

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ

УДК 004.9 : 338.27

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧИСЛОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

А.А. Васильев¹, Е.В. Васильева²

^{1,2}Тверской государственный университет, г. Тверь

В статье проведен выборочный сравнительный анализ программного обеспечения, используемого в России для прогнозирования числовых экономических показателей. В качестве такого программного обеспечения рассматривались статистические пакеты программ, аналитические платформы, нейропакеты и программы для автоматизации бизнеса. Сравнение осуществлялось на основе анализа реализованных методов прогнозирования.

Ключевые слова: *анализ временных рядов, аналитическая платформа, нейропакет, программа для автоматизации бизнеса, прогнозирование, регрессионный анализ, статистический пакет программ.*

В настоящее время для прогнозирования экономических показателей чаще всего применяются статистические пакеты программ, математические пакеты программ, аналитические платформы, нейропакеты, программы для автоматизации бизнеса и табличный процессор MS Excel. Рынок этого программного обеспечения достаточно динамичен: некоторые программные продукты по разным причинам прекращают развиваться, и они покидают рынок; вместо них появляются новые продукты; некоторые статистические программные продукты прекратили самостоятельное существование и составными частями вошли в программы для автоматизации бизнеса или аналитические платформы. В связи с этим объектом настоящего исследования является популярное на современном российском рынке программное обеспечение на русском языке для прогнозирования экономических показателей.

Анализ последних обзоров статистического программного обеспечения, используемого в российских вузах, [1, 2] показал следующее:

1) в настоящее время в качестве компьютерного инструмента для решения эконометрических задач чаще всего используется табличный процессор MS Excel;

2) среди статистических программных продуктов в качестве альтернатив рассматриваются статистические пакеты общего назначения (STATISTICA, SPSS), специализированные программы для анализа временных рядов (EViews, Stata, Gretl, VSTAT), математический пакет прикладных программ MATLAB и программа R, ориентированная на программирование;

3) в качестве компромисса по критериям “возможности программного продукта” и “стоимость” в настоящее время в учебном

процессе рекомендуется использовать программы для анализа временных рядов (Gretl, Stata, EViews, VSTAT), а также табличный процессор MS Excel;

4) в указанных обзорах отсутствует сравнение возможностей статистических программ с возможностями аналитических платформ и программ для автоматизации бизнеса.

Предмет исследования заключается в анализе методов прогнозирования числовых экономических показателей, реализованных в современных русскоязычных и русифицированных статистических пакетах, аналитических платформах, нейропакетах и программах для автоматизации бизнеса. Цель исследования состоит в сравнении возможностей этого программного обеспечения по прогнозированию экономических показателей.

Общие сведения о сравниваемом русскоязычном или русифицированном программном обеспечении, имеющем инструменты для прогнозирования, представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Программное обеспечение для прогнозирования

Программный продукт	Производитель	Год появления	Цена одной лицензии	Количество пользователей
Статистические пакеты общего назначения				
IBM SPSS Statistics (ранее SPSS)	IBM (США) (до 2009 г. SPSS Inc.)	1967	Нет данных	Около 1000000
STATISTICA	Statsoft Inc. (США)	1985	1193\$	Более 250000
Статистическая программа для анализа временных рядов				
V-STAT Excel	(Россия, г. Москва)	1998	23000 руб.	Нет данных
Аналитические платформы				
Prognoz Platform	ЗАО “Прогноз” (Россия, г. Пермь)	1992	Нет данных	Более 1500
Deductor	BaseGroup Labs (Россия, г. Рязань)	2001	35000 руб.	Нет данных
Программы для автоматизации бизнеса				
Forecast PRO	Business Forecasting System Inc. (США)	1986	8995\$	Более 35000
Forecast4AC PRO	ООО “Ново Би Ай” (Россия, г. Санкт-Петербург)	2010	7700 руб.	Более 100
Forecast NOW!	ООО “Инжэниус Тим” (Россия, г. Тверь)	2011	9900 руб.	Более 25
FORECAST&SUPPLY	ООО “Автоматизация и консалтинг” (Россия, г. Москва)	2013	38000 руб.	Нет данных
Нейропакет				
NeuroShell 2	Ward Systems Group Inc. (США)	1988	870\$	Нет данных
Табличный процессор				
Microsoft Excel	Microsoft Corporation (США)	1985	19419 руб.	Миллионы

Сведения о позиционировании сравниваемых программных продуктов приведены в табл. 2. Некоторые дополнительные сведения о ценовой политике производителей данных программных продуктов приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 2

Позиционирование программного обеспечение для прогнозирования

Программный продукт	Позиционирование
IBM SPSS Statistics	Полнофункциональная статистическая система, предназначенная для решения исследовательских и бизнес-задач при помощи анализа данных.
STATISTICA	Мощные и удобные в использовании инструменты для статистического и графического анализа, прогнозирования, data mining, создания собственных пользовательских приложений, интеграции, совместной работы, web-доступа.
V-STAT Excel	Программа анализа и прогнозирования данных, работающая под управлением электронной таблицы MS Excel. Функционал программы соответствует содержанию учебного курса “Эконометрика”.
Prognoz Platform	BI-платформа для создания и разработки настольных, веб и мобильных приложений, объединяющая современные технологии хранилищ данных, визуализации, оперативного анализа данных (OLAP), формирования отчетности, моделирования и прогнозирования бизнес-процессов. Данная аналитическая платформа является лидером рейтинга “Крупнейшие поставщики BI-решений в России 2015”.
Deductor	Аналитическая платформа, являющаяся основой для создания законченных прикладных решений в области анализа данных.
Forecast PRO	Программное обеспечение для расчета прогнозов и разработки планов. Механизм прогнозирования продукта Forecast PRO Expert Selection в 2000 г. показал наилучшие результаты на независимом конкурсе по прогнозированию, в котором сравнивались 24 программных продукта при прогнозировании 3003 временных рядов спроса в различных отраслях.
Forecast4AC PRO	Программа для прогнозирования продаж в MS Excel.
Forecast NOW!	Система управления запасами для малого и среднего бизнеса.
FORECAST&SUPPLY	Специализированный программный продукт для прогнозирования продаж и расчета заказа поставщикам. Реализован на платформе 1c 8.2 и может быть встроен в любую конфигурацию 1С без изменения стандартных объектов. Детальная информация о продукте на сайте разработчика отсутствует.
NeuroShell 2	Универсальный пакет, предназначенный для нейросетевого анализа данных.
Microsoft Excel	Мощный инструмент, используемый для создания и форматирования электронных таблиц, анализа данных и обмена информацией для принятия управленческих решений.

Таблица 3

Ценовая политика производителей программного обеспечения

Программный продукт	Ценовая политика
IBM SPSS Statistics	В связи с особенностями лицензирования цена предоставляется по запросу. Специально для вузов разработан вариант лицензии IBM SPSS Statistics Campus Edition, предполагающий экономию при покупке более 20 лицензий и отсутствие ограничений на количество установок.
STATISTICA	В табл. 1 указана стоимость одной бессрочной однопользовательской версии продукта STATISTICA Base (стоимость данной лицензии для академических учреждений составляет 835\$). Стоимость такой же лицензии для продукта STATISTICA Automated Neural Networks - 2243\$ (для академических учреждений – 1570\$).
Prognoz Platform	Демонстрационная и персональная версии платформы предоставляются бесплатно.
Deductor	Академическая версия для вузов предоставляется бесплатно.
Forecast PRO	Наибольшими функциональными возможностями данного продукта обладает версия Forecast PRO TRAC. В табл. 1 указана стоимость этой версии при покупке одной лицензии. При покупке 5 и более лицензий стоимость одной лицензии составляет 4500 долларов США.
Forecast4AC PRO	В табл. 1 указана стоимость лицензии для частного лица. Стоимость лицензии для организации составляет 12800 руб.
Forecast NOW!	В табл. 1 указана стоимость стартовой версии (1 пользователь, 1 склад, до 10

Программный продукт	Ценовая политика
	товарных позиций). Стоимость расширенной версии (3 пользователя, 1 склад, до 10000 товарных позиций) составляет 215000 руб., стоимость максимальной версии (10 пользователей, 15 складов, до 200000 товарных позиций) – 550000 руб.
Microsoft Excel	В табл. 1 указана стоимость одной лицензии офисного пакета приложений Microsoft Office, включающей табличный процессор MS Excel. Стоимость корпоративной лицензии для академических учреждений – около 3080 руб.

Для прогнозирования экономических показателей, в основном, используются методы регрессионного анализа, анализа временных рядов, а также искусственные нейронные сети. Сравнение рассматриваемого программного обеспечения по реализованным в них методам эконометрики и прогнозирования приведено в табл. 4-6.

Таблица 4

Методы регрессионного анализа в программном обеспечении

Метод регрессионного анализа	STATISTICA	SPSS	V-STAT Excel	Prognoz Platform	Deductor	NeuroShell 2	Forecast PRO	Forecast4AC PRO	Forecast NOW!	MS Excel
1. Линейный регрессионный анализ										
1.1. Классическая линейная модель множественной регрессии (КЛММР)	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+
1.2. Гребневая регрессия (ридж-регрессия) (КЛММР в условиях мультиколлинеарности)	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
1.3. Ортогонализация объясняющих переменных методом главных компонент (КЛММР в условиях мультиколлинеарности)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
1.4. Пошаговая регрессия (КЛММР в условиях мультиколлинеарности)	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
1.5. Обобщенная линейная модель множественной регрессии										
- линейная модель множественной регрессии с гетероскедастичными остатками (обобщенный МНК или его частный случай – взвешенный МНК)	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
- линейная модель множественной регрессии с автокоррелированными остатками (обобщенный МНК)	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
1.6. Линейная модель множественной регрессии со стохастическими объясняющими переменными (метод инструментальных переменных)	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
1.7. Линейная модель множественной регрессии с переменной структурой (фиктивные переменные)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Нелинейный регрессионный анализ										
	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+
3. Системы одновременных уравнений										
- двухшаговый МНК	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-

В современном прогнозировании наблюдается тенденция использования комбинированных моделей прогнозирования, в которых происходит объединение прогнозов индивидуальных моделей прогнозирования. Выделяют два класса таких моделей прогнозирования [3, с. 126]: 1) селективная модель, в которой ошибки прогнозов используются для формирования адаптивного критерия, позволяющего выбирать из набора моделей в текущий момент времени наилучшую модель; 2) гибридная модель, в которой производится объединение прогнозов, полученных по моделям, входящим в набор, с весами в зависимости от точности прогнозов.

Таблица 5

Методы анализа временных рядов в программном обеспечении

Метод анализа временных рядов	STATISTICA	SPSS	V-STAT Excel	Prognoz Platform	Deductor	NeuroShell 2	Forecast PRO	Forecast4AC PRO	Forecast NOW!	MS Excel
1. Спектральный анализ	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+
2. Вейвлет-анализ	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
3. Трендовые модели										
3.1. Аналитические методы										
- кривые роста	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+
- Грей-метод	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- фильтр Ходрика-Прескотта	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- LRX-фильтр	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- фильтр Бакстера-Кинга	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
3.2. Алгоритмические методы										
- методы скользящего среднего	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+
- методы экспоненциального скользящего среднего	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+
- метод скользящей медианы	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
3.3. Скользящая регрессия	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
4. Модели стационарных временных рядов (для моделирования регрессионных остатков)										
- модели авторегрессии (AR)	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
- модели скользящего среднего (MA)	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-
- модель авторегрессии – скользящего среднего (ARMA)	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
- авторегрессионная условно гетероскедастичная модель (ARCH-модель)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- обобщенная авторегрессионная условно гетероскедастичная модель (GARCH-модель)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
5. Модели нестационарных однородных временных рядов										
5.1. Модель авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA)	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-
5.2. ARIMA с интервенциями	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.3. Сезонная модель ARIMA	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
5.4. Сезонная декомпозиция										
- метод Census 1	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-
- метод X11 (Census 2)	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
- метод X12- ARIMA	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- модель TRAMO	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- модель SEATS	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
5.5. Регрессионные модели с распределенными лагами										
- обычные лаги	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- полиномиальная лаговая структура Алмон	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
- геометрическая лаговая структура Койка	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
6. Адаптивные модели прогнозирования на основе экспоненциального сглаживания										
- модель Брауна нулевого порядка	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
- модель Хольта	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
- модель Хольта-Уинтерса	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
- другие адаптивные модели	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-
7. Модели прогнозирования редких продаж (модель Кростона, метод Bootstrapping или другие)	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-

Сведения о наличии комбинированных моделей прогнозирования в сравниваемом программном обеспечении представлены в табл. 7. Гибридная модель на основе усреднения прогнозов используется в программе STATISTICA при объединении прогнозов множества (ансамбля) нейронных сетей.

Таблица 6

Нестатистические методы интеллектуального анализа данных
в программном обеспечении

Нестатистический метод интеллектуального анализа данных	STATISTICA	SPSS	V-STAT Excel	Prognoz Platform	Deductor	NeuroShell 2	Forecast PRO	Forecast4AC PRO	Forecast NOW!	MS Excel
1. Искусственные нейронные сети										
- многослойный перцептрон (MLP)	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-
- сети типа радиальной базисной функции (RBF)	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
- обобщенно-регрессионная нейронная сеть (GRNN)	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-
- линейная сеть	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Эволюционное программирование										
- генетические алгоритмы	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
- метод группового учета аргументов	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Таблица 7

Комбинированные модели прогнозирования в программном обеспечении

Вид комбинированной модели	STATISTICA	SPSS	V-STAT Excel	Prognoz Platform	Deductor	NeuroShell 2	Forecast PRO	Forecast4AC PRO	Forecast NOW!	MS Excel
Селективная модель	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-
Гибридная модель	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Выбор программного обеспечения для прогнозирования экономических показателей представляет собой сложную многокритериальную задачу. Методология многокритериального выбора статистического пакета программ на основе анализа нескольких базовых качеств пакета описана в [4]. Эта методология может применяться при выборе программного обеспечения для прогнозирования при использовании его в учебном процессе. Адекватный выбор методов прогнозирования (и, соответственно, программного обеспечения) для организаций зависит от многих факторов [5, с. 312-313]: 1) целей прогноза; 2) горизонта прогнозирования; 3) количества имеющихся ретроспективных данных; 4) особенностей данных.

Условия применения моделей прогнозирования в зависимости от количества ретроспективных данных, обобщенные по информации разных источников, заключаются в следующем [6, с. 208]: 1) модели на основе экспоненциального сглаживания позволяют вычислять прогнозные значения при наличии 1-2 наблюдений; 2) для достоверной идентификации регрессионных моделей число наблюдений должно в 6-7 раз превышать число оцениваемых параметров при независимых переменных; 3) авторегрессионные модели предназначены для прогнозирования временных рядов, имеющих 50 и более уровней; 4) для обучения нейронной сети требуются сотни наблюдений.

Проведенный анализ программного обеспечения для прогнозирования экономических показателей и факторов, влияющих на

его выбор, позволяет сформулировать следующие выводы: 1) на рынке программного обеспечения имеется множество русскоязычных и русифицированных программных продуктов, различающихся функциональным содержанием и стоимостью лицензии; 2) наибольшим функциональным разнообразием среди рассмотренных программных продуктов обладают статистические пакеты общего назначения (SPSS, STATISTICA) и аналитическая платформа Prognoz Platform; 3) в настоящее время в учебном процессе для изучения методов эконометрики и прогнозирования по критериям функциональное разнообразие и стоимость лицензии представляется целесообразным использовать программу для анализа временных рядов V-STAT Excel или аналитическую платформу Prognoz Platform; 4) выбор программного обеспечения для прогнозирования в конкретной организации необходимо производить с учетом особенностей решения задачи прогнозирования в этой организации.

Список литературы

1. Гафарова Е.А. Применение прикладных программ при обучении эконометрическим дисциплинам [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования: электронный научный журнал. 2014. №6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15399> (дата обращения 10.01.2016).
2. Орлова И.В., Турундаевский В.Б. Компьютерные технологии в эконометрическом моделировании [Текст] // Международный журнал экспериментального образования. 2015. №3. С. 342-345.
3. Малая российская энциклопедия прогнозистики [Текст] / И.В. Бестужев-Лада (гл. ред.), А.И. Агеев и др. М.: Институт экономических стратегий, 2007. 328 с.
4. Айвазян С.А., Степанов В.С. Программное обеспечение по статистическому анализу данных: методология сравнительного анализа и выборочный обзор рынка [Электронный ресурс]. – М.: ЦЭМИ РАН, 1997. - URL: <http://www.pubhealth.spb.ru/SAS/STatProg.htm> (дата обращения 10.01.2016).
5. Прикладная статистика. Основы эконометрики [Текст]: учеб. – В 2-х т. – 2-е изд., испр. – Т. 2: Айвазян С.А. Основы эконометрики. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 432 с.
6. Васильев А.А. Проблемы выбора модели прогнозирования объема продаж на этапе выведения товара на рынок / Факторы развития экономики России: материалы VII Междунар. научно-практ. конф., 22-23 апреля 2015 года. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2015. С. 207-213.

SOFTWARE FOR FORECASTING OF NUMERICAL ECONOMIC INDICATORS

A.A. Vasiliev¹, E.V. Vasilieva²

^{1,2}Tver State University, Tver

In the issue selective comparative analysis of software products, using in Russia for forecasting of numerical economic indicators, is conducted. Statistics packages of programs, analytics platforms, neuropackages and

programs for business-automation were considered as such software programs. Comparison was based on analysis of implemented methods of forecasting.

Keywords: *analysis of time series, analytics package, neuropackage, program for business-automation, forecasting, regression analysis, statistics package of programs*

Об авторах:

ВАСИЛЬЕВ Александр Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой математики, статистики и информатики в экономике, Тверской государственной университет, (170000, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33), e-mail: vasiljev-tvgu@yandex.ru

ВАСИЛЬЕВА Екатерина Васильевна – старший преподаватель кафедры математики, статистики и информатики в экономике, Тверской государственной университет, (170000, г. Тверь, ул. Желябова, д. 33), e-mail: tver-tvgu@mail.ru

About the authors:

VASIL'EV Aleksandr Anatol'evich – Philosophy Doctor in Engineering Science, Associate Professor, Head of Department of Mathematics, Statistics and Informatics in Economics, Tver State University, (33, Zhelaybova St., Tver, 170000), e-mail: vasiljev-tvgu@yandex.ru

VASIL'EVA Ekaterina Vasil'evna – Senior Lecturer of Department of Mathematics, Statistics and Informatics in Economics, Tver State University, (33, Zhelaybova St., Tver, 170000), e-mail: tver-tvgu@mail.ru

References

1. Gafarova E.A. Primenenie prikladnyh programm pri obuchenii jekonometricheskim disciplinam [Jelektronnyj resurs]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija: jelektronnyj nauchnyj zhurnal*. 2014. №6. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=15399> (data obrashhenija 10.01.2016).
2. Orlova I.V., Turundaevskij V.B. Komp'juternye tehnologii v jekonometricheskom modelirovanii. *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija*. 2015. №3. S. 342-345.
3. Malaja rossijskaja jenciklopedija prognostiki. I.V. Bestuzhev-Lada (gl. red.), A.I. Ageev i dr. M.: Institut jekonomicheskijh strategij, 2007. 328 s.
4. Ajvazjan S.A., Stepanov V.S. Programmnoe obespechenie po statisticheskomu analizu dannyh: metodologija sravnitel'nogo analiza i vyborochnyj obzor rynka [Jelektronnyj resurs]. M.: CJeMI RAN, 1997. URL: <http://www.pubhealth.spb.ru/SAS/STatProg.htm> (data obrashhenija 10.01.2016).
5. *Prikladnaja statistika. Osnovy jekonometriki: ucheb. V 2 t. 2-e izd., ispr. T. 2: Ajvazjan S.A. Osnovy jekonometriki*. M.: JuNITI-DANA, 2001. 432 s.
6. Vasil'ev A.A. Problemy vybora modeli prognozirovaniya ob#ema prodazh na jetape vyvedeniya tovara na rynek. *Faktory razvitija jekonomiki Rossii: materialy VII Mezhdunar. nauchno-prakt. konf., 22-23 aprelja 2015 goda*. Tver': Tver. gos. un-t, 2015. S. 207-213.
- 7.