

комплексу, що зможе покращити ефективність діяльності галузей народного господарства за рахунок виготовлення високоякісної продукції, яка стане пріоритетною на внутрішніх і зовнішніх ринках збуту.

### Література

1. Астринский, Д. Проблемы воспроизводства основных фондов [Текст] / Д. Астринский // Экономист. — 2001. — № 6. — С. 35–38.
2. Беков, М. Б. Регіональна політика в сфері освіти [Текст] : матер. наук.-практ. конф. / М. Б. Беков, І. І. Квитка // Пробл. соц. упр. містом в умовах ринку. — 2002. — С. 101–102.
3. Браун, Р. Исследование операций [Текст] : пер. с англ. / Р. Браун, Р. Мэзон, Э. Фламгольц; под ред. Дж. Моудера, С. Злмаграби. — В 2-х томах. — М.: Мир, 1981. — 677 с.
4. Давлетханова, О. Х. Організаційні засади інформаційного забезпечення управління якістю [Текст] / О. Х. Давлетханова // Інформаційні ресурси та їх використання в агропромисловому виробництві. — 2005. — № 4. — С. 51–56.
5. Жарова, Л. В. Регіональні комплексні програми як інструмент регіональної політики сталого розвитку [Текст] / Л. В. Жарова // Соціально-економічні дослідження в перехідний період. Регіональна політика: досвід Європейського Союзу та його адаптація до умов України. — Львів, 2003. — Вип. 5, Ч. III. — С. 113–119.
6. Гейць, В. М. Новий курс: реформи в Україні, 2010–2015. Національна доповідь [Текст] / за заг. ред. В. М. Гейця та ін. — К.: НВЦ НБУВ, 2010. — 232 с.
7. Пелих, А. С. Экономика машиностроения [Текст] / А. С. Пелих. — Ростов-на-Дону: «Феникс», 2004. — 256 с.
8. Панченко, С. І. Показники продуктивності в ринкової економіці [Текст] / С. І. Панченко // Ринкові трансформації

та розвиток продуктивних сил аграрного сектора. Вісник ХНАУ. — № 7. — С. 286–291.

9. Зубець, М. В. Розвиток господарських формувань і організація виробництва в аграрній сфері АПК [Текст] / за ред. М. В. Зубця, П. Т. Саблука, В. Я. Месель-Веселяка. — К.: ІАЕ УААН, 1999. — 269 с.
10. Шаповал, М. І. Менеджмент якості [Текст] / М. І. Шаповал. — Знання, КОО, 2007. — 471 с.

### СЕРТИФІКАЦІЯ ПЕРСОНАЛА ЯК ФАКТОР УЛІДШЕННЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦІЇ

Обоснована необхідність впровадження сертифікації персоналу на підприємствах аграрного сектора економіки. Предложено ієрархію мер, стимулюючих удешевлення продуктивності праці, на підприємствах аграрного сектора економіки, которые непосредственно влияют на воспроизводственные процессы отрасли и на улучшение их финансового положения в условиях экономической нестабильности.

**Ключевые слова:** сертифікація, персонал, продуктивність праці, кваліфікація, професійний рівень працівника, сертифікація продукції.

*Терещенко Світлана Іванівна, кандидат економічних наук, доцент, кафедра економіки і контролінгу, Сумський національний аграрний університет, Україна, e-mail: tera197@rambler.ru.*

*Терещенко Светлана Ивановна, кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики и контролинга, Сумский национальный аграрный университет, Украина.*

*Tereshchenko Svetlana, Sumy National Agrarian University, Ukraine, e-mail: tera197@rambler.ru*

УДК 62-932.2

Швейкін О. Л.,  
Прокопенко О. О.

## СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИГНАЛІВ СИСТЕМИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

*В роботі проведено факторний аналіз сигналів вимірювальної системи. Зокрема, одержано описові статистики, кореляційну матрицю, матрицю факторного навантаження та її геометричну інтерпретацію. Було отримано наочну структуру факторів, що впливають на процес вимірювання. Доведено коректність дослідження якісних показників природного газу, які виконуються вимірювальною системою за допомогою вивчення впливу визначених факторів.*

**Ключові слова:** факторний аналіз, кореляційна матриця, вологість природного газу, статистичні характеристики, фактор.

### 1. Вступ

Розробка і аналіз параметрів вимірювальних систем для достовірного визначення показників якості природного газу є актуальним завданням, без вирішення якого неможливо забезпечити оптимальний і безпечний режим роботи газотранспортної системи України [1–4].

### 2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Широке застосування при дослідженні складних систем і процесів знаходять методи факторного аналізу, які

дозволяють визначити приховані неявні закономірності між змінними, що описують спостереження, і скоротити кількість змінних на основі їх класифікації і визначення структури взаємозв'язків між ними [5–7]. Ефективність застосування цих методів обумовлена розвитком спеціалізованого програмного забезпечення [8, 9].

Метою дослідження є відшукування прихованих, але об'єктивно існуючих закономірностей, які визначаються внутрішніми і зовнішніми впливами на функціонування вимірювальної системи [6]; стискування інформації шляхом опису процесу за допомогою загальних чинників, число яких значно менше кількості спочатку узятих ознак; виявлення і вивчення статистичного зв'язку ознак з чинниками.

### 3. Результати досліджень сигналів вимірювальної системи

Для дослідження було використано шість змінних, окремі значення яких отримані з шести вимірювальних каналів системи визначення показників якості природного газу [10] у 2818 вибірках:

Тк — температура компенсації АЦП;

Тсу — температура звужуючого пристрою;

Ткорп — температура досліджуваного газу на вході в звужуючий пристрій;

Тв — температура повітря на вході в систему охолодження;

dP — різниця тисків між входом і виходом звужуючого пристрою;

Iб — струм, споживаний охолоджувальним пристроєм.

Аналіз проводився в системі STATISTICA (StatSoft) [7]. Для досліджуваних змінних були отримані описові статистики (рис. 1, а) та кореляційна матриця (рис. 1, б), надіагональні елементи якої є дзеркальним відображенням піддіагональних відносно головної діагоналі.

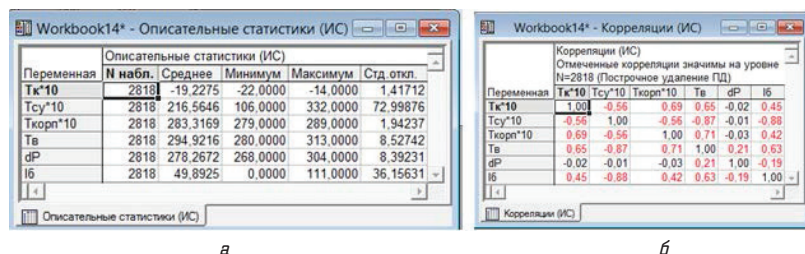


Рис. 1. Результати статистичного аналізу сигналів в системі STATISTICA: а — значення описових статистик змінних; б — кореляційна матриця

Аналіз матриці показує, що значення декількох коефіцієнтів кореляції є позитивними, а значення інших негативними. Крім того, між другою і шостою змінними (Тсу і Iб) і другою і четвертою змінними (Тсу і Тв) є відносно тісний негативний кореляційний зв'язок. Між третьою і першою змінними (Ткорп і Тк) та третьою і четвертою змінними (Ткорп і Тв) є відносно тісний позитивний кореляційний зв'язок. Є пов'язаними слабкіше перша і четверта змінні (Тк і Тв) та четверта і шоста змінні (зв'язок позитивний), а також перша і друга змінні (Тк і Тсу) та третя і друга змінні (зв'язок негативний). П'ята змінна (dP) є практично незалежною від усіх попередніх.

Факторний аналіз виходить з кореляційної матриці, її діагональні елементи замінюються новими, так званими спільностями. Метою факторного аналізу є витягання на поверхню величини, так званого чинника, який би по можливості точніше дозволив відтворити спостережувані кореляції з використанням відповідної процедури обчислень.

Визначимо методом виділення головних компонентів матрицю А факторного відображення, факторні навантаження якої набувають значень від  $-1$  до  $+1$  (рис. 2, а).

Факторний аналіз дозволив при описі спостережень від шести змінних перейти до двох чинників. Чинники, які є пов'язаними зі змінними у вказаних кількісних співвідношеннях, в достатній мірі пояснюють спостережувані кореляції. Перший чинник є пов'язаним з усіма

змінними, окрім п'ятої (dP). Другий чинник має тісний зв'язок тільки з п'ятою змінною. Спрощення полягає в тому, що саме ці два чинники є достатніми для відображення зв'язків між шістьма змінними. І, якщо кореляційна матриця має порядок рівний шести, при цьому кожному її рядку відповідає одна шестивимірною простору, який зображувати є неможливим, то відповідна матриця факторного відображення має порядок  $6 \times 2$ , що дає можливість графічно представити шість змінних в двовимірному просторі. Цей перехід від шестивимірної кореляційної матриці до двовимірного простору загальних чинників здійснено шляхом виділення чинників.

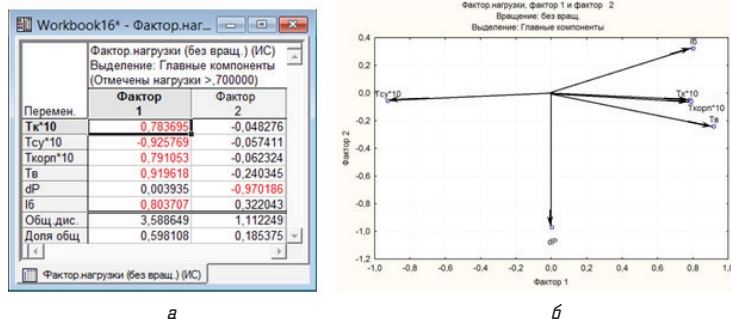


Рис. 2. Результат визначення факторів в системі STATISTICA: а — матриця факторного відображення; б — її геометрична інтерпретація

Графічне представлення спільності чинників дає геометричну інтерпретацію, при якій змінні представляють у вигляді векторів на площині, рис. 2, б.

Довжина векторів-змінних в просторі загальних чинників (рис. 2, б) вказує на те, яка доля одиничної дисперсії кожної змінної є загальною з чинниками, а кут між двома векторами-змінними в просторі загальних чинників є мірою кореляції обох змінних.

### 4. Висновки

Факторний аналіз дозволив виділити два практично незалежних фактора і показав, що для відображення зв'язків між шістьма змінними вимірювальної системи і опису цього об'єкту є достатніми два фактори, які з достатньою для практики точністю відтворюють дані, отримані в результаті спостережень. В один фактор об'єднані змінні, що сильно корелюють між собою. Як наслідок було отримано наочну структуру факторів. Перший фактор впливає на температурні режими елементів системи і показники, які їх відбивають, другий фактор впливає на величини тисків в звужуючому пристрої системи, що доводить коректність дослідження якісних показників природного газу, які виконуються у вимірювальній системі за допомогою вивчення впливу цих двох факторів.

### Література

1. Лур'є, А. Досвід промислової експлуатації вимірювачів вологості газу на магістральних газопроводах України [Текст] / А. Лур'є, В. Плехоткин, М. Ткаченко, О. Швейкін // Збірник присвячений 50-річчю Шебелинського родовища. — Харків, 2008. — С. 32–36.

2. Гордієнко, І. А. Дослідження метрологічних характеристик вологомірів природного газу різних типів в умовах експлуатації на об'єктах ДК «Укртрансгаз» [Текст] : зб. наук. пр. / І. А. Гордієнко, А. І. Лур'є, В. М. Козій, А. Г. Івков та ін. // Питання розвитку газової промисловості України. — Харків: УкрНДІгаз, 2006. — Вип. XXXIV. — С. 187–195.
3. Швейкін, О. Приклад інструментального визначення температури початку утворення кристалогідратів в природному газі [Текст] / О. Швейкін // Питання розвитку газової промисловості України. — Харків, 2009. — С. 131–133.
4. Швейкін, О. Л. Інструментальне визначення температури утворення рідкої та твердої фази компонентів природного газу в автоматичному режимі [Текст] / О. Швейкін // Метрологія та прилади. — № 4. — 2008. — С. 37–39.
5. Иберла, К. Факторный анализ [Текст] / К. Иберла. — М.: Статистика, 1980. — 380 с.
6. Harman, H. H. Modern factor analysis [Text] / H. H. Harman. — Chicago, 1976. — 508 p.
7. Ким, Дж. О. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ [Текст] / Дж. О. Ким, Ч. У. Мьюллер. — М.: Финансы и статистика, 1989. — 215 с.
8. Шуметов, В. Г. Факторный анализ: подход с применением ЭВМ [Текст] / В. Г. Шуметов, Л. В. Шуметова. — Орел: ОрелГТУ, 1999.
9. Боровиков, В. П. Statistica: искусство анализа данных на компьютере [Текст] / В. П. Боровиков. — 2-е изд. — С-Пб.: Питер, 2003 — 688 с.
10. Хвостова, О. В. Вологометрия природного газу [Текст] / О. В. Хвостова, А. Й. Лур'є, О. Л. Швейкін. — Харків: Курсор, 2011. — С. 74–80.

#### СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА

В работе проведен факторный анализ сигналов измерительной системы. В частности, получены описательные статистики, корреляционная матрица, матрица факторной нагрузки и ее геометрическая интерпретация. Была получена наглядная структура факторов, которые влияют на процесс измерения. Доказана корректность исследования качественных показателей природного газа, которые выполняются измерительной системой с помощью изучения влияния этих двух факторов.

**Ключевые слова:** факторный анализ, корреляционная матрица, влажность природного газа, статистические характеристики, фактор.

*Швейкін Олександр Леонідович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Український науково-дослідний інститут природних газів, Харків, Україна, e-mail: shveykin\_al@meta.ua.*  
*Прокopenко Олена Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, кафедра систем управління, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Україна, e-mail: digaz@i.ua.*

*Швейкин Александр Леонидович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Украинский научно-исследовательский институт природных газов, Харьков, Украина.*

*Прокopenко Елена Александровна, кандидат технических наук, доцент, кафедра систем управления, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, Украина.*

*Shveykin Alexandr, Ukrainian Research Institute for Natural Gases, Kharkiv, Ukraine, e-mail: shveykin\_al@meta.ua.*

*Prokopenko Olena, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: digaz@i.ua*

УДК 519.246

Щелкалин В. Н.

## МОДЕЛЬ АВТОРЕГРЕССИИ — СПЕКТРАЛЬНО ПРОИНТЕГРИРОВАННОГО СКОЛЬЗЯЩЕГО СРЕДНЕГО

*В статье рассматривается развитие метода Бокса-Дженкинса, основанное на совместном использовании идей методов «Гусеница»-SSA и Бокса-Дженкинса. Предложена модель авторегрессии — спектрально проинтегрированного скользящего среднего, реализующая трендовый подход, который заключается в моделировании процесса как отклонения фактических значений относительно трендовой составляющей, в роли которой выступает линейная рекуррентная формула метода «Гусеница»-SSA.*

**Ключевые слова:** прогнозирование временных рядов, структурная идентификация, метод Бокса-Дженкинса, метод «Гусеница»-SSA.

### 1. Введение

В методе Бокса-Дженкинса уделено особое внимание проблеме выбора модели и ее оцениванию. В это методе используются идеи, что нестационарные временные ряды можно преобразовать в стационарные путем перехода от исходного временного ряда к его разностям соответствующего порядка  $d = 1, 2$  и т. д. [1–6]. В [7] указывается, что игнорирование длинной памяти, когда она в действительности имеет место, приводит к более серьезному ухудшению результатов, чем ее наложение при отсутствии таковой.

### 2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Анализ литературы позволяет сделать вывод о том, что дальнейшим распространением моделей метода Бокса-Дженкинса для моделирования нестационарных временных рядов являются модели авторегрессии — дробно интегрированного скользящего среднего [8] и модели метода ОЛИМП.

Теория прогнозирования, которая рассматривается в данной статье, основана на методах Бокса-Дженкинса и «Гусеница»-SSA. Предлагается модель авторегрессии —