

смесей. Показано, что использование лингвистической информации, а именно, разбиения на фонемы, при формировании моделей диктора позволяет добиться высокой точности идентификации, при этом не требуя использования этой информации в процессе распознавания. Также показано, что использование обратных мел-частотных кепстральных коэффициентов позволяет значительно (до 20 %) повысить точность идентификации, особенно при большом количестве дикторов.

Литература

1. *Лютова Д. А.* Основные задачи и методы технологий распознавания говорящего по голосу // Вестник Московского государственного лингвистического университета: научно-технический журнал. 2010. Выпуск 13. С. 131–147.
2. *Christian Müller (Ed.).* Speaker Classification I. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany. 2007. P. 229–231.
3. *S. Chakroborty and G. Saha.* Improved Text-Independent Speaker Identification Using Fused MFCC and IMFCC feature Sets Based on Gaussian Filter // International Journal of Signal Processing. 2009. Vol. 5. No. 1. P. 11–19.

ПРОГРАММА ESI ANALYSIS ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА ОПЕРЕЖАЮЩИХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ БЕЛОРУССКОЙ ЭКОНОМИКИ ПО ОПРОСНЫМ ДАННЫМ

Е. В. Кондратович, В. И. Малюгин

ВВЕДЕНИЕ

Одной из ключевых задач анализа и прогнозирования экономической активности на макроуровне является разработка систем раннего обнаружения смены фаз экономических циклов на основе статистических методов и эконометрических моделей [1]. Для получения ранних сигналов о смене фаз и оценивания моментов смены фаз, называемых поворотными точками, в рамках указанных систем применяются так называемые опережающие экономические индикаторы. Индикатор считается опережающим, если поворотные точки его цикла (точки переключения фаз цикла «спад» и «подъем») опережают поворотные точки цикла базового экономического индикатора, в качестве которого используется реальный ВВП. В статье представляется программа ESI Analysis, реализующая методологию построения и применения опережающих индикаторов в виде сводного индекса экономических настроений (ESI – Economic Sentiment Index) для белорусской экономики и индексов доверия (Confident Indexes) для отдельных видов экономической деятельности (ВЭД) по опросным данным системы мониторинга предприятий Национального банка Республики Беларусь [2].

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПЕРЕЖАЮЩИХ ИНДИКАТОРОВ

Методологической основой для расчета индексов экономических настроений, а также ряда других опережающих индикаторов, служит методология, разработанная Статистическим департаментом Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) [3]. Для построения индикаторов в программе ESI Analysis используются опросные данные белорусских предприятий, формируемые в системе «Мониторинг предприятий» Национального банка Республики Беларусь на ежемесячной основе с мая 2005 г. В мониторинге участвуют около 2000 предприятий четырех ВЭД, в том числе: около 700 предприятий промышленности, 250 предприятий транспорта, 500 строительных организаций, 500 предприятий торговли, а также около 100 предприятий прочих видов экономической деятельности. Мониторинг предприятий проводится посредством анкетирования. Анкета включает 45 вопросов. Ответы на вопросы отражают изменения экономической деятельности предприятий, имевшие место по сравнению с 3 предыдущими месяцами, а также их ожидания в течение следующих 3 месяцев.

Реализованная в программе ESI Analysis методика вычисления индексов предполагает использование временных рядов балансов ответов (балансовых временных рядов) для выбираемого в программе списка вопросов. Алгоритм построения и применения индекса экономических настроений состоит из следующих основных этапов [2]:

- предварительный отбор временных рядов балансов ответов;
- сезонная корректировка временных рядов балансов ответов;
- вычисление индексов доверия и сводного индекса ESI;
- выделение циклов для реального ВВП (GDP) и индекса экономических настроений ESI;
- сравнительный анализ циклов GDP и ESI и оценка поворотных точек;
- экономический анализ и прогнозирование текущей и ожидаемой фазы экономического цикла для GDP на основе опережающего индикатора ESI.

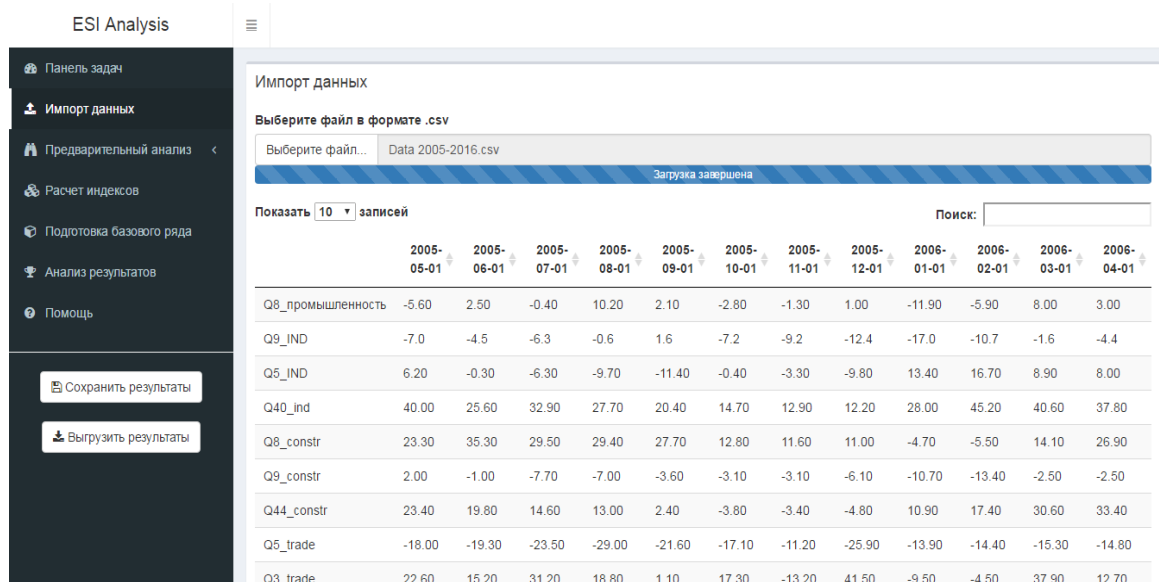
ПРОГРАММА ESI ANALYSIS: НАЗНАЧЕНИЕ, УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАПОЛНЕНИЕ

Программа ESI Analysis – это веб-приложение с графическим пользовательским интерфейсом, которое предназначено для построения индексов доверия для видов экономической деятельности и индекса экономических настроений белорусской экономики в целом, а также для совместного анализа циклов и оценки поворотных точек фаз циклов базового экономического индикатора (реального ВВП) и индекса экономических настроений ESI.

Программа ESI Analysis разработана на языке R. Поэтому для ее работы на компьютере необходимо иметь R version 3.3.0 и ряд используемых библиотек из R. Для реализации пользовательского интерфейса использован фреймворк Shiny. Программа может быть установлена на компьютере с операционными системами Windows и Linux.

Разработанное приложение ESI Analysis включает в себя шесть функциональных модулей:

1. *Модуль импорта и экспорта данных.* Модуль позволяет загружать данные в формате .csv для построения индексов доверия и индекса экономических настроений, а также загрузить базовые временные ряды (рис. 1), необходимые для проведения анализа построенных индексов. После построения индексов система позволяет выгрузить полученные данные в формате .csv.



	2005-05-01	2005-06-01	2005-07-01	2005-08-01	2005-09-01	2005-10-01	2005-11-01	2005-12-01	2006-01-01	2006-02-01	2006-03-01	2006-04-01
Q8_промышленность	-5.60	2.50	-0.40	10.20	2.10	-2.80	-1.30	1.00	-11.90	-5.90	8.00	3.00
Q9_IND	-7.0	-4.5	-6.3	-0.6	1.6	-7.2	-9.2	-12.4	-17.0	-10.7	-1.6	-4.4
Q5_IND	6.20	-0.30	-6.30	-9.70	-11.40	-0.40	-3.30	-9.80	13.40	16.70	8.90	8.00
Q40_ind	40.00	25.60	32.90	27.70	20.40	14.70	12.90	12.20	28.00	45.20	40.60	37.80
Q8_constr	23.30	35.30	29.50	29.40	27.70	12.80	11.60	11.00	-4.70	-5.50	14.10	26.90
Q9_constr	2.00	-1.00	-7.70	-7.00	-3.60	-3.10	-3.10	-6.10	-10.70	-13.40	-2.50	-2.50
Q44_constr	23.40	19.80	14.60	13.00	2.40	-3.80	-3.40	-4.80	10.90	17.40	30.60	33.40
Q5_trade	-18.00	-19.30	-23.50	-29.00	-21.60	-17.10	-11.20	-25.90	-13.90	-14.40	-15.30	-14.80
Q3_trade	22.60	15.20	31.20	18.80	1.10	17.30	-13.20	41.50	-9.50	-4.50	37.90	12.70

Рис. 1. Результат импорта балансовых временных рядов

2. *Модуль управления данными.* Данный модуль позволяет управлять пользовательскими файлами, которые хранят информацию о данных, используемых для построения, а также применяемых параметрах алгоритма.

3. *Модуль предварительного анализа данных.* Модуль предоставляет возможность для проведения разведочного анализа данных. Приложение позволяет вычислять различные описательные статистики.

4. *Модуль расчета индексов.* Модуль позволяет выбрать наиболее подходящие данные для построения индексов, учитывать ряды, имеющие обратную тенденцию, позволять проводить сезонную корректировку временных рядов с помощью методов X-11 и TRAMO/SEATS, выделять долгосрочный тренд и циклическую компоненту с использованием фильтра Ходрика – Прескотта. Также система поддерживает возможность настройки весов, которые используются при построении индекса, а также построение индексов прямым и непрямым методом.

5. *Модуль для обработки базового экономического индикатора.* Модуль позволяет выбирать базовый экономический индикатор из возможного множества вариантов, а также осуществлять выделение из него долгосрочного тренда и циклической составляющей.

6. *Модуль анализа результатов.* Результаты выполнения на каждом этапе допускают сохранение в файлы соответствующих типов, а также представляются в самой программе в табличном и графическом виде, что позволяет осуществлять из анализ. На рис. 2 представлены рассчитанные индексы доверия для четырех ВЭД (правая шкала) и индекс экономических настроений (левая шкала). Сравнительный анализ циклов и поворотных точек для индекса экономических настроений ESI и базового индикатора GDP может быть выполнен на основании рис. 3.

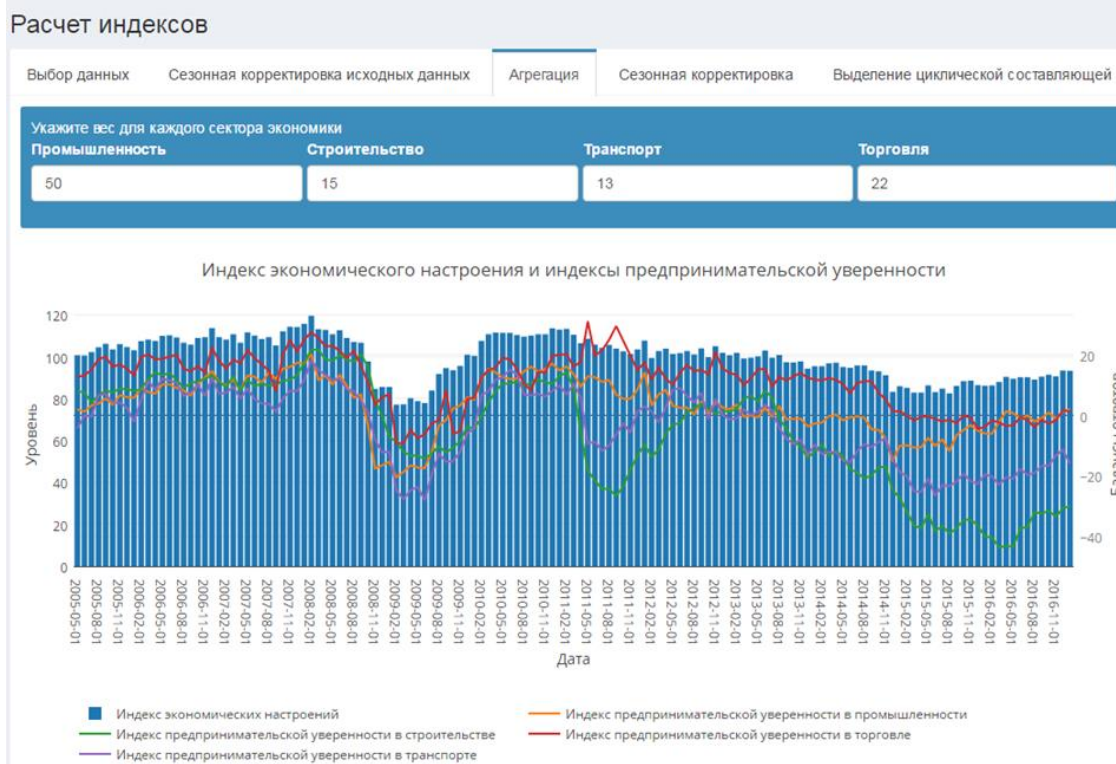


Рис.2. Графический анализ индикаторов

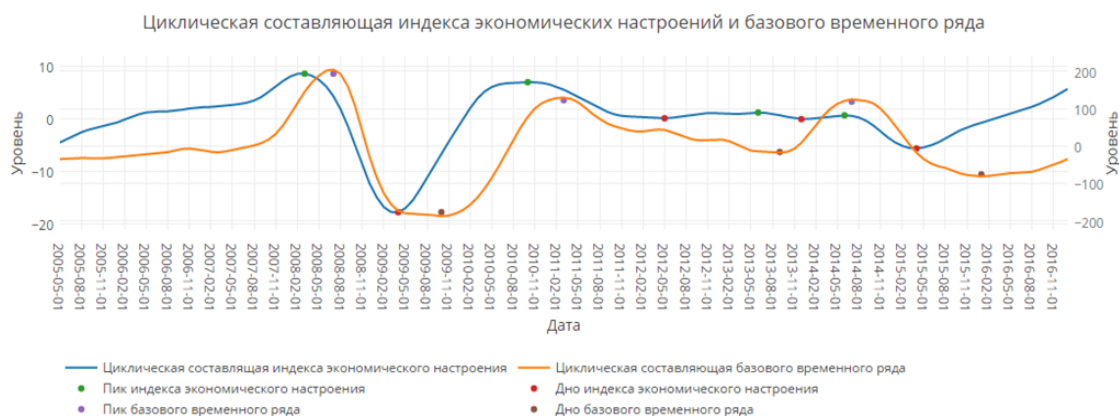


Рис.3. Сравнительный анализ циклов GDP и ESI

Литература

1. *Малюгин В.И.* О построении индекса экономических настроений по данным конъюнктурных опросов белорусских нефинансовых организаций / В.И. Малюгин, Е.В. Кондратович, Л.С. Гилевская // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития: структурные реформы и экономический рост: XVI Международная научная конференция, 23 октября 2015 г. – Минск, 2015. – С.165–171.
2. Разработка системы опережающих экономических индикаторов и экономических диффузных индексов для основных видов экономической деятельности и экономики Республики Беларусь в целом с использованием экономико-математических,

- эконометрических методов и моделей на основе данных системы мониторинга предприятий Национального банка Республики Беларусь: отчет о НИР (заключ.) / НИИ ППМИ; рук. В.И. Малюгин. – Минск, 2017. – 148 с. – №ГР 20162817.
3. OECD. Business Tendency Survey. A Handbook. // OECD PUBLICATIONS. – 2003. – 127 p.

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ФИРМЫ С ОБУЧЕНИЕМ СОТРУДНИКОВ

П. А. Косач

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В работе рассматривается модель фирмы, объемы основного капитала и трудовых ресурсов которой остаются неизменными в течение всего периода планирования, а единственным фактором увеличения доходов является рост производительности труда, который достигается за счет 1) роста опыта сотрудников фирмы в процессе производства и 2) в результате целенаправленного их обучения новым технологиям [1].

Рассмотрим способ 1) – обучение в процессе производства. Будем считать, что темп приобретения опыта сотрудниками зависит от объема выпуска продукции, кроме того, опыт может уменьшаться в результате забывания, утраты навыков, текучки персонала, устаревания технологии.

Обозначим: $y(t)$ – объем производства в момент времени t ; $Z(t)$ – объем опыта, полученного в процессе производства. Тогда изменение опыта во времени описывается дифференциальным уравнением

$$\dot{Z}(t) = y(t) - \delta Z(t), \quad Z(0) = Z_0 > 0, \quad (1)$$

где $\delta > 0$ – постоянный темп утраты опыта; $\dot{Z} = dZ / dt$

Рассмотрим способ 2) – повышение производительности персонала за счет целенаправленных мероприятий по обучению сотрудников.

Пусть $K(t)$ – знания, полученные сотрудниками в результате обучения к моменту времени t , $u(t)$ – средства, выделяемые на обучение в момент t . Будем считать, что накопление знаний происходит по закону [1]:

$$\dot{K}(t) = f(u(t)) - aK(t), \quad K(0) = K_0 > 0, \quad (2)$$

где $a > 0$ – постоянный темп утраты знаний, функция f обладает свойствами неоклассической производственной функции.

Пусть $C(t)$ – общая себестоимость производства в момент времени t . Далее будем исследовать случай, когда себестоимость зависит от опыта $Z(t)$, знаний $K(t)$ и выпуска продукции $y(t)$ следующим образом:

$$C(t) = G(Z(t))y(t) + F(K(t)),$$