

РОЗДІЛ 11. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

ЕНТРОПІЙНИЙ АНАЛІЗ ЯК МЕТОД ОЦІНКИ РІВНЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ПІД ЧАС ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ ГРОШОВИХ КОШТІВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

ENTROPY ANALYSIS AS A METHOD OF ESTIMATING THE UNIQUALITY LEVEL IN THE INVESTIGATION OF ENTERPRISE CASH FLOW

У статті розглянуто методологію проведення ентропійного аналізу як відносно нового методу оцінювання рівня ризику, що ґрунтується на кількісному розрахунку ступеня невизначеності. Запропоновано оцінити рівень ентропії на основі динаміки темпів зростання витрат на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів для досліджуваних підприємств. Зазначено, що невизначеність слід враховувати під час прийняття певних управлінських рішень. Вибір показників для дослідження обґрунтовано шляхом проведення кореляційного аналізу. Для розрахунку показника ентропії застосовано формулу Шеннона. Для зменшення відмінностей у розкиді значень темпів зростання руху грошових потоків застосовано метод «мінімум – максимум». Розраховані показники ентропії, що характеризують об'єкти дослідження, не є свідченням стабілізації економічної ситуації на підприємствах, а вказують на відсутність інформації щодо виникнення нових загроз та ризиків.

Ключові слова: ентропія, формула Шеннона, кореляційний аналіз, гранітні кар'єри, грошові потоки.

В статье рассмотрена методология проведения энтропийного анализа как относительно нового метода оценивания уровня риска, который основан на количественном расчете степени неопределенности. Предложено оценить уровень энтропии на основе динамики темпов роста расходов на оплату труда, отчисления на социальные мероприятия и обязательства по налогам и сборам для исследуемых предприятий. Отмечено, что неопределенность следует учитывать при принятии определенных управленческих решений. Выбор показателей для исследования обоснован путем проведения корреляционного анализа. Для расчета показателя энтропии применена формула Шеннона. Для уменьшения отличий в разбросе значений темпов роста движения денежных потоков применен метод «минимум – максимум». Рассчитанные показатели энтропии, характеризующие объекты исследования, не являются свидетельством стабилизации экономической ситуации на предприятиях, а указывают на отсутствие информации о возникновении новых угроз и рисков.

Ключевые слова: энтропия, формула Шеннона, корреляционный анализ, гранитные карьеры, денежные потоки.

УДК 330.131.7

Бугай В.З.

к.е.н., с.н.с.,
професор кафедри фінансів,
банківської справи та страхування
Запорізький національний університет

Конєв В.В.

студент
Запорізький національний університет

The article deals with the methodology of conducting an entropy analysis as a relatively new method for assessing the level of risk, which is based on the quantitative calculation of the degree of uncertainty. The purpose of this work is to assess the risks of granite quarries in the area of wage and taxes, fees, and social charges that accompany them through entropy analysis. Uncertainty should be taken into account when making certain managerial decisions. Fluctuations in the level of risks can be characterized by calculating the level of uncertainty, which is estimated using the methodological principles of entropy analysis. It is proposed to estimate the entropy level on the basis of the dynamics of the growth rate of wage expenditure on wages, deductions for social measures and obligations on taxes and fees for "Yantsevsky granite quarry" PJSC, "Blastko" PJSC and "Pervomaisky quarry "Granit" PJSC. The choice of indicators for research is substantiated by conducting a correlation analysis. The Shannon formula is used to calculate the entropy. In order to reduce the differences in the spread of the values of the growth rate of cash flow, the method "minimum – maximum" is used. For qualitative estimation of calculated uncertainty the scale is used: 0–0.39 – low level of uncertainty; 0.4–0.69 – average uncertainty; 0.7–1.0 – high level of uncertainty of the economic system of the research object. According to the data given, it can be argued that the uncertainty will decrease to zero in 2016 for "Yantsevsky granite quarry" PJSC and "Blastko". The given data demonstrate the dynamics to increase the level of uncertainty for "Pervomaisky quarry "Granit" PJSC. Based on this methodology, which indicates an increase or decrease in uncertainty, risk and imbalance in activities, enterprises can assess the effectiveness of existing financial policies and monitor the occurrence of volatile situations. Calculated indicators of entropy, which characterize the research objects, are not evidence of stabilization of the economic situation at enterprises, but indicate the lack of information on the emergence of new threats and risks.

Key words: entropy, Shannon's formula, correlation analysis, granite quarries, cash flows.

Постановка проблеми. Окрім розвинутої мережі вугільних та рудних шахт, на території України зосереджуються вагомі поклади граніту, значення яких неможливо переоцінити стосовно розвитку житлового, автодорожнього та промислового будівництва. У зв'язку зі втратою іноземних ринків збуту у 2014 році та системними проблемами на залізниці гранітні кар'єри перебувають у кризових станах, в результаті чого виникають ризики невиконання фінансових зобов'язань.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Використання ентропійного аналізу зумовлене пошуком нових підходів до оцінювання рівня економічних ризиків. Фундаментальні дослідження властивостей ентропії були розроблені К. Шенноном [5]. Серед вітчизняних дослідників заслуговують на увагу О.В. Трунова [2], О.Л. Корольов, М.Ю. Куссий, А.В. Сигал [3] та Ю.В. Калюжна [6].

Постановка завдання. Метою статті є оцінювання ризиків діяльності гранітних кар'єрів у сфері витрат на заробітну плату та податків, зборів та

соціальних відрахувань, які їх супроводжують, за допомогою ентропійного аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Під гірничим підприємством перш за все потрібно розуміти цілісний технічно та організаційно відокремлений майновий комплекс засобів та ресурсів для видобутку корисних копалин, будівництва та експлуатації об'єктів із застосуванням гірничих технологій (шахти, рудники, копальні, кар'єри, розрізи, збагачувальні фабрики тощо) [1].

Невизначеність слід враховувати під час прийняття певних управлінських рішень. Коливання рівня ризиків можна охарактеризувати за допомогою розрахунку рівня невизначеності, що оцінюється з використанням методологічних засад ентропійного аналізу.

Згідно з О.В. Труновою, ентропія – це процес зменшення або зростання невизначеності економічної системи внаслідок недоотримання або отримання надмірної кількості інформації про неї [2, с. 106].

Величина значення ентропії характеризує те, як суттєво економічна система відхилилась від збалансованого упорядкованого стану, як істотно вона наблизилась до стану хаосу та відсутності чіткої структурованості [3, с. 11].

Динаміка темпів зростання витрат на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів запропонована для формування науково-методичних положень щодо оцінювання ризиків управління грошовими потоками на основі ентропійного аналізу. Об'єктами дослідження є гранітні кар'єри, такі як ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр», ПрАТ «Бластко» та ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»». Показники витрат на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів вибрані за період 2014–2017 років на основі відкритої інформації з сайту Агентства з розвитку інфраструктури фондового ринку України [4], що представлені в табл. 1.

З табл. 1 можна зробити висновок, що за досліджуваний період не слід виокремлювати тенденцій руху вибраних грошових потоків на ПАТ

«Янцівський гранітний кар'єр» та ПрАТ «Бластко». Наявна динаміка свідчить про збільшення витрат на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»».

Вибір показників обґрунтовано за допомогою кореляційного аналізу (табл. 2).

Кореляційний аналіз свідчить про високий рівень зв'язку показників на ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»». Обернений зв'язок витрат на оплату праці та відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр» пояснюється наявністю податкового боргу та зниженням платоспроможності. Причиною слабого зв'язку між відрахуваннями на соціальні заходи та відрахуваннями на зобов'язання з податків та зборів ПрАТ «Бластко» є наявність боргів з оплати праці.

Наступним етапом є розрахунок темпів зростання показників витрат на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів досліджуваних підприємств (табл. 3).

Наведені дані свідчать про динамічний рух темпів зростання показників витрат на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів, а також не дають можливість окреслити тенденції їх руху за досліджуваний період.

Застосування методу «мінімум – максимум» має на меті зменшення відмінностей у розкиді значень темпів зростання руху грошових потоків. Згідно до цього показник зростання руху грошових потоків розраховано за такою формулою:

$$\bar{X}_i = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}, \quad (1)$$

де x_i – кількісний показник i -го фактору, може приймати значення від 0 до 1; x_{\max} – максимальне значення кількісного показника i -го фактору; x_{\min} – мінімальне значення кількісного показника i -го фактору.

Результати розрахунку руху грошових коштів представлені в табл. 4.

Кінцевим етапом аналізу є розрахунок ентропії за формулою Шеннона [5]:

Таблиця 1

Витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів гранітних кар'єрів за 2014–2017 роки, тис. грн.

Показники	Підприємство	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік
Витрати на оплату праці	ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	2 519	2 216	5 126	3 081
	ПрАТ «Бластко»	2 521	2 370	282	4 833
	ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	3 249	3 196	4 198	7 820
Відрахування на соціальні заходи	ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	921	1 093	205	874
	ПрАТ «Бластко»	1 350	1 103	753	1 217
	ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	1 445	1 000	1 141	2 177
Зобов'язання з податків та зборів	ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	1 394	1 306	473	2 582
	ПрАТ «Бластко»	1 113	1 072	1 987	5 491
	ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	2 707	934	3 784	10 487

Таблиця 2

Кореляційний аналіз показників діяльності гранітних кар'єрів

Підприємство	Показники	Коефіцієнти кореляції		
		витрачання на оплату праці	відрахування на соціальні заходи	зобов'язання з податків та зборів
ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	Витрати на оплату праці	1		
	Відрахування на соціальні заходи	-0,99	1	
	Зобов'язання з податків та зборів	-0,54	0,61	1
ПрАТ «Бластко»	Витрати на оплату праці	1		
	Відрахування на соціальні заходи	0,73	1	
	Зобов'язання з податків та зборів	0,71	0,11	1
ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	Витрати на оплату праці	1		
	Відрахування на соціальні заходи	0,90	1	
	Зобов'язання з податків та зборів	0,99	0,94	1

Таблиця 3

Темпи зростання показників витрат на оплату праці, відрахування на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів підприємств за 2014–2017 роки, %

Показники	Підприємство	2015/2014 роки	2016/2015 роки	2017/2016 роки
Витрати на оплату праці	ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	88	231	60
	ПрАТ «Бластко»	94	12	1714
	ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	98	131	186
Відрахування на соціальні заходи	ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	119	19	426
	ПрАТ «Бластко»	82	68	162
	ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	69	114	191
Зобов'язання з податків та зборів	ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	94	36	546
	ПрАТ «Бластко»	96	185	276
	ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	35	405	277

Таблиця 4

Розраховані показники руху грошових коштів на підприємствах за 2014–2017 роки (\bar{X}_i)

Підприємство	Рік	Витрати на оплату праці	Відрахування на соціальні заходи	Зобов'язання з податків та зборів
ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр»	2015/2014	0,16	0,25	0,11
	2016/2015	1,00	0,00	0,00
	2017/2016	0,00	1,00	1,00
ПрАТ «Бластко»	2015/2014	0,05	0,14	0,00
	2016/2015	0,00	0,00	0,49
	2017/2016	1,00	1,00	1,00
ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»»	2015/2014	0,00	0,00	0,00
	2016/2015	0,38	0,37	1,00
	2017/2016	1,00	1,00	0,65

$$E = -\frac{1}{\ln n} * \left(\sum_{i=1}^n b_i * \ln b_i \right), \quad (2)$$

де $n = 3$, оскільки розглядаються 3 фактори (темпи зростання);

$$b_i = \frac{\bar{X}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{X}_i}. \quad (3)$$

Для цієї моделі всі показники перебувають у діапазоні значень $[0;1]$:

– для темпів зростання руху грошових коштів 1 означає максимальне надходження грошових коштів, 0 – мінімальне надходження;

– для розрахованої ентропії 1 свідчить про найбільш високу невизначеність та найбільший ступінь ризиків діяльності гранітних кар'єрів, 0 – найменшу невизначеність.

Для якісного оцінювання розрахованої невизначеності використовується така шкала: 0–0,39 – низький рівень невизначеності; 0,4–0,69 – середній рівень невизначеності; 0,7–1,0 – високий рівень

невизначеності економічної системи об'єкта дослідження [6, с. 43].

Розрахунок ентропії ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр» за 2014–2017 роки наведено в табл. 5.

Відповідно до наведених даних можна говорити про зменшення невизначеності до нуля у 2016 році. Зменшення невизначеності відбува-

ється за рахунок збільшення обсягів витрат на оплату праці з одночасним зменшенням відрахувань на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів, що свідчить про збільшення податкового боргу.

Розрахунок ентропії ПрАТ «Бластко» за 2014–2017 роки наведено в табл. 6.

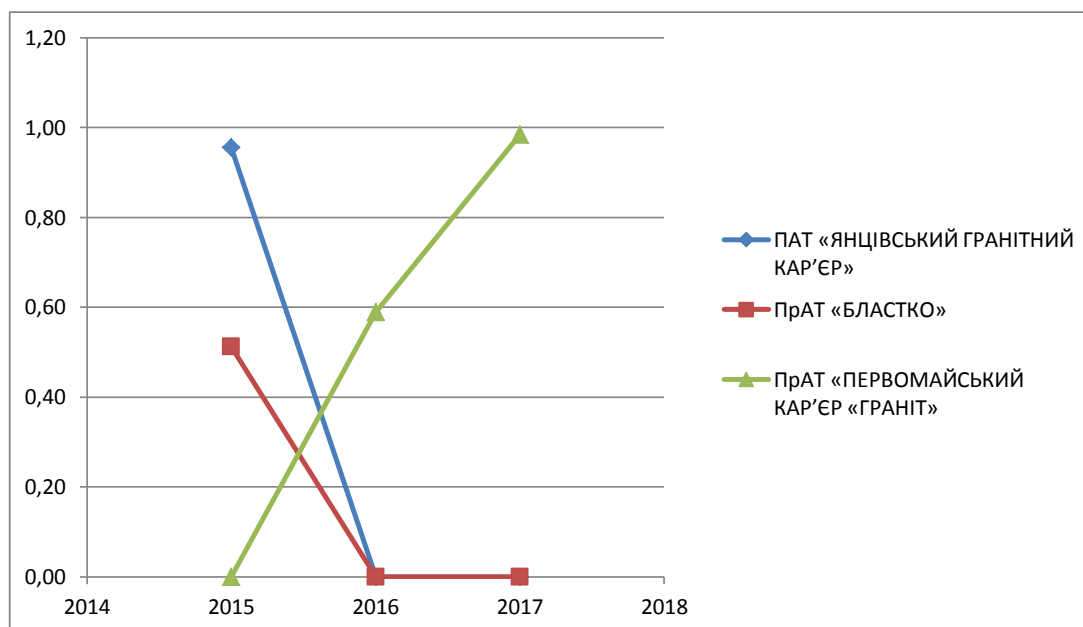


Рис. 1. Коливання значень ентропії на досліджуваних гранітних кар'єрах за 2015–2017 роки

Джерело: власні розрахунки авторів

Таблиця 5

Розрахунок ентропії ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр» за 2014–2017 роки

Рік	Витрачання на оплату праці	Відрахування на соціальні заходи	Зобов'язання з податків та зборів	$Y_i = \sum \bar{x}_i$
	$B_i = \bar{x}_i / Y_i$			
2015	0,31	0,47	0,22	0,52
2016	1,00	0,00	0,00	1,00
2017	0,00	0,50	0,50	2,00
	Ln Bi			Ентропія
2015	-1,16	-0,75	-1,53	0,96
2016	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0,00	0,00	0,00	0,00

Таблиця 6

Розрахунок ентропії ПрАТ «Бластко» за 2014–2017 роки

Рік	Витрачання на оплату праці	Відрахування на соціальні заходи	Зобов'язання з податків та зборів	$Y_i = \sum \bar{x}_i$
	$B_i = \bar{x}_i / Y_i$			
2015	0,25	0,75	0,00	0,19
2016	0,00	0,00	1,00	0,49
2017	0,00	0,00	0,00	3,00
	Ln Bi			Ентропія
2015	-1,38	-0,29	0,00	0,51
2016	0,00	0,00	0,00	0,00
2017	0,00	0,00	0,00	0,00

Розрахунок ентропії ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»» за 2014–2017 роки

Рік	Витрачання на оплату праці	Відрахування на соціальні заходи	Зобов'язання з податків та зборів	
	$B_i = \bar{x}_i / Y_i$			$Y_i = \sum \bar{x}_i$
2015	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0,22	0,21	0,57	1,74
2017	0,38	0,38	0,25	2,65
	Ln Bi			Ентропія
2015	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0,00	-1,55	-0,56	0,59
2017	-0,98	-0,98	-1,40	0,98

Відповідно до наведених даних можна говорити про зменшення невизначеності до нуля у 2016 році. Причиною цього є збільшення грошових виплат зобов'язань з податків та зборів.

Розрахунок ентропії ПрАТ «Первомайський кар'єр «Граніт»» за 2014–2017 роки наведено в табл. 7.

Наведені дані демонструють динаміку збільшення рівня невизначеності, що викликане збільшенням обсягів витрат на оплату праці з одночасним зменшенням відрахувань на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів.

Графічно продемонстровано коливання значень ентропії на досліджуваних гранітних кар'єрах у 2015–2017 роках на рис. 1.

Висновки з проведеного дослідження.

Отже, під час проведеного дослідження було використано науково-методичні положення щодо оцінювання ризиків діяльності за допомогою ентропійного аналізу на основі аналізу показників витрат на оплату праці та зменшення відрахувань на соціальні заходи та зобов'язання з податків та зборів. Керуючись цією методикою, яка свідчить про збільшення або зменшення невизначеності, ризикованості та настання розбалансованості у діяльності, підприємства можуть оцінювати ефективність чинної фінансової політики та проводити моніторинг настання нестабільних ситуацій. Необхідно враховувати, що низькі показники ентропії, що були розраховані для ПАТ «Янцівський гранітний кар'єр» та ПрАТ «Бластко» не є свідченням стабілізації економічної ситуації на підприємствах, а характеризують відсутність інформації щодо виникнення нових загроз та ризиків.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Гірничий закон України : Закон України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1127-14> (дата звернення: 23.03.2019).
2. Трунова О.В. Ентропія як міра інвестиційної привабливості підприємства в курсі стохастички для економістів. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Дра-*

гоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі. 2015. Вип. 16. С. 104–109.

3. Королев О.Л., Куссый М.Ю., Сигал А.В. Применение энтропии при моделировании процессов принятия решений в экономике : монография. Симферополь : Оджакъ, 2013. 148 с.

4. Агентство з розвитку інфраструктури фондового ринку України. URL: <https://smida.gov.ua> (дата звернення: 25.03.2019).

5. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики. Москва : Иностранная литература, 1963. 832 с.

6. Калюжна Ю.В. Використання ентропійного підходу для визначення економічного ризику: теоретичний та практичний. *Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки.* 2016. № 2 (30). С. 38–46.

REFERENCES:

1. Zakon Ukrainy "Hirnychyy zakon Ukrainy". Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1127-14> (accessed: 25 March, 2019).
2. Trunova O.V. (2015) Entropiia yak mira investytsiinoi pryvablyvosti pidpriemstva v kursy stokhastyky dlia ekonomistiv [Entropy as a measure of investment attractiveness of the enterprise in the course of stochastics for economists]. *Scientific Journal of Dragomanov NPU. Series 3. Physics and mathematics in high and secondary school*, vol. 16. pp. 104–109.
3. Korolev O.L. (2013) Primeneniye entropii pri modelirovanii protsessov prinyatiya resheniy v ekonomike : monografiya [Application of entropy in modeling decision-making processes in economics : monograph]. Simferopol : Odzhak (in Russian).
4. Web-site of Stock market infrastructure development agency of Ukraine. Available at: <https://smida.gov.ua> (accessed: 26 March, 2019).
5. Shennon K. (1963) *Raboty po teorii informacii i kibernetiki* [Works on the theory of information and cybernetics]. Moscow: Inostrannaya literatura (in Russian).
6. Kalyuzhna Yu.V. (2016) *Vykorystannia entropiinoho pidkhodu dlia vyznachennia ekonomichnoho ryzyku: teoretychnyi ta praktychnyi aspekty* [Use of an entropy approach to determine economic risk: theoretical and practical aspects]. Zaporizhzhya National University Journal. Economic Sciences, 2016. Vol. 2 (30), pp. 38–46.

Buhai VolodymyrCandidate of Economic Sciences, Senior Research Officer,
Professor at the Department of Finance, Banking and Insurance
Zaporizhzhya National University**Konev Vladyslav**Student
Zaporizhzhya National University**ENTROPY ANALYSIS AS A METHOD OF ESTIMATING THE UNIQUALITY LEVEL
IN THE INVESTIGATION OF ENTERPRISE CASH FLOW**

The purpose of the article is to assess the risks of granite careers in the area of wage and taxes, fees, and social charges that accompany them through entropy analysis. Uncertainty should be taken into account when making certain managerial decisions. Fluctuations in the level of risks can be characterized by calculating the level of uncertainty, which is estimated using the methodological principles of entropy analysis.

Methodology. The article deals with the methodology of conducting an entropy analysis as a relatively new method for assessing the level of risk, which is based on the quantitative calculation of the degree of uncertainty. It is proposed to estimate the entropy level on the basis of the dynamics of the growth rate of wage expenditure on wages, deductions for social measures and obligations on taxes and fees for “Yantsevsky granite quarry” PJSC, “Blastko” PJSC and “Pervomaisky quarry “Granit”” PJSC. The choice of indicators for research is substantiated by conducting a correlation analysis. The Shannon formula is used to calculate the entropy. In order to reduce the differences in the spread of the values of the growth rate of cash flow, the method “minimum – maximum” is used. For qualitative estimation of calculated uncertainty the scale is used: 0–0.39 – low level of uncertainty; 0.4–0.69 – average uncertainty; 0.7–1.0 – high level of uncertainty of the economic system of the research object.

Results. According to the data on “Yantsevsky granite quarry” PJSC it can be argued that the uncertainty will decrease to zero in 2016. Reducing uncertainty is due to increased spending on wages and a reduction in deductions for social measures and obligations on taxes and fees, which indicates an increase in tax debt. The reason for reducing uncertainty to zero in 2016 at “Blastko” PJSC is an increase in cash payments of taxes and fees. The calculations show the dynamics of the increase in the level of uncertainty in the “Pervomaisky quarry “Granit”” PJSC, which is due to an increase in the volume of wages and salaries and reductions in deductions for social measures and obligations for taxes and fees. Calculated indicators of entropy, which characterize the research objects, are not evidence of stabilization of the economic situation at enterprises, but indicate the lack of information on the emergence of new threats and risks.

Practical implications. Based on this methodology, which indicates an increase or decrease in uncertainty, risk and imbalance in activities, enterprises can assess the effectiveness of existing financial policies and monitor the occurrence of volatile situations.

Value/originality. These researches continue to study the features of entropy analysis in the field of economic science. In general, this article can serve as a methodological foundation for calculating these indicators in enterprises on the basis of operational accounting.