product. Installing humidity sensors as elements of the automation system at facilities with different temperature regimes at the inlet and outlet of the dryer is a simple and reliable way to save money, as it allows you to measure the humidity of dry pulp in the online stream, drying temperature and gas consumption. You can adjust the temperature, drying time, speed of movement of the product through the dryer and guarantee the required level of humidity of the product for granulation and storage. The case of dependence of pulp production on gas supply is considered. The input data is the gas flow rate over a fixed time t during which the specified output is produced. Build a graph of the frequency of distribution of each random variable, grouped into intervals. There are point estimates of this sample: mathematical expectation, standard deviation of each random variable to determine the optimal use of resources. To study the dependence of random variables, the parameters of the normal distribution law for these values are determined. To effectively use the pulp drying process, the dependence on the amount of gas supply to the number of products is considered. According to the given normal law of distribution of technological parameters of drying and production of pulp at the corresponding given expenses of gas it is possible to put forward a hypothesis about an interval estimation of distribution between production and consumption of gas. With a stable gas supply of 0.108, the production of pulp will be optimal. The directions of further research of the sugar production process in order to develop current mathematical models and systems for its automation are determined.

Keywords: pulp drying, processing of temperature data, mathematical expectation, standard deviation, histogram of distribution frequency.

Жом із буряка - побічний продукт виробництва цукру з буряка. Являє собою обезцукрену бурякову стружку сірого кольору. Свіжий буряковий жом має вологість 92 ... 95%. Суху речовину жому складається з пектинових речовин (близько 50%), целюлози (близько 45%), білків (близько 2%), сахарози (0,6%) і мінеральних речовин (до 1%). Таким чином, жом є цінним кормом для сільськогосподарських тварин (за поживністю він займає середнє положення між вівсом і сіном). Однак, виробництво цукру з буряка здійснюється лише кілька місяців на рік, вихід жому при цьому становить 80-82% від маси переробленої цукрового буряка[4].

Таким чином, за порівняно короткий період часу утворюються десятки і навіть тисячі тонн бурякового жому, використання яких на корм худобі в свіжому вигляді неможливо. Отже, це величезна кількість потенційного корму потрібно або переробити (консервувати), або утилізувати. Консервувати жом можна двома основними способами: сушінням і силосування (молочнокислим бродінням). Зберігання та застосування кислого жому має цілий ряд недоліків і обмежень, тому

найбільш раціональним є переробка жому шляхом сушки і подальшого гранулювання. Оскільки осушування жому від початкової вологості 92 ... 95% шляхом випаровування води є економічно безглуздою, то єдина раціональна технологія його сушіння наступна: початкове відділення вологи спеціальними жомоотжимними пресами, потім - сушка випаровуванням. Зберігання та застосування кислого жому має цілий ряд недоліків і обмежень, і тому найбільш раціональним є переробка жому шляхом сушки і подальшого гранулювання. При переробці цукрових буряків виходить близько 80% відходів, в основному, у вигляді бурякового жому. Подальше зберігання сирого жому пов'язано з багатьма недоліками і проблемами. Це малий попит, невеликий час зберігання, втрата поживних речовин (до 60%), екологічні проблеми при переповненні сховищ кислим жомом. І найкраще рішення цих проблем - вдосконалення сушки бурякового жому, так як це надійніший спосіб зберігання жому [1].

В процесі виробництва гранульованого жому (сушіння), важливим аспектом є вимір вологості. Для того щоб сухий жом

гранулювався, він повинен бути з належним рівнем вологості на виході з сушарки. Занадто висока вологість може в подальшому привести до псування продукту під час його зберігання, а в пересушеному жомі, гранули стають дуже крихкими і непридатними для використання. Осушування жому - це дорогий і енергоємний процес. Використовувати виключно сушильні лабораторні шафи для контролю вологості сухого жому вимагає великих витрат часу і може привести до відхилення вологості продукту. Установка датчика вологості на виході сушарки - це простий і надійний спосіб економії коштів, тому що дозволяє вимірювати вологість сухого жому в потоці онлайн в процесі обробки температурних режимів. При

цьому можна регулювати температуру, час осушування, швидкість переміщення товару через сушарку і гарантувати на виході необхідний рівень вологості продукту для його гранулювання і зберігання [6]. При цьому:

- підвищується ефективність використання сушарок
- знижуються відходи
- гарантується якість продукту на виході.

Основна частина. Процес сушки жому та виробництва гранул схематично відображено на рисунку 1. На цьому рисунку показано не тільки процес виробництва, але вхідні та вихідні дані температурних режимів, подачу сировини, вологість вихідної продукції.

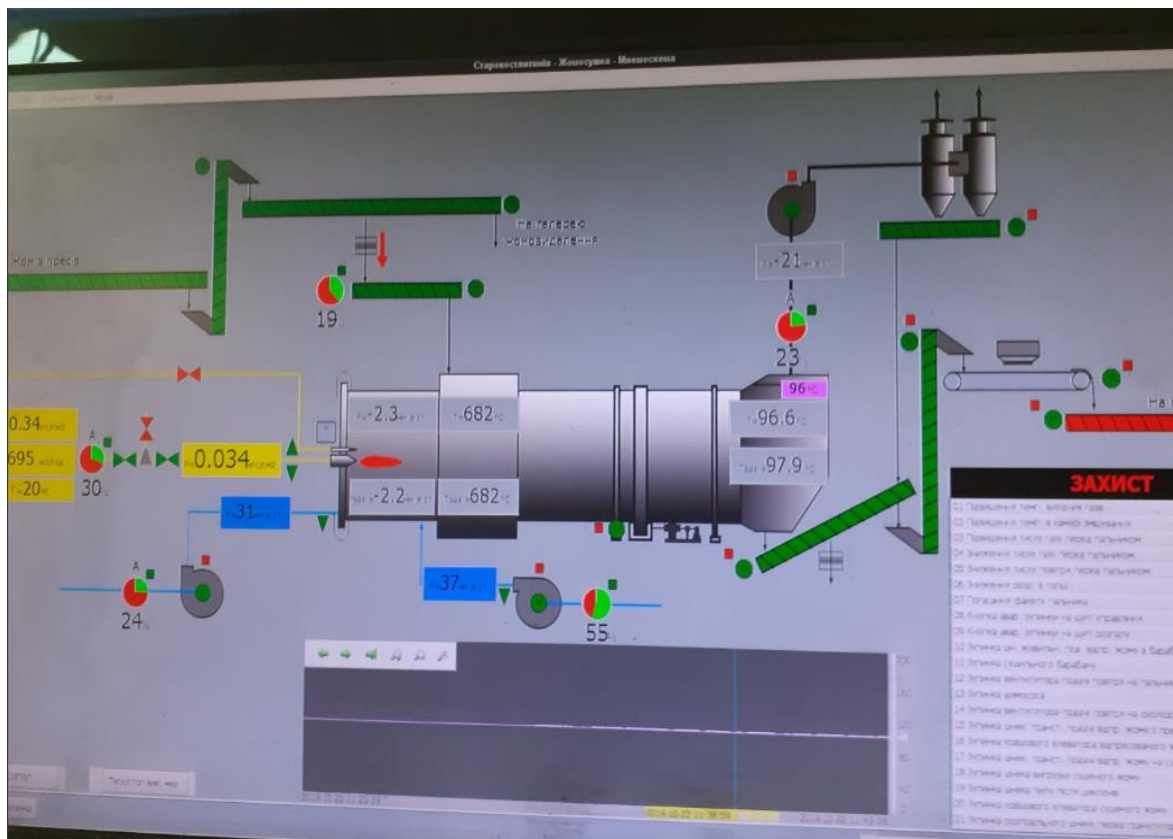


Рисунок 1 – Процес сушки жому

На екрані робочого комп'ютера (рисунки 1, 2), відображено схему подачі газу і температурні режими виробничого процесу сушки жому згідно якої визначаються початкові і кінцеві температурні режими, вологість

сировини та розхід газу, за якими постійно ведеться нагляд.

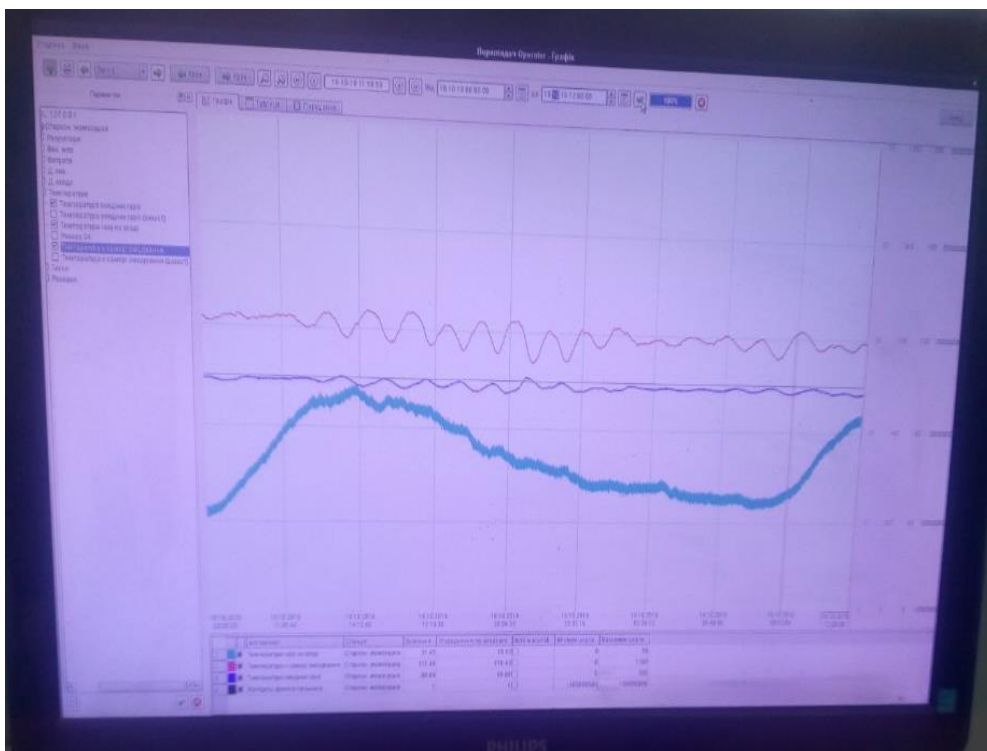


Рисунок 2 – Відображення процесу осушування жому на моніторі

Розглядається випадок залежності виробництва жому від подачі газу. За вхідні дані береться розхід газу на протязі деякого фіксованого часу t , протягом якого вироблено заданий об'єм продукції. Будується графік частоти розподілу кожної випадкової величини, погрупуювавши на інтервали. Знаходяться точкові оцінки даної вибірки: математичне сподівання, середнє квадратичне відхилення кожної випадкової величини для визначення оптимального використання ресурсів. Для дослідження залежності випадкових величин визначаються параметри нормального закону розподілу для даних значень вибірки [5].

Тестування розпочинається з перегляду вибірки даних подачі газу, температурних режимів, просортувавши її по інтервалах. Для відображення вибірки необхідно для початку обрати одну з двох наявних в програмі, після чого обраховуються основні числові характеристики даної вибірки які з'являються в відповідних полях. Аналогічно визначаються точкові оцінки для вибірки по виробництву і осушуванню жому.

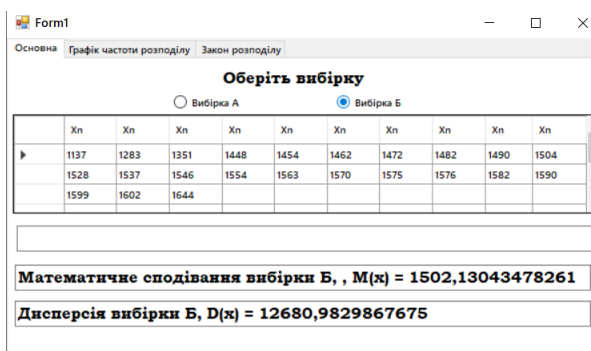


Рисунок 3 – Обчислені точкові оцінки подачі газу.

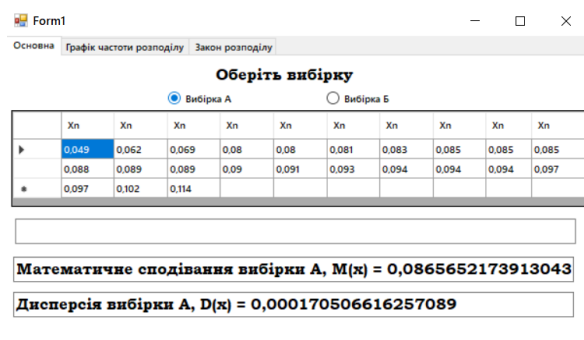


Рисунок 4 – Обчислені точкові оцінки по виробництву жому

В наступній вкладці відображається результат побудови гістограми частоти розподілу для попередньо обраної вибірки по використанню газу.

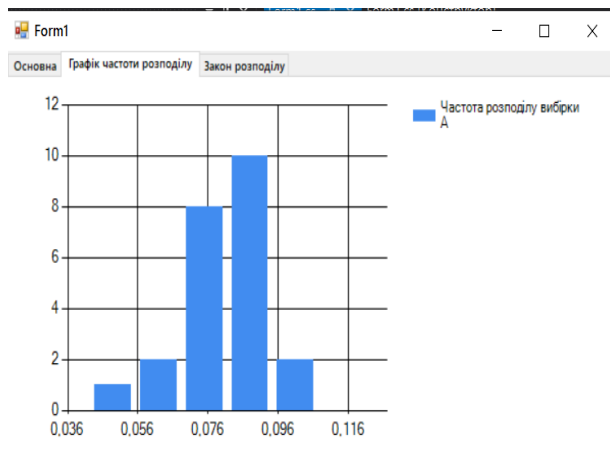


Рисунок 5 – Гістограма частоти розподілу вибірки подачі газу

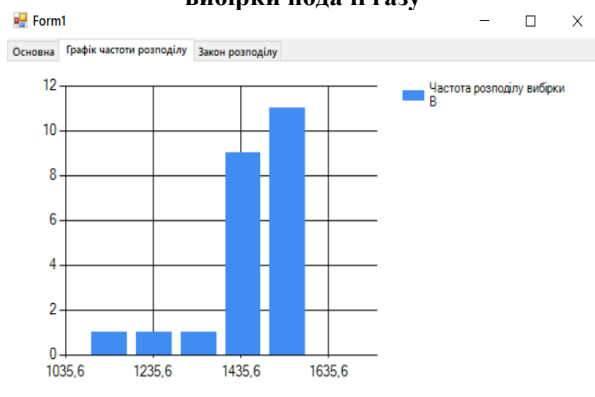


Рисунок 6 – Гістограма частоти розподілу гранулювання жому

Дані, отримані для побудови гістограми дають можливість побудувати графік одновимірного нормального закону розподілу випадкової величини виробництва продукції в залежності від кількості поданого газу. Згідно даної гістограми оптимальне осушування і гранулювання жому відбувається при математичному сподіванні $M(X) = 1502.13$ з середнім квадратичним відхиленням $\sigma = 112.6$, а розхід газу в такому випадку з математичним сподіванням $M(X) = 0.0865$ і середньо-квадратичним відхиленням $\sigma = 0.013$.

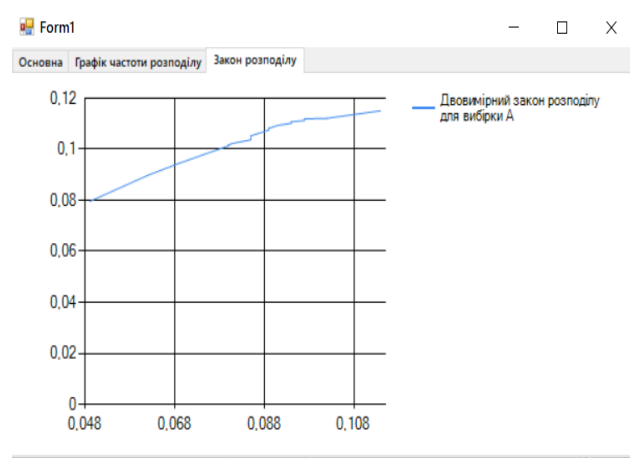


Рисунок 7 – Закон розподілу для випадкової величини, яка характеризує об'єм подачі газу

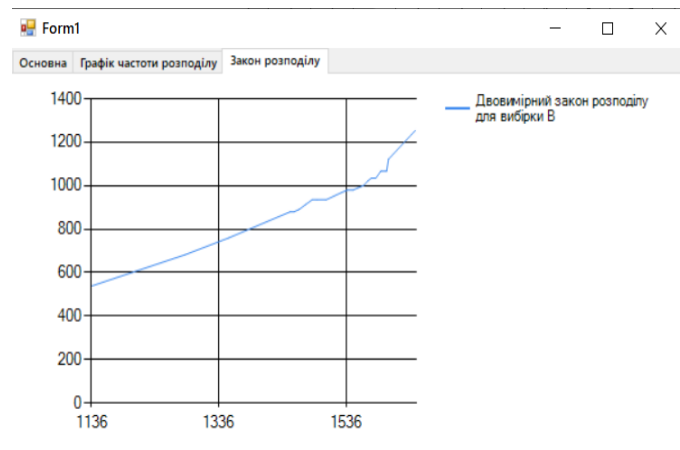


Рисунок 8 – Закон розподілу випадкової величини для вибірки характеристик процесу гранулювання жому

За заданим нормальним законом розподілу сушки та виробництва жому визначаються інтервальні оцінки розподілу використання газу, температурні режими процесу сушіння гранул жому. Отже при неперервних і сталих подачі газу в і тиску - 0.108 -виробництво жому буде оптимальним.

Висновки У роботі зробили оцінку параметрів розподілу виробничих характеристик процесу виробництва цукру як випадкових величин. За заданим нормальним законом розподілу технологічних параметрів сушки та виробництва жому, при відповідних даних затратах газу, можна висунути гіпотезу про інтервальну оцінку розподілу між виробництвом і споживанням газу. При сталій подачі газу 0.108 виробництво жому буде оптимальним. В подальших дослідженнях необхідно застосовувати порівняльні характеристики інтервалів розподілу використання затраченого палива і оптимального виробництва гранульованого жому. Робота має підготовчий характер для створення системи автоматизації процесу виробництва цукру.

Література

1. А. А. Шевцов. Кінетика сушіння бурякового жому перегрітою парою в імпульсному віброкиплячому шарі. / А. А. Шевцов, А. В. Дранніков, С. А. Баришніков, Ю.В.Фурсов ./- М.: Цукор, 2007, №4, с.28-29].
2. Григорчук Г. В. Моделювання деформування об'єктів, що працюють в умовах температурних впливів /Григорчук Г.В., Григорчук Л. І., Олійник А. П., Рис В. В. / Прикарпатський вісник наукового товариства ім. Шевченка. Число. 2019. №1(53). С. 38–44
3. Petryk M. Numerical and Analytical Modeling of Solid-Liquid Expression from Soft Plant Materials. / Petryk M., Vorobiev E. / AIChE Journal. Wiley. Volume 59, Issue 12, 4762–4771 (2013) (Quartile 1, if 2.95, 15)
4. Штангеев К.О. Сушка цукру та жому в буряко-цукровій галузі /Штангеев К.О./ Київ 2015 © ЮНІДО 2015.
5. Свєрдан П.П. Вища математика (Математичний аналіз і теорія ймовірностей). / Свєрдан П.П./ К. Знання, 2008. 450 с.
6. Алексеев М.А. Метод формирования параметров для ситуационного управления

технологическими процессами / М.А. Алексеев // Сб.наук.пр. НГУ. – 2007. – № 27. – С. 152–156.

References

1. A.A.Shevtsov. Kinetika sushInnya buryakovogo zhomu peregrItouy paroyu v Impulsnomu vIbrokiplyachomu sharI. / A.A.Shevtsov, A.V.DrannIkov, S.A.BarishnIkov, Yu.V.Fursov ./- M.: Tsukor, 2007, #4, s.28-29].
2. Grigorchuk G. V. Modelyuvannya deformuvannya obektiv, scho pratsyuyut v umovah temperaturnih vplivIv. /Grigorchuk G.V., Grigorchuk L. I., OIlynik A. P., Ris V. V. / Prikarpatskiy vIsnik naukovogo tovaristva Im. Shevchenka. Chislo. 2019. #1(53). S. 38–44
3. Petryk M. Numerical and Analytical Modeling of Solid-Liquid Expression from Soft Plant Materials. / Petryk M., Vorobiev E. / AIChE Journal. Wiley. Volume 59, Issue 12, 4762–4771 (2013) (Quartile 1, if 2.95, 15)
4. Shtangev K.O. Sushka tsukru ta zhomu v buryako-tsukrovIy galuzI /Shtangev K.O./ KiYiv 2015 © YuNIDO 2015.
5. Sverdani P.P. Vischa matematika (Matematichniy analIz I teorIya ymovIrnostey). / Sverdani P.P./ K. Znannya, 2008. 450 s.
6. Alekseev M.A. Metod formirovaniya parametrov dlya situatsionnogo upravleniya tehnologicheskimi protsessami / М.А. Алексеев // Sb.nauk.pr. NGU. 2007. # 27. S. 152–156.