

# ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на [www.t-nauka.ru](http://www.t-nauka.ru)

ISSN 2500-1132    Издательский дом "Плутон"    [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru)

## Выпуск №79

КЕМЕРОВО 2020

08 июня 2020 г.  
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431  
ISSN 2500-1132  
УДК 378.001  
Кемерово

Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru)

За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.

Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей

Зими́на Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей

Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инженерно-строительный институт (НамМПИ)

Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И. Платова,

Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении

Шушлебін Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета

Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими

Крутякова Маргарита Викторовна – доцент, кандидат технических наук, Московский политехнический университет

Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища

Моногаров Сергей Иванович - кандидат технических наук доцент Армавирского механико-технологического института (филиал) ФГОУ ВО КубГТУ

Шевченко Сергей Николаевич - кандидат технических наук, доцент кафедры СЭУ, Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота РФ

Отакулов Салим - Доктор физико-математических наук, профессор кафедры высшей математики Джизакского политехнического института

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.

Издательский дом «Плутон» [www.idpluton.ru](http://www.idpluton.ru) e-mail: [admin@idpluton.ru](mailto:admin@idpluton.ru)

Подписано в печать 08.06.2020 г. Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).

Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.

Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.

Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.

При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Содержание

1. ЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВА Nb-Nf.....	2
<b>Сабиров А.К., Худайбердиева А.И.</b>	
2. СИНТЕЗ СОЕДИНЕНИЙ АЦЕТОНА И АММИАКА В СОСТАВЕ ЦИНКА НА ОСНОВЕ ПИРИДИНЫ.....	4
<b>Рахимов Г.Б., Муртазаев Ф.И.</b>	
3. БЭКТЕСТИНГ VaR.....	7
<b>Баяртуев Б.Р.</b>	
4. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА DEA .....	10
<b>Богданов М.А.</b>	

**Сабиров Акмалжон Комилжонович**  
**Sabirov Akmalzhon Komilzhonovich**

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и электротехника»  
Ташкентский химико-технологический институт

**Худайбердиева Арофат Исраиловна**  
**Khudaiberdieva Arofat Israilovna**

Кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедры «Физика и электротехника»  
Ташкентский химико-технологический институт

УДК 537.533

## ЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВА Nb-Hf

### EMISSION PROPERTIES OF Nb-Hf ALLOY

**Аннотация:** В данной статье изучался эмиссионные свойства окисленных сплавов тугоплавких металлов (Nb-Hf) в потоке атомов цезия. Целью настоящей работы является уменьшение значение работы выхода системы сплав – кислород – цезий. Добавка в ниобий 1 атомных % гафния повышает значение и стабильность эмиссии в потоке атомов цезия при его окислении в атмосфере кислорода при его температуре  $T=1200\text{K}$

**Abstract:** In this article, the emission properties of oxidized alloys (Nb-Hf) of refractory metals in a flux of cesium atoms were studied. The aim of this work is to reduce the value of the work function of the alloy – oxygen – cesium system. The addition of s atomic % gafnium to niobium inereases the value and stability of emission in the flux of cesium atoms during its oxidation in an oxygen atmosphere and its temperature  $T=1200\text{K}$ .

**Ключевые слова:** эмиссия, ниобий, гафний, эффект Киркендалля, диффузия, адсорбция, работа выхода, температура, поверхность, окисление, концентрация, сплав – кислород – цезий, кристаллическая решетка, атмосфера, растворимость, обезгаживание, стабилизация, минимальная значения работы выхода.

**Keywords:** Emission, niobium, gafnium, Kirkendall effeck, diffusion, adsorbtion, work output, temperature, surface, oxidation, concentration, alloy – oxygen – cesium, crystal cell, atmosphere, solubility, surface, stability, minimal value of exit work.

#### Введение

Долговечность и стабильность работы системы Металл – кислород – цезий зависят от термоустойчивости окислов металлов и от содержания кислорода в металле. Введение атомов гафния в ниобий связано с следующими обстоятельствами:

- введение гафния в тугоплавкие металлы повышает растворимость металла к кислороду;
- окислы гафния более термоустойчивы относительно окислов тугоплавких металлов.

В связи с этим в настоящей работе исследованы термоэлектронная эмиссия чистого и окисленного сплава ниобия с 1% гафнием в потоке атомов цезия.

#### Основной раздел

Обработка и обезгаживания системы проводились по общей принятым технологиям с прогревом кристалла до температуры 2000-2100K в течении 25-30 часов. Окисление сплава проводилась в атмосфере кислорода при давлении  $10^{-5}\text{Тор}$  в течении 30 минут, при температурах образца 1000 – 1400K.

В начальном этапе обезгаживания работа выхода сплава Nb-Hf составляло 4,15-4,20 эВ. После 30 часов обезгаживания при  $T= 1800 - 2100\text{K}$  работа выхода сплава Nb-Hf стабилизировалась на уровне 3,95 – 4,00 эВ. В начальном этапе работа выхода сплава Nb-Hf завышенная, которые связано с наличием окислов компонентов сплава.

Минимальное значение работы выхода сплава Nb-Hf в потоке атомов цезия составляло 1,52 – 1,58эВ.

Затем проводились окисление сплава при температурах 1000, 1100, 1200, 1300, 1400K и при

давлении кислорода  $10^{-5}$  Тор в течении 30 минут. После окисления сплава Nb-Hf при температуры  $T=1000, 1100$  и  $1200$  К работа выхода системы Nb-Hf – O – Cs не уменьшается относительно не окисленного. Только после прогрева образца при температуры  $T=1600$  К, минимальное значение работы выхода системы уменьшается до  $1,40 - 1,44$  эВ. Такое явление связано с изменением поверхностного состава системы, по видимому с уходом кислорода с поверхности, связанное «со съеданием» кислорода с испаряющимися атомами цезия. Выдержка при относительно низких температурах, где процесс диффузии кислорода преобладает его испарении с поверхности, поверхностная концентрация кислорода восстанавливается. При этом восстанавливается начальное значение эмиссии системы. Испарение слабо связанных атомов кислорода, которые испаряются при относительно низких температурах из системы Nb-O. Поэтому достаточно велика вероятность испарения кислорода в потоке атомов цезия, образуя окиси цезия.

#### **Заключение**

Учитывая выше изложенные экспериментальные факты:

- минимальные значения работы выхода системы Nb-Hf – O – Cs составляет  $1,40 - 1,44$  эВ, что почти аналогичны системы Nb – O – Cs.
- поверхность сплава легко объединяются кислородом при относительно низких температурах, несмотря высокую термоустойчивость окислов гафния. Можно предположить, что на поверхности сплава ниобия с 1% гафнием не образуется пленка гафния и поверхностную свойству в основном атомы ниобия.

#### **Библиографический список:**

1. Сабиров А.К., Худойбергенов С.Б. Эмиссионные свойства сплава Ta-Hf. Точная наука, 2019, №40, С.7-8.
2. Сабиров А.К. Изучение эмиссионные свойства сплавов с цирконием. Вестник ТАДИ, 2018, №2, С.15-18.
3. Сабиров А.К., Туламетов М.А, Каюмова М.Р. Эмиссионные свойства сплава Mo-Zr,. Точная наука, 2019, №60, С.2-3.

**Рахимов Ганишер Бахтиёрович**  
**Rakhimov Ganisher Bakhtiyorovich**

Каршинский инженерно-экономический институт

**Муртазаев Ферузбек Исматович**  
**Murtazaev Feruzbek Ismatovich**

Каршинский инженерно-экономический институт

УДК 543.544

## **СИНТЕЗ СОЕДИНЕНИЙ АЦЕТОНА И АММИАКА В СОСТАВЕ ЦИНКА НА ОСНОВЕ ПИРИДИНЫ**

### **SYNTHESIS OF COMPOUNDS OF ACETONE AND AMMONIA IN THE COMPOSITION OF ZINC BASED ON PYRIDINE**

**Аннотация.** В статье «Синтез соединений ацетона и аммиака в составе цинка на основе пиридина» Работа посвящена вопросу каталитической конденсации диметилкетона (ДМК) с аммиаком в присутствии цинкалюминиевого (ЦА) катализатора ( $ZnO(10\%)+Al_2O_3(90\%)$ ). Показано, что что наилучший выход целевых продуктов достигается в случае исходного мольного соотношения ДМК и аммиака 1:2. В данных условиях ЦА катализатор работает до 55 часов, после чего активность начинает постепенно снижаться, очевидно, из-за коксоотложения на его поверхности. Выяснено, что использованный катализатор эффективно может быть регенерирован при 450-500°C в потоке воздуха. На основании анализа авторами установлено, что что оптимальной температурой синтеза 2,4,6-ТМП является 360°C. Конверсия же ДМК, с увеличением температуры возрастает от 84,6 до 92,7%.

**Annotation.** In the article “Synthesis of Acetone and Ammonia Compounds in Zinc Based on Pyridine”, the work is devoted to the catalytic condensation of dimethyl ketone (DMC) with ammonia in the presence of zinc-aluminum (CA) catalyst ( $ZnO(10\%) + Al_2O_3(90\%)$ ). It was shown that the best yield of the target products is achieved in the case of the initial molar ratio of DMC to ammonia of 1: 2. Under these conditions, the CA catalyst runs for up to 55 hours, after which the activity begins to gradually decrease, apparently due to coke deposition on its surface. It was found that the used catalyst can be efficiently regenerated at 450-500 ° C in an air stream. Based on the analysis, the authors found that 360 ° C is the optimal synthesis temperature for 2,4,6-TMP. The conversion of DMC, with increasing temperature, increases from 84.6 to 92.7%.

**Ключевые слова:** Ацетонитрил, цинк, ацетон, аммиак, катализатор.

**Keywords:** Acetonitrile, zinc, acetone, ammonia, catalyst.

Производные пиридина обладают уникальными свойствами. Они применяются как исходные сырьё для получения лекарственных препаратов, мономеров, пестицидов разного назначения и др. Среди пиридиновых оснований большое значение имеют его высшие гомологи. Для их синтеза кетоны занимают особые места.

В данной работе проводили каталитическую конденсацию диметилкетона(ДМК) с аммиаком в присутствии цинкалюминиевого(ЦА) катализатора ( $ZnO(10\%)+Al_2O_3(90\%)$ ). Реакции взаимодействия ацетона с аммиаком осуществлялись в специальном проточном реакторе. Предварительными опытами установлено, что в данных реакциях целевые продукты со стабильными выходами синтезируются после индукции катализатора (4-5 часовой работы). Поэтому процессы обычно проводились в течение не менее 5 часов.

Также выяснено, что оптимальными являются: объем применяемого катализатора в реакторе 60 см<sup>3</sup>, общая скорость подачи смеси компонентов в реакционную зону 92-93 час<sup>-1</sup>. В изученных гетерогенно-каталитических процессах всегда образуется катализа, состоящий из воды и смеси органических веществ. Из него общепринятыми известными методами выделяли органическую часть и определяли ее состав в объемных процентах (об.%). Конверсия же исходных реагентов оценивалась по их прореагировавшим количествам.

Опыты проводили в интервале температур 300-420°C. При этом и далее предварительными опытами установлено, что наилучший выход целевых продуктов достигается в случае исходного

мольного соотношения ДМК и аммиака 1:2. В данных условиях ЦА катализатор работает до 55 часов, после чего активность начинает постепенно снижаться, очевидно, из-за коксоотложения на его поверхности. Выяснено, что использованный катализатор эффективно может быть регенерирован при 450-500°C в потоке воздуха.

На протекание изучаемой реакции существенно воздействует температура (табл.1). Так, в сравнимых условиях с повышением температуры до 380°C выход основного продукта - 2,4,6-триметилпиридина(2,4,6-ТМП) возрастает до 62,4%. В то же время конверсия ДМК составляет 86,5%. Причем, в интервале температур 300-420°C этот показатель увеличивается от 71,5 до 90,3%.

Таблица 1

**Влияние температуры на реакцию ДМК с аммиаком в присутствии ЦА катализатора (соотношение ДМК и аммиака 1:2)**

Температура °С	Конверсия ДМК, %	Содержание в органической части катализатора, %		
		2,4,6-ТМП	ацетонитрил	другие соединения
300	71,5	55,5	3,5	41,0
320	75,3	56,7	7,0	36,3
340	82,4	59,5	9,2	31,3
360	85,7	61,2	9,4	29,4
380	86,5	62,4	11,2	26,4
400 »	90,3	56,3	20,1	23,6

Конденсация ДМК с аммиаком также осуществлялась с применением цинкфторалюминиевого (ЦФА) катализатора (ZnF<sub>2</sub>(5,0%)+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(95,0%)). Опыты проводили при температуре 260-360°C (табл.2).

Температура °С	Конверсия ДМК, %	Содержание в органической части катализатора, %		
		2,4,6-ТМП	ацетонитрил	другие соединения
260	65,0	67,7	3,4	26,9
280	67,7	75,3	7,1	17,6
300	66,2	67,1	11,3	21,6
320	66,5	63,9	13,4	22,7
340	66,6	60,6	16,2	23,0
360	69,2	58,7	16,3	23,0

Из приведенных данных видно, что с возрастанием температуры до 280°C синтез 2,4,6-ТМП увеличивается, а затем равномерно падает. В отличие от него выход ацетонитрила постоянно растет. При более повышенных температурах наблюдается деструкция образующихся продуктов, о чем свидетельствует образование сажи и изменение цвета катализатора. В использованных условиях ЦФА катализатор эффективно работает до 90 часов, после же регенерации в токе воздуха почти полностью восстанавливает свою первоначальную активность. Сравнение активности ЦА и ЦФА катализаторов указывает на то, что присутствие последнего позволяет снизить температуру процесса на 60-100°C и повысить конверсию ДМК. Кроме того, продолжительность работы ЦФА катализатора в 1,5-1,9 раза выше, чем таковая ЦА катализатора.

В случае применения ЦХА катализатора (ZnO(10%)+Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(3,0%)+ +Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(90%)) конденсацию ДМК с аммиаком проводили в интервале температур 300-400°C (табл.3).

Таблица 3

**Влияние температуры на реакцию ДМК с аммиаком в присутствии ЦХА катализатора (соотношение ДМК и аммиака 1:2)**

Температура °С	Конверсия ДМК, %	Содержание в органической части катализатора, %		
		2,4,6-ТМП	ацетонитрил	другие соединения
300	84,8	57,3	2,3	40,4
320	87,9	61,8	3,2	35,0
340	88,3	66,7	4,5	28, a
360	90,7	72,7	6,7	20,6
380	91,5	68,3	8,1	23,0
400	92,7	66,4	10,2	23,4

Необходимо отметить, что при выборе этого контакта прежде всего исходили из того, что катализатор, используемый в процессе аминирования должен обладать одновременно как дегидратирующими, так и дегидроциклизирующими свойствами, а для оксида хрома (Ш), имеющегося в составе ЦХА, характерны именно дегидратирующие свойства.

Из результатов, представленных в табл.3 следует, что в данном случае оптимальной температурой синтеза 2,4,6-ТМП является 360°C. Конверсия же ДМК, с увеличением температуры возрастает от 84,6 до 92,7%. В этих условиях ЦХА катализатор работает около 70 часов и после регенерации почти полностью восстанавливает свою первоначальную активность.

Таким образом, проведена каталитическая конденсация ДМК с аммиаком в присутствии ЦА, ЦФА и ЦХА катализаторов. Изучено влияние температуры на выход 2,4,6-ТМП и определено оптимальное условие синтеза последнего.

#### **Библиографический список:**

1. Дегутис Ю.А., Куртинайтис Ю.И., Шукялене Д.Ф. и др. В кн.: Химиотерапия опухолей в СССР - М, 1982. Вып. 36.- С. 67-71.
2. Бурлакова Е.Б., Буробина С.А., Храпова Н.Г. Действие синтетических ингибиторов на природные антиоксиданты в липидах // Докл. АН СССР, 1971,- Т. 200, №2.- С. 461-464.
3. Смирнов Л.Д., Дюмаев К.М. (3-оксипроизводные шестичленных азотистых гетероциклов. Синтез, ингибирующая активность и биологические свойства // Химико-фармацевтический журнал, 1982.-Т.16, №4.- С. 28-44.
4. Шуляковская Т.С., Аршинов В.Ю. Антиоксиданты как протекторы токсического действия диэтилнитрозоамина. Исследование антитоксических свойств и механизма действия // Докл. АН СССР, 1980,-Т.254, №1.- С. 242-246.
5. Eckert A., Langencker E. Uber 2-nitrofluoren // J. pr., 1928.- bd 118.- P. 263269.

**Баяртуев Бато Раднаевич**  
**Bayartuev Bato Radnaevich**

магистрант, факультет прикладной математики и информатики, Томский политехнический университет, г. Томск

УДК 51

## БЭКТЕСТИНГ VaR

## BACKTESTING VaR

**Аннотация:** в статье рассматривается метод бэктестинга VaR. VaR - это величина убытков, которая с вероятностью, равной уровню доверия не будет превышена. Бэктестингом VaR называется сравнение значений убытков реальных данных с предсказанными моделью Value at risk. Алгоритм успешно опробован при анализе цен закрытия акций Apple. Использовалась историческая выборка за период с 2014-й год по 2018-й.

**Abstract:** the article discusses the VaR backtesting method. VaR is the amount of losses, which with a probability equal to the level of confidence will not be exceeded. VaR backtesting is a comparison of loss values of real data with those predicted by the Value at risk model. The algorithm was successfully tested in the analysis of closing prices for Apple shares. A historical sample was used for the period from 2014 to 2018.

**Ключевые слова:** бэктестинг, value at risk, временные ряды, математическая модель, VBA, модель Блэка-Шоулза.

**Keywords:** backtesting, value at risk, time series, mathematical model, VBA, Black-Scholes model.

### Введение

Рыночный риск чаще всего оценивается с помощью такого общеизвестного многим показателя как *Value at risk (VaR)*. Существуют различные способы и методы расчета *VaR* - моделей, тем не менее все они нуждаются в периодической проверке на предмет адекватности применяемой той или иной модели.

Для этой цели существует отдельная процедура под названием - «бэктестинг» (backtesting), которая и была применена в данной работе. [1, 597]

Бэктестинг или обратное тестирование - это процесс направленный на проверку адекватности используемой модели оценки рыночного риска. Данная процедура осуществляется путем анализа поведения применяемой риск-модели, заключающейся в подсчете случаев превышения наблюдаемых фактических данных над ранее полученными прогнозными значениями VaR-величин. [2]

Непосредственно качество модели определяется отнесением фактически наблюдаемого количества «пробоев» (случаев превышения - *exceptions*) к допускаемому интервалу пробоев, в рамках заданного доверительного уровня вероятности.

### Построение и апробирование модели

Работа была проведена на реализации языка *Visual Basic - Visual Basic for Applications* для выборки из цен закрытия акций компании *Apple* в период с 2014-й год по 2018-й. Количество пробоев было посчитано с помощью функции ЕСЛИ.

В первую очередь была оценена волатильность (функция *sigma*) модели Блэка - Шоулза [3, 34]:

$$\sigma = \frac{\sigma_{\varepsilon}}{\sqrt{\Delta t}} \quad 1)$$

$$\sigma_{\varepsilon}^2 = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \sum_t^n \varepsilon_t^2 \quad 2)$$

$$\frac{S_{t+1} - S_t}{S_t} - \mu * \Delta t = \varepsilon_t,$$

3)

где  $\varepsilon_t$  - выборочная дисперсия,  $\Delta t$  - один день,  $\mu$  - безрисковая процентная ставка. В данной работе волатильность  $\sigma$  составила 0,24913.

Непосредственно для бэктестинга была применена функция *BtVaR*, в которой дополнительно была использована функция для расчета цен по модели Блэка-Шоулса *BS\_Price*.

Сперва была рассчитана абсолютная доходность акций  $r$  на основе исторических данных (строка кода):

$$r(i, 1) = (X(n - j - i + 1, 1) - X(n - j - i, 1)) / X(n - j - i, 1). \quad (4)$$

Затем были рассчитаны теоретические цены акций *HypS*:

$$HypS(i, 1) = X(n - j, 1) * (1 + r(i, 1)). \quad (5)$$

Имея *HypS*, можно воспользоваться функцией *BS\_Price* для расчета теоретических *PnL* (*Profit and Losses*) как разницу гипотетических и реальных цен:

$$PNL_h(i, 1) = BS\_Price(K, HypS(i, 1), mu, sigma, (T + j - 1) / 250) - BS\_Price(K, X(n - j, 1), mu, sigma, (T + j) / 250), \quad (6)$$

где  $\sigma$  - найденная ранее волатильность  $\sigma$ .

Рассчитав гипотетические прибыли и убытки (*PnLh*), можно внести эту выборку в функцию *VBA* для перцентиля (столбец *VaR*) *WorksheetFunction.Percentile* (*PNLh, 0.01*) - значения, которое заданная величина не превышает с фиксированной вероятностью, в данном случае 99-и процентной вероятностью (параметр функции 0.01).

В конечном итоге можно рассчитать реальные значения *PnLr*, воспользовавшись функцией *BS\_Price* как разность цен в моменты времени  $t+1$  и  $t$ :

$$PNL_r(j, 1) = BS\_Price(K, X(n - j + 1, 1), mu, sigma, (T + j - 1) / 250) - BS\_Price(K, X(n - j, 1), mu, sigma, (T + j) / 250). \quad (7)$$

Выведа результат, можно пронаблюдать следующую картину (рисунок 1):

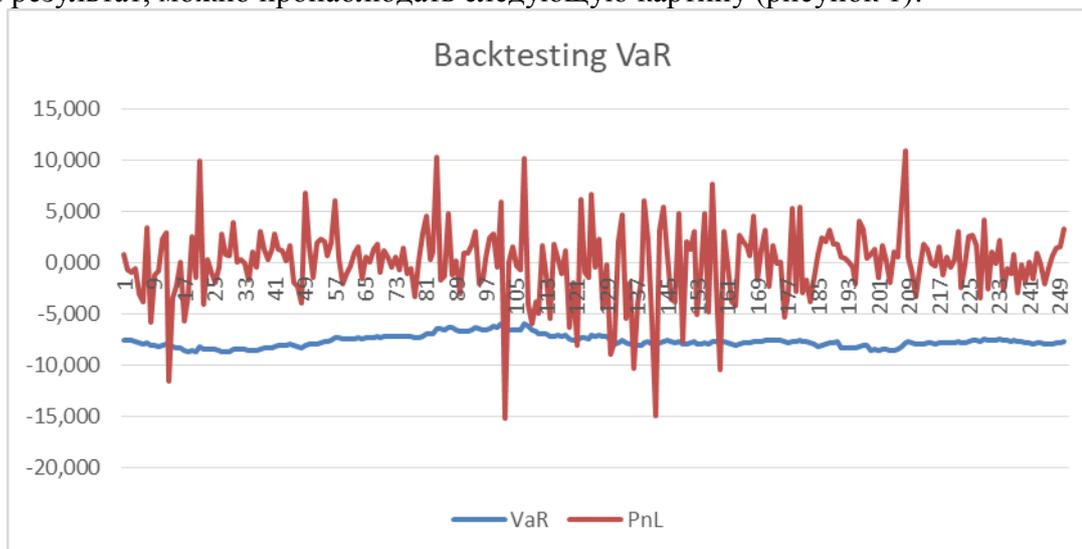


Рисунок 1 - Результат бэктестинга *VaR*

На данном графике можно увидеть 7 пробоев - *exceptions*. Согласно модели Базельского комитета - методу "Светофора" данная модель "входит" в "жёлтую зону", соответственно, адекватность модели в этом случае находится под сомнением. [4]

Confidence Level	Zone		
	Green Zone	Yellow Zone	Red Zone
99%	0 - 4	5 - 9	10+
95%	0 - 17	18 - 26	27+
90%	0 - 32	33 - 43	44+

Рисунок 2 - Интерпретация метода "светофора"

### Заключение

В рамках работы был реализован бэктестинг VaR. Данный инструмент очень эффективен при выяснении адекватности используемой модели Value at Risk.

Алгоритм был создан в программной среде *Visual Basic for Applications*. Программная реализация бэктестинга была успешно опробована при анализе цен закрытия акций Apple. Использовались исторические данные за период с 2014-й по 2018-й годы.

Очень часто банки считают VaR для установления нижней границы риска - какого-то числа, ниже которого наблюдаемая величина не упадет с заданной вероятностью (в данной работе - с 99-и процентной). Данная процедура проводится для установления величины резервного капитала - капитала, воспользовавшись которым в кризис можно "остаться на плаву", то есть не понести огромных потерь, либо просто-напросто не разориться. Бэктестинг нужен для проверки адекватности используемой модели. С помощью этой модели можно "вернуться в прошлое" - с целью анализа исторических данных и их дальнейшего сравнения с VaR. По числу пробоев (*exceptions*) можно определить, стоит ли использовать данную модель вычисления риска в дальнейшем или нет. В данной статье было выяснено, что используемая модель входит в "жёлтую зону светофора". Данный факт можно интерпретировать как сигнал того, что модель недостаточно адекватна.

### Библиографический список:

1. Халл, Д. К. Стоимость под риском // Опционы, фьючерсы и другие производные финансовые инструменты. — 6. — Издательский дом Вильямс, 2008. - 1051 с.
2. <http://abnsecurities.blogspot.com/2018/02/var.html> [Электронный ресурс], дата обращения 01.06.2019
3. Теория случайных процессов: Курс лекций / О. Л. Крицкий.: ТПУ, 2017. - 164 с.
4. <https://www.bis.org/bcbs/> [Электронный ресурс], дата обращения 02.06.2019
- 5.

**Богданов Максим Александрович**  
**Bogdanov Maxim Aleksandrovich**

магистрант, кафедра высшей математики и математической физики, факультет прикладной математики и информатики, Томский политехнический университет, г. Томск

УДК 65.012.122

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДА DEA**

### **EVALUATION OF EFFICIENCY OF ENTERPRISES BASED ON THE DEA METHOD**

**Аннотация:** в статье рассматривается применение модели Data Environment Analysis (DEA), ориентированная на выход, как способ оценки наиболее эффективных предприятий из заданной выборки. Модель использует в качестве входных данных финансовые коэффициенты предприятий, характеризующие деятельность предприятия. В процессе расчета модель была модифицирована для соблюдения прямой связи между входными и выходными параметрами, что является требованием к применению классической модели DEA. Приводятся результаты моделирования на основе открытых данных бухгалтерской отчетности предприятий в период с 2014 по 2017 год. Основной вид деятельности исходных данных: «Аренда и управление собственным или арендованным недвижимым имуществом». Результаты расчета показали, что модель DEA так же может характеризовать степень финансового состояния предприятия.

**Abstract:** the article discusses the use of the Data Environment Analysis (DEA) model, which is focused on output, as a way of assessing the most efficient enterprises from a given sample. The model uses financial ratios of enterprises characterizing the activities of the enterprise as input. In the process of calculation, the model was modified to comply with the direct relationship between input and output parameters, which is the requirements for the application of the classic DEA model. The results of modeling based on open data of financial statements of enterprises in the period from 2014 to 2017 are presented. The main activity of the source data: "Lease and management of own or leased real estate." The calculation results showed that the DEA model can also characterize the degree of the financial condition of the enterprise.

**Ключевые слова:** оценка эффективности, метод DEA, MathCAD, анализ предприятий, финансовые коэффициенты, матрица.

**Keywords:** performance evaluation, DEA method, MathCAD, enterprise analysis, financial ratios, matrix.

#### **Исходные данные**

В качестве исходных данных были взяты данные бухгалтерской отчетности 8 предприятий в период с 2014 по 2017 год. Все предприятия имели следующий основной вид деятельности: *68.20 «Аренда и управление собственным или арендованным недвижимым имуществом»*. Получили следующий список предприятий: АО "Майкоппромсвязь"; ОАО "Торговый Комплекс"; ПАО "ЗЕМЛЯ-ИНВЕСТ"; ОАО "Аорта"; ЗАО "Вязовский Дом"; АО "ДЕЛЬТА"; АО "ДСК"; АО "Муниципальная строительная компания".

По полученным данным были входные ( $X_1 - X_8$ ) и выходные параметры ( $Y_1 - Y_4$ ), которые описывают финансово-хозяйственную деятельность предприятия.

#### **Общая характеристика модели DEA ориентированной на выход**

Одним из способов анализа эффективности предприятия является метод DEA (Data Envelopment Analysis). Это непараметрический метод оценивания группы действующих единиц, позволяющие выявить наиболее эффективные группы предприятий.

Суть метода DEA в общем виде состоит в следующем. Пусть имеются данные для  $m = 8$  входных параметров и  $k = 4$  выходных параметров для каждого из  $n = 7$  однородных объектов. Для  $j$ -го объекта они представлены вектор-столбцами  $x^{<j>}$  и  $y^{<j>}$  соответственно. Матрицы входных и выходных параметров для всех  $n$  объектов представляют собой матрицу  $X$ , которая имеет размерность  $m \times n$  и матрицу  $Y$ , которая в свою очередь имеет размерность  $k \times n$ . Модель, ориентированная на выход, формулируется в виде задачи линейного программирования в такой форме:

$$f(v_{out}, L) = v_{out} \rightarrow \max \quad -v_{out} \cdot Y^j + Y \cdot L \geq 0, j = 1 \dots k \quad (1)$$

$$X^i - X \cdot L \geq 0, \quad i = 1 \dots m$$

$$v \geq 0; L \geq 0$$

где  $f(v_{out}, L)$  – функция эффективности;  
 $v$  – скалярная величина (эффективность);  
 $L$  – вектор весовых множителей размерности  $n \times 1$ ;

Таким образом, решением задачи будет значение  $v_{out}$ , которое является показателем эффективности  $j$  – го объекта. При этом показатель эффективности не может быть меньше единицы  $v_{out} \geq 1$ . Аналогичная задача решается  $n$  раз, то есть для каждого объекта.

В качестве меры эффективности финансово-хозяйственной деятельности предприятия можно рекомендовать величину:

$$T_{out} = e^{-(v_{out}-1)} \quad (2)$$

В этом случае для предприятий, работающих на границе эффективности ( $v_{out} = 1$ ), эффективность  $T_{out} = 1$ . Для неэффективных предприятий ( $v_{out} > 1$ ).

**Результаты исследования эффективности предприятий по аренде и управлению собственным или арендованным недвижимым имуществом в пакете MathCAD**

Анализ эффективности предприятия является метод DEA был разбит на несколько этапов.

**Этап 1 – Ввод и группировка матриц**

На данном этапе все таблицы из приложения А были конвертированы в матрицы и занеслись в рабочую область MathCAD с округлением в 4 знака. Матрицы имели размерность  $12 \times 4$  и отображали:

**Коэффициенты (X,Y) × Года (2014 – 2017)**

Далее была проведена сортировка матриц и изменена их размерность на  $12 \times 8$ . Таким образом, матрицы будут отображать:

**Коэффициенты (X,Y) × Предприятия (1 – 8)**

Таких матриц соответственно будет 4 штуки (M14 – M17). Реализация с помощью алгоритма представлена на рисунке 1:

```

ORIGIN := 1
Сортировка входных данных:

P2 := Zemlya P3 := Aorta P6 := DSK
P1 := TK P4 := Dom P5 := Delta P7 := MSK

Матрицы размерностью: M(год):=( Показатели x Предприятия)

M14 := | for i ∈ 1..7
        | for j ∈ 1.. 12
        | Xj,i ← (Pi)j,1
        | X
M15 := | for i ∈ 1..7
        | for j ∈ 1.. 12
        | Xj,i ← (Pi)j,2
        | X
M16 := | for i ∈ 1..7
        | for j ∈ 1.. 12
        | Xj,i ← (Pi)j,3
        | X
M17 := | for i ∈ 1..7
        | for j ∈ 1.. 12
        | Xj,i ← (Pi)j,4
        | X
    
```

Рисунок 1 – «Сортировка исходных матриц»

Полученная матрица за 2017 год представлена на рисунке 2.

M17 =

	1	2	3	4	5	6	7
1	1.167	0.013	0.426	0.199	0.132	3.187	3.124
2	0.868	87.99	2.349	5.029	7.6	0.314	0.323
3	0.015	$5.238 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-3}$	0.094	$7.515 \cdot 10^{-3}$	0.359	0.014
4	0.189	0.087	0.025	-0.017	-0.012	$9.554 \cdot 10^{-4}$	0.066
5	0.198	0.666	$7.207 \cdot 10^{-4}$	0.106	-0.022	$1.083 \cdot 10^{-3}$	0.073
6	0.312	0.084	$7.561 \cdot 10^{-4}$	0.06	-0.013	$4.896 \cdot 10^{-4}$	0.197
7	0.836	8.63	2.765	10.68	7.364	0.229	0.23
8	1.064	9.659	7.902	10.07	8.995	0.962	0.145
9	0.462	0.988	0.877	0.834	0.904	0.769	0.243
10	0.605	0.666	1	0.157	0.543	-0.177	0.173
11	1.759	0.123	8.085	3.48	1.737	0.319	0.181
12	0.524	78.05	0.738	3.295	5.123	1.745	0.183

Рисунок 2 – «Матрица параметров компаний за 2017 год»

**Этап 2 – Корректировка матриц на основе коэффициентов корреляции**

Метод DEA применим в том случае, когда зависимость между  $X_i$  и  $Y_j$  прямая.

Это можно установить при помощи коэффициентов корреляции. На рисунке 3 показан алгоритм построения корреляционных матриц, а на рисунке 4 – сами матрицы.

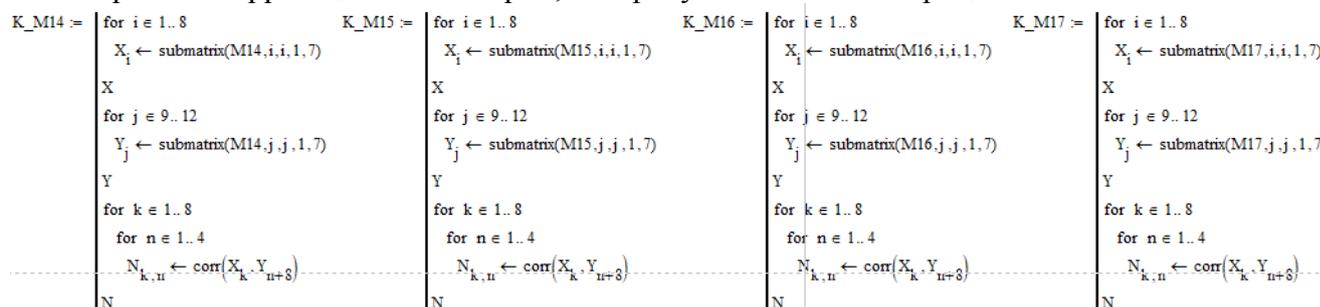


Рисунок 3 – «Алгоритм построения корреляционных матриц»

$K_{M14} = \begin{pmatrix} -0.921 & 0.379 & -0.519 & -0.338 \\ 0.451 & 0.272 & -0.499 & 0.991 \\ -0.307 & -0.721 & 0.154 & -0.31 \\ 0.154 & -0.417 & 0.122 & -0.032 \\ 0.129 & -0.212 & -0.443 & 0.638 \\ -0.167 & -0.363 & -0.159 & -0.069 \\ 0.473 & -0.598 & 0.585 & -1.91 \times 10^{-3} \\ 0.691 & -0.05 & 0.504 & -0.059 \end{pmatrix}$	$K_{M15} = \begin{pmatrix} -0.919 & 0.134 & -0.524 & -0.312 \\ 0.476 & 0.409 & -0.475 & 0.997 \\ -0.414 & -0.707 & -0.135 & -0.288 \\ -0.045 & 0.305 & 0.13 & 0.203 \\ 0.182 & 0.492 & -0.513 & 0.917 \\ -0.759 & 0.329 & -0.407 & -0.092 \\ 0.689 & -0.243 & 0.251 & 0.396 \\ 0.88 & 0.196 & 0.45 & 0.21 \end{pmatrix}$
$K_{M16} = \begin{pmatrix} -0.897 & -0.476 & -0.424 & -0.263 \\ 0.479 & 0.188 & -0.467 & 0.999 \\ -0.392 & -0.838 & -0.228 & -0.282 \\ 0.093 & 0.597 & 0.197 & 0.113 \\ 0.235 & 0.608 & 0.046 & 0.42 \\ -0.353 & 0.333 & -0.057 & -7.995 \times 10^{-4} \\ 0.677 & 0.076 & 0.248 & 0.252 \\ 0.783 & 0.456 & 0.685 & -0.073 \end{pmatrix}$	$K_{M17} = \begin{pmatrix} -0.685 & -0.686 & -0.438 & -0.397 \\ 0.476 & 0.289 & -0.311 & 0.999 \\ 0.078 & -0.772 & -0.271 & -0.232 \\ -0.495 & 0.321 & -0.224 & 0.191 \\ 0.243 & 0.258 & -0.366 & 0.939 \\ -0.765 & 0.035 & -0.314 & -0.063 \\ 0.677 & 0.16 & 0.081 & 0.467 \\ 0.827 & 0.45 & 0.398 & 0.436 \end{pmatrix}$

Рисунок 4 – «Корреляционные матрицы»

**Этап 3 – Оценка эффективности предприятий методом DEA**

Рассмотрим нахождение коэффициента эффективности предприятий за 2014 год. Из этапа 2

мы получили скорректированную матрицу входных переменных  $X1$ . Так же из общей матрицы формируется матрица выходных параметров  $Y$  (рисунок 5).

$$Y := \text{submatrix}(M14, 9, 12, 1, 7) = \begin{pmatrix} 0.741 & 0.981 & 0.968 & 0.848 & 0.958 & 0.57 & 0.13 \\ 0.541 & 0.848 & 1 & 0.225 & 0.415 & 0.059 & 0.908 \\ 2.397 & 0.093 & 2.643 & 4.257 & 2.01 & 2.093 & 0.098 \\ 0.837 & 49.98 & 7.467 & 2.828 & 10.19 & 1.893 & 0.734 \end{pmatrix}$$

Рисунок 5 – «Матрица выходных параметров»

Теперь используя систему уравнений с ограничениями (1) находим показатель  $V14_{out}$  и с помощью формулы (2)  $T14_{out}$ . Отчет представлен на рисунке 6.

$$n := \text{rows}(X1) = 8 \quad m := \text{cols}(X1) = 7 \quad i := 1..m$$

$$\text{Н.У. } E_i := 1 \quad O_i := 0$$

$$\text{Веса } L_i := 1$$

$$\text{Показатель эффективности } v := 0$$

$$f(v, L) := v + O^T \cdot L \quad j := 2$$

Given

$$-Y^{(j)} \cdot v + Y \cdot L \geq 0$$

$$X1^{(j)} - X1 \cdot L \geq 0$$

$$L \geq 0 \quad v \geq 1 \quad L^T \cdot E = 1$$

$$N^{(j)} := \text{Maximize}(f, v, L)$$

$$V14 := (N^{(j)})_1 \quad L14 := (N^{(j)})_2$$

$$V14 = 1$$

$$L14 := L14^T = (0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$$

$$V14_{out} := (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)$$

$$T14_{out} := e^{-\left(V14_{out}^T - 1\right)}$$

$$T14_{out} := T14_{out}^T = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1)$$

Рисунок 6 – «Расчет коэффициентов методом DEA за 2014 г»

Здесь необходимо менять  $j \in [1; 7]$  чтобы записать значения  $V14$  для каждого  $j$  в виде общего вектора  $V14_{out}$ . Далее это значение подставляется в формулу (2) и рассчитывается  $T14_{out}$ . Аналогично происходит расчет для 15 – 17 годов  $M15 - M17$ . Результаты расчетов коэффициентов и итоговый график представлены на рисунке 7.

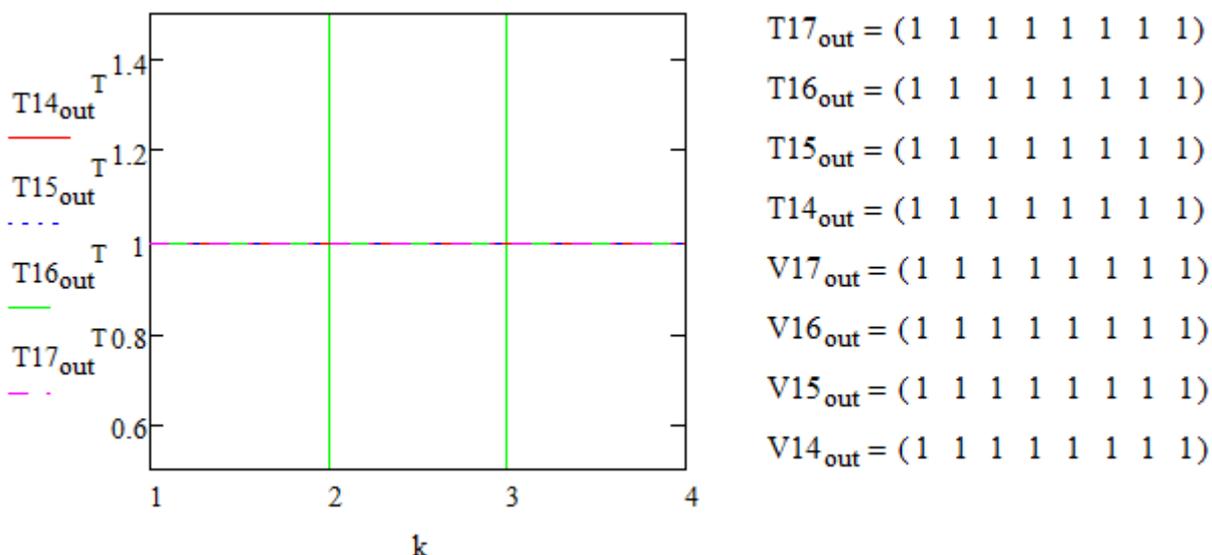


Рисунок 7 – «Полученные коэффициенты в период 2014 – 2017 года»

### Заключение

Оценка результатов исследования говорит об актуальности применения метода DEA по сравнению с классической оценкой эффективности организаций. Такая модель дает оценку объекту анализа с помощью финансовых коэффициентов, а не объемами затрачиваемых ресурсов и выпусков.

Для корректной работы метода необходимо исключить сильную корреляцию между входными и выходными коэффициентами, посредством удаления. А также перегруппировать их для прямой связи с выходными параметрами.

Полученные результаты позволят определить наиболее эффективные и неэффективные организации, что можно рассматривать как средство диагностики финансового состояния предприятий.

Такой метод может быть рекомендован и для других отраслей экономики, таких как строительство, торговля, сельское хозяйство, общественное питание и многие другие.

### Библиографический список:

1. Рембез А.И. Надежность и эффективность в технике: справочник // Методология. Организация. Терминология. Москва. 1986. Т. 1, С. 224.
2. Новожилов, А.А., Рукавицына Т.А. Применение метода DEA и его модификации для анализа организационно-технических систем // Вестник НИИ СУВПТ: сб. научн. трудов. 2008. № 26. С. 137-145.
3. Farrell, M.J. The Measurement of Productive Efficiency / M.J. Farrell // Journal of The Royal Statistical Society, Series A (General), Part III, 1957, vol. 120, pp. 253-281.
4. Хасанов Е.Р., Зеленков П.В., Бахмарева К.К., Смирнов О.О. Система анализа эффективности деятельности предприятий социальной сферы // Путь науки. 2015. №1(11), С. 48-49.
5. Рукавицына Т.А. Развитие модели методологии DEA // Вестник СибГАУ. – 2010. – Т. 24, № 3. –С. 74–77.
6. Пропой А.И., Сеньков Р.В., Родченков И.В., Мнохин П.М. Анализ эффективности функционирования сложных систем // Автоматизация проектирования. 1999. №1. С. 2-7.
7. Карасева М.В., Новожилов А.А., Рукавицына Т.А., К вопросу оценки эффективности функционирования организационно-технических систем // Математика, механика, информатика. 2011. С. 40-42.







Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2020