
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ САХАРНОЙ ОТРАСЛИ АПК

Жмурко Даниил Юрьевич, канд. экон. наук

Краснодарский университет МВД России, Ярославская ул., 128, Краснодар, Россия, 350005; e-mail: danis1982@list.ru

Цель: оценка и верификация математического аппарата является неотъемлемой частью любого исследования. Применение реальной статистической базы в построенных моделях позволяет оценить их адекватность, точность аппроксимации, а также прогностическую способность. Это подтверждается согласованностью теоретических результатов с экспериментальными. Статья посвящена вопросам верификации комплексного прогнозирования показателей деятельности интегрированных производственных систем сахарного подкомплекса (ИПС СП) с учетом их отраслевых особенностей. Предметом исследования является подтверждение предложенных научных гипотез и положений на основе тщательного анализа состояния НИР в данной предметной области. *Обсуждение:* в предположении, что адаптированные и новые метрики верификации прогностических систем в значительной степени улучшают качество прогноза, которое определяется как мера устойчивого развития объекта по тем траекториям, которые были определены планом прогноза. Автор предлагает осуществлять комплексную верификацию по всем изучаемым объектам с привлечением следующих тестов: метод кросс-валидации, коэффициент предикативности, тест Манна – Уитни, детрендный флуктуационный анализ, V-статистика, метод масштабированной оконной дисперсии, тесты на проверку белого шума, тесты на однородность, проверки исторической доходности предсказаний, коэффициент когерентности, графический анализ моделей и т.п. Впервые реализованы верификационные тесты: коэффициент форвардной эффективности и количественный индикатор качества системы (System Quality Number). Необходимо помнить, что отдельные положения требуют дополнений, уточнений или привлечения иных сведений и разработок, что повышает их методическую полезность. *Результаты:* в статье описан ряд ограничений и трудностей, которые предстоит преодолеть исследователям, занятым в этой научной сфере. Изложены перспективы и пути дальнейшего развития верификации комплексного прогнозирования

не только для сахарной отрасли, но и для других секторов народного хозяйства России.

Ключевые слова: верификация, статистические тесты, проверка моделей на адекватность, оценка эффективности, модели прогнозирования.

DOI: 10.17308/meps.2021.2/2532

Введение

Выполнение правильно подготовленных производственных планов и обеспечение нужд производства необходимыми ресурсами обуславливают устойчивое финансовое положение организации.

Классический подход к оценке экономической эффективности определенных технологий основан на сравнении производственных результатов с применением прогностики и без нее. Для этого используется группа разных видов анализа, которая позволяет исследовать степень и направление влияния тех или иных моделей и факторов на конечный результат.

В связи с тем, что полученных экспериментальных значений огромное количество, выход был найден в некотором компромиссе: представить экономическую эффективность в виде обобщенной матрицы относительных величин, которая для наших целей является наиболее удобным инструментом. В табл. 1 показаны результаты верификации, полученные от применения разработанных моделей и методов.

Таблица 1

Расчет оценки эффективности моделей прогнозирования
(с применением разных метрик качества)

Метод	Критерий оценивания				
	Коэффициент направленности тренда (%)	Коэффициент устойчивости прогноза	Процент точности (%)	Эффективность прогноза (%)	Индекс прибыльности
Экспонента Г. Хёрста	Являются вспомогательными элементами анализа, моделирования и прогнозирования				
Анализ иерархических структурных сдвигов	Являются вспомогательными элементами анализа, моделирования и прогнозирования				
Спектральный анализ	75,7	79,8	76,5	78,4	73,2
Вейвлет-преобразование	81,2	83,0	80,2	80,8	75,4
Форвардный анализ	82,6	83,4	81,4	80,9	74,9
Нейроспектральный анализ	83,1	84,2	82,9	81,8	75,3
Нейровейвлетный анализ	83,5	84,4	83,3	82,7	75,9
Нейроквантовый анализ	85,8	85,2	83,6	83,2	76,3
Теория временных циклов Дж. Хёрста	82,3	84,7	82,4	82,6	74,6
Квантовые фигуры	87,7	85,6	83,9	84,1	77,3
Циклический геном сахарной отрасли	85,4	81,5	84,9	83,8	76,2
Социоэкономический (волновой) анализ	95,2	94,7	92,3	89,5	86,7

«При реализации прогностических методов учитывались два обстоятельства:

– имитационная модель должна обладать механизмом адекватного отражения возможных в перспективе изменений режимов и условий функционирования экономических объектов» [3];

– обработка результатов имитационных экспериментов должна давать ответ на вопрос о соответствии величины условиям функционирования объектов.

«Важным моментом в этой процедуре расчета эффективности прогноза является процесс имитации траекторий потенциально возможных результатов экономической деятельности моделируемых объектов. Только при достаточно высокой достоверности этих траекторий можно получить вполне надежную оценку вероятного риска. В связи с этим для подобных расчетов необходимо использовать различные алгоритмы проведения имитационных экспериментов» [6].

Анализ динамики и результатов моделирования позволяет отметить сильное замедление темпов роста всех исследуемых агропромышленных показателей (производства сахарной свеклы и тростника), а также снижение цен на сахар на мировых и региональных сырьевых площадках. Причиной (или триггером) этих колебаний стали, как сейчас понятно, последствия пандемии COVID-19 и перепроизводства нефти и газа. Эта тенденция получила свое отражение во всех имитационных моделях (особенно ярко это видно в 3D-проекции на примере производства сахара в Германии, см. приложение, раздел о непрерывных вейвлет-преобразованиях). Историческим аналогом подобных событий в имитационных моделях выступает период коллективизации в СССР и Великой депрессии в промышленно развитых странах Запада. Так что, скорее всего, в будущем этот период может быть отражен в мировой истории как период II Великой депрессии.

Но, несмотря на негативные тенденции, которые в прогнозных моделях достигают минимальных значений экстремумов в период 2020-2023 гг. (в некоторых моделях – к 2025 г.), они представляют собой большую государственную отраслевую проблему, которую необходимо решить руководству страны не позднее 2025 г. С течением времени в перспективе исследуемые величины будут постепенно возрастать, достигая максимальных уровней показателей 10-х гг. XX в., а затем и существенно превосходить их.

Таким образом, полученные результаты хорошо иллюстрирует практическое применение имитационных моделей в качестве инструмента прогнозирования для обоснования экономических показателей эффективности изучаемой системы. «Проводимые с их помощью многовариантные расчеты и определение прогнозных оценок вероятности отклонения этих вариантов от предполагаемых результатов регулирования позволяют сделать достоверный вывод о потенциальных возможностях вводимого и экономически обоснованного прогнозного инструментария» [6], основной целью которо-

го в долгосрочной перспективе является сведение риска до минимального уровня в процессе адаптивного управления иерархически сложными структурами сахарного подкомплекса АПК.

Таким образом, независимо от результатов исследований академика РАН С.Ю. Глазьева и других видных ученых, мы пришли к таким же выводам.

Траектории развития прогнозных моделей сахарного подкомплекса продемонстрировали, что в настоящее время общество, по-видимому, переживает период структурной перестройки мировой экономики, обусловленный сменой технологического и мирохозяйственного уклада¹. Жизненные циклы этих макроэкономических воспроизводящихся технологических и институциональных конструкций проявляются как длинные волны Н.Д. Кондратьева и как системные циклы накопления капитала Дж. Арриги [1]. А свойственные этим процессам закономерности определяются периодически происходящими эпохальными изменениями, опосредуемыми технологическими и социальными революциями, экономическими кризисами и войнами² [5].

Верификация методов и моделей прогнозирования

Верификация имеет специфическое содержание в исследовании будущего, состоящем в том, что нет общепринятого комплексного обобщенного критерия и соответствующего ему метода, описывающего качество прогноза. Используя верификацию, можно исследовать надежность и достоверность результата, полученного с помощью одного конкретного метода, но не прогнозируемой величины, полученной как результат всех используемых методов. Другими словами, верификация прогнозов означает синтез качества на основе его многостороннего анализа. Окончательный результат является синтетическим показателем, который из-за неоднородности составляющих элементов не может быть описан единственной расчетной формулой. Комплексный показатель качества прогноза может быть вычислен в зависимости от индивидуального качества (т.е. надежности, точности и тому подобных характеристик) действующих факторов и их важности для качества прогноза.

В частности, для каждого типа аномалии прогностическая модель формализуется с помощью линейной темпоральной логики и определяет свойства, характеризующие состояние верифицируемой системы.

¹ Процесс смены технологических укладов происходит раз в столетие и сопровождается технологической революцией, которая обесценивает значительную часть производственного и человеческого капитала, вызывая глубокий экономический кризис и депрессию. Выход из нее на очередную длинную волну экономического роста требует государственного стимулирования инвестиционной и инновационной активности в перспективных направлениях роста нового технологического уклада.

Современная ситуация в мире характеризуется наложением процессов смены технологических и хозяйственных укладов, следствием чего становится резонансное усиление кризисных явлений. Типичная для смены технологических укладов гонка вооружений с обострением военно-политической напряженности переходит в мировую войну, которая является закономерной фазой смены мирохозяйственных укладов.

² Источник: URL: <https://glazev.ru/articles/1-mirovoy-krizis/78041-o-glubinnykh-prichinakh-narastajushhego-khaosa-i-merakh-po-preodoleniju-jekonomicheskogo-krizisa>.

В диссертационном исследовании представлены методы формальной верификации, такие как индукция, абдукция, метод автоматического доказательства теорем и метод «проверки на модели» [2].

Для решения поставленных задач за основу был взят метод «проверки на модели». Он позволяет достаточно точно продемонстрировать, что верифицируемая система обладает желаемыми свойствами при условии выполнения экспериментальной модели.

С помощью представленной методологии комплексного прогнозирования реализована система верификации правил фильтрации «рабочих» моделей на основе метода «проверки на модели». Эта система использовалась при проведении экспериментов, что позволило провести анализ данных по моделям и оценить эффективность работы методик во время (или сразу после него) моделирования процесса или анализа поведения объекта исследования.

Чтобы оценить возможные преимущества какого-либо метода прогнозирования по сравнению с другими, необходимо выявить его эффективность. Под ней понимается мера оценки достоверности прогноза, являющаяся основанием для принятия оптимального решения. В настоящее время вопрос оценки эффективности методов прогнозирования достаточно актуален, однако он не получил своего окончательного решения.

Можно проводить сравнения различных методов прогнозирования по оценке смещения коэффициентов прогнозных моделей, точности прогнозов, границам доверительного интервала или по отклонению фактических значений от прогнозных на ретроспективном участке. Однако каждая из этих оценок характеризует лишь отдельные преимущества какого-либо метода перед другими. Между тем необходимо иметь еще и комплексную характеристику качества метода прогнозирования или оценку его эффективности.

О точности и надежности метода прогнозирования можно судить по тому, насколько результаты, полученные с его помощью, соответствуют реальным значениям, т.е. при сравнении различных методов предпочтение отдается тому, результаты которого более близки к реальным значениям.

Сам аппарат прогнозирования не дает возможности формально оценить точность и надежность получаемых результатов, тем более что это в значительной степени зависит от исходной информации. Используемая на практике процедура ретроспективного анализа является наиболее продуктивной и в ряде случаев позволяет однозначно ответить на вопрос о точности и надежности получаемого прогноза. Это возможно лишь тогда, когда исходный временной ряд позволяет выделить ретроспективный интервал без существенной потери информации. В противном случае использование ретроспективного сравнения невозможно [3].

По сути все процедуры, связанные с верификацией и проверкой моделей на адекватность и валидность, производились сразу после модельных экспериментов. И если композитные линии прогнозной модели статистиче-

ски не подтверждались, т.е. опровергались статистическими тестами, то они либо пересчитывались с изменением в них каких-либо параметров, либо заменялись на другие модели³.

Сравнительный анализ методов и средств верификации для прогнозных систем основывается на разных статистических тестах, устанавливающих ряд требований к системе верификации. В табл. 2 представлены проверочные тесты, которые были реализованы при вычислении на экспериментальных моделях.

Таблица 2

Группа критериев верификации, используемых
в качестве доказательной базы

Критерий оценивания	Метод							
	Спектральный анализ	форвардный анализ	Экспонента Г. Хёрста	Теория временных циклов Дж. Хёрста	Анализ иерархических структурных сдвигов	Квантовые фигуры	Циклический геном сахарной отрасли	Социоэкономический (волновой) анализ
Коэффициент форвардной эффективности		✓				✓	✓	
Метод кросс-валидации (среднеквадратичная ошибка, квадратный корень из среднеквадратичной ошибки, средняя абсолютная удельная ошибка, симметричный средний процент отклонения)		✓				✓	✓	
Коэффициент предикативности	✓	✓		✓			✓	
Тест Манна – Уитни (<i>U</i> -статистика)					✓			
Детрендный флуктуационный анализ			✓					
<i>V</i> -статистика (критерий визуализации)			✓	✓				✓
Спектральная плотность мощности	✓	✓	✓			✓		
Метод масштабированной оконной дисперсии			✓					
Тесты на проверку белого шума (Фишера [<i>test Fisher's Kappa</i>] и Бартлетта [статистика Колмогорова – Смирнова])	✓	✓					✓	

³ При организации крупномасштабного исследования в области прогнозирования первым возникает вопрос: «Является ли генеральная совокупность данных (статистическая база исследования) полной, чтобы получить статистически достоверные результаты?».

При проведении испытаний выбор делают из трех типов экспериментальных моделей:

1. Эквивалентность моделей – когда обе модели наделены одинаковой прогностической силой.
2. Превосходство новой модели – когда показатели новой демонстрационной модели лучше, чем у существующей.
3. Неполющенность новой модели – когда полученные результаты свидетельствуют, что новая имитационная модель хуже, чем существующая.

Критерий оценивания	Метод							
	Спектральный анализ	Форвардный анализ	Экспонента Г. Хёрста	Теория временных циклов Дж. Хёрста	Анализ иерархических структурных сдвигов	Квантовые фигуры	Циклический геном сахарной отрасли	Социономический (волновой) анализ
Тесты на однородность (Петтитта, Александерссона, Буишанда)					✓			
Количественный индикатор качества системы (<i>System Quality Number, SQN</i>) ⁴		✓					✓	
Оценка апостериорного максимума (Байесовская оценка решения)								✓
Оценка апостериорного максимума (Байесовская оценка решения)								✓
Проверки исторической доходности предсказаний	✓	✓				✓		✓
Коэффициент когерентности ⁵	✓			✓	✓			
Графический анализ моделей	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Методы верификации оценки достоверности и надежности полученных результатов, представленные в табл. 2, подтверждают логичность проведенного исследования и его некоторую обобщающую завершенность.

Эти методы выступают в качестве индикаторов, отбирающих только те модели, которые отвечают тому или иному критерию правдоподобия.

Есть и отрицательная сторона: переизбыток индикаторов приводит к переоптимизации прогнозирования исследуемой системы.

В качестве графического примера статистической проверки (верификации) рассмотрим рис. 1.

⁴ Этот индикатор разработал Ван Тарп (англ. Van K. Tharp). Его предназначение сводилось к прогнозной оценке качества торговых систем. Позже он выяснил, что индикатор SQN является мощным инструментом для измерения трендов: чем выше значение индикатора, тем более высокое качество прогноза имеет торговая система [10].

Сам инструмент верификации расположен на сайте разработчика: URL: <https://www.quantshare.com/item-1541-system-quality-number-indicator>. (10.01.2021)

⁵ Коэффициент когерентности рассчитывался по следующей формуле:

$$r^2(f) = \frac{|E[G_{xy}(f)]|^2}{E[G_x(f)]E[G_y(f)]}$$

$$\text{где } E[G_{xy}(f)] = \sqrt{E[e]^2 + E[g]^2} = \sqrt{E[ac + bd]^2 + E[bc - ad]^2},$$

$$E[G_x(f)] = E[a^2 + b^2].$$

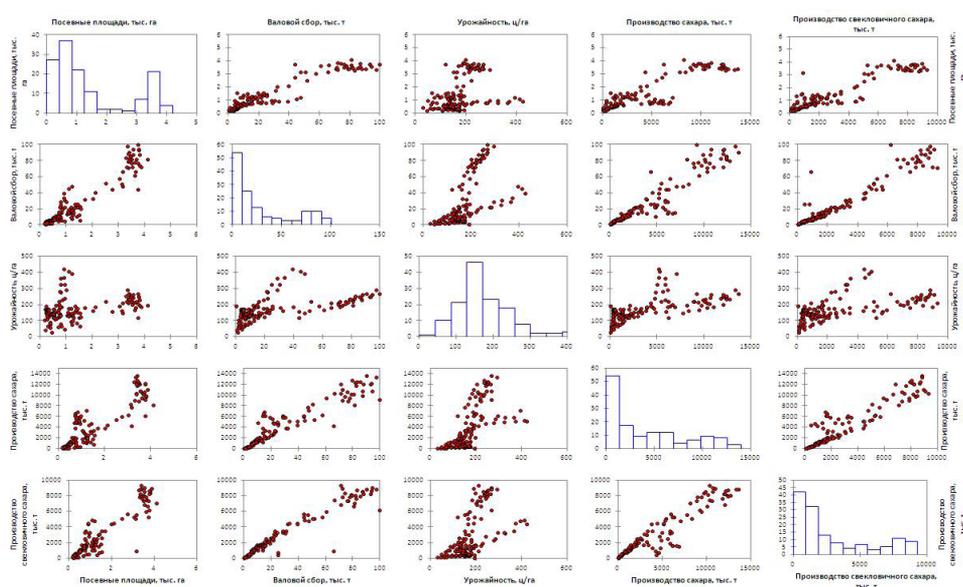


Рис. 1. Корреляционная матрица показателей сахарной отрасли России (1932–2018)

После критериальной проверки на разных интервалах, инициирующих события агропромышленных рынков, существуют убедительные свидетельства того, что построенные прогностические модели являются правильным описанием изучаемых показателей в динамике.

Выводы

Верификация всех представленных в диссертации моделей была проведена на данных, отражающих динамику агропромышленного и сырьевого рынка. Такой выбор обусловлен двумя обстоятельствами: природой процессов рыночной динамики и сложностью получения ее прогнозных оценок. Как известно, тренды рыночных цен финансовых активов формируются под влиянием эндогенных закономерностей и экзогенных факторов. Информационное отражение этих процессов полностью согласуется с заложенными предпосылками адаптивно-рациональных моделей. Сложность позволила оценить реальную эффективность разработанных моделей, подтвердив их универсальность, гибкость и надежность во всех отношениях.

1. При комплексном прогнозировании сложных систем и его последующей верификации учитывался ряд закономерностей. Между инерционностью системы и ее сложностью (связностью) существуют устойчивые определенные зависимости. Инерционность системы существенно меняется в зависимости от так называемых системных размеров объекта, от его сложности: чем он сложнее и крупнее, тем более инерционен. Аналогично можно рассматривать его связность. Установлено, что чем менее тесные связи существуют между различными элементами системы, тем система (объект) оказывается более инерционной, т.е. более предсказуемой в поведении [7, с. 145].

2. Качество прогноза определялось мерой устойчивого развития объекта по тем траекториям, которые были определены планом прогноза.

3. В диссертационном исследовании были поставлены и решены эконометрические задачи, связанные с эффективностью и верификацией полученных экспериментальных результатов:

- эконометрическая оценка эффективности деятельности ИПС СП АПК;
- оценка качества прогнозирования;
- расчет эффективности от внедрения предложенных разработок⁶;
- оценка эффективности вариантов когнитивных моделей;
- сравнительные показатели оценки качества прогноза;
- верификация прогнозных моделей на основе экспериментальных

данных.

⁶ Работы, необходимые для внедрения: разработка методик по различным показателям, увеличение базы прецедентов (формализация исходных данных; ввод их в систему; синтез, оптимизация, проверка адекватности модели (верификация); эксплуатация методики в режиме адаптации и пересинтеза модели).

Список источников

1. Арриги Дж. *Долгий двадцатый век: деньги, власть и истоки нашего времени*. Москва, 2006.
2. Бабич Т.Н. *Прогнозирование и планирование в условиях рынка*. Москва, Инфра-М, 2013.
3. Бестужев-Лада И.В. *Рабочая книга по прогнозированию*. Москва, Мысль, 1982.
4. Винтизенко И.Г., Яковенко В.С. *Экономическая цикломатика*. Москва, Финансы и статистика; Ставрополь, АГРУС, 2008.
5. Глазьев С.Ю. *О глубинных причинах нарастающего хаоса и мерах по преодолению экономического кризиса*: доклад. Доступно: <https://glazev.ru/articles/1-mirovoy-krisis/78041-o-glubinnykh-prichinakh-narastajushhego-khaosa-i-merakh-po-preodoleniju-jekonomicheskogo-krizisa>. (дата обращения: 16.02.2021).
6. Давнис В.В., Тинякова В.И. *Адаптивные модели: анализ и прогноз в экономических системах*. Воронеж, Воронеж. гос. ун-т, 2006.
7. Коуэн Б. *Четырехмерные структуры и циклы рынков*. Москва, Альпина Паблишер, 1998.
8. Луценко Е.В. *Системно-когнитивный анализ в управлении АПК*: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. Краснодар, КубГАУ, 2003.
9. Перепелица В.А., Попова Е.В. *Математические модели и методы оценки рисков экономических, социальных и аграрных процессов*. Ростов н/Д., Рост. ун-т, 2002.
10. Тарп В. *Супертрейдер. Как зарабатывать на бирже в любых условиях* / Пер. с англ. Санкт-Петербург, Питер, 2010.
11. Чернышова Г.Ю., Самаркина Е.А. *Методы интеллектуального анализа данных для прогнозирования финансовых временных рядов* // *Изв. Саратов. ун-та. Сер. Экономика. Управление. Право*, 2019, т. 19, вып. 2, с. 181-188.
12. Яковенко В.С. *Экономическая цикломатика: методология, практика*: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.13, Ставрополь, СтавГУ, 2008.

THE TECHNIQUE OF ECONOMIC EFFICIENCY ESTIMATION OF IN-TEGRATED VISION OF THE SUGAR INDUSTRY AIC

Zhmurko Daniil Yurievich¹, Cand. Sc. (Econ.)

Krasnodar University Ministry of the Interior of Russia, Yaroslavskya st., 128, Krasnodar, Russia, 350005; e-mail: danis1982@list.ru

Purpose: the evaluation and verification of the mathematical apparatus is an integral part of any research. The use of a real statistical base in the constructed models allows us to evaluate their adequacy, accuracy of approximation, and predictive ability. This is confirmed by the consistency of the theoretical results with the experimental ones. The article deals with the issues of verification of complex forecasting of performance indicators of integrated production systems of the sugar subcomplex (IPS SS), taking into account their industry features. The subject of the study is the confirmation of the proposed scientific hypotheses and propositions on the basis of a thorough analysis of the state of research in this subject area. *Discussion:* the authors suggest that the adapted and new metrics of verification of forecasting systems significantly improve the quality of the forecast, which is defined as a measure of the sustainable development of the object according to the trajectories that were determined by the forecast plan. The author proposes to perform complex verification for all studied objects using the following tests: crossvalidation method, predicativity coefficient, Mann – Whitney test, detrend fluctuation analysis, V-statistics, scaled window variance method, white noise tests, homogeneity tests, tests of historical profitability of predictions, coherence coefficient, graphical analysis of models, etc. For the first time, verification tests are implemented: forward efficiency coefficient and quantitative indicator of system quality. It should be remembered that certain provisions require additions, clarifications or the involvement of other information and developments, which increases their methodological usefulness. *Results:* the article describes a number of limitations and difficulties that researchers engaged in this scientific field will have to overcome. The author outlines the prospects and ways of further development of verification of complex forecasting not only for the sugar industry, but also for other sectors of the national economy of Russia.

Keywords: verification, statistical tests, checking models for adequacy, evaluating effectiveness, forecasting models.

References

1. Arrigi Dzh. *Dolgiy dvadtsatyi vek: dengi, vlast i istoki nashego vremeni* [The Long twentieth Century: Money, Power, and the Origins of Our Time]. Moscow, 2006. (In Russ.)
2. Babich T.N. *Prognozirovaniye i planirovaniye v usloviyah rynka* [Forecasting and planning in market conditions]. Moscow, Infra-M, 2013. (In Russ.)
3. Bestuzhev-Lada I.V. *Rabochaya kniga po prognozirovaniyu* [Working book on forecasting]. Moscow, Mysl, 1982. (In Russ.)
4. Vintizenko I.G., Yakovenko V.S. *Ekonomicheskaya tsiklomatika* [Economic Cyclo-matics]. Moscow, Finansy i statistika; Stavropol, AGRUS, 2008. (In Russ.)
5. Glazev S.Yu. *O glubinykh prichinakh narastayushchego haosa i merah po preodoleniyu ekonomicheskogo krizisa* [On the deep causes of the growing chaos and measures to overcome the economic crisis]. (In Russ.) Available at: <https://glazev.ru/articles/1-mirovoy-krizis/78041-o-glubinnykh-prichinakh-narastajushhego-khaosa-i-merakh-po-preodoleniyu-jekonomicheskogo-krizisa> (accessed: 16.02.2021).
6. Davnis V.V., Tinyakova V.I. *Adaptivnye modeli: analiz i prognoz v ekonomicheskikh sistemah* [Adaptive models: Analysis and Forecast in Economic systems]. Voronezh, Voronezh state university, 2006. (In Russ.)
7. Kouen B. *Chetyrekhmernye struktury i tsikly rynkov* [Fourdimensional structures and cycles of markets]. Moscow, Alpina Pabliisher, 1998. (In Russ.)
8. Lucenko E.V. *Sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii APK* [System-cognitive analysis in the management of the agro-industrial complex]. Dissertation abstract of doctor of sci. econ. Krasnodar, KubGAU, 2003. (In Russ.)
9. Perepelitsa V.A., Popova E.V. *Matematicheskie modeli i metody otsenki riskov ekonomicheskikh, socialnykh i agrarnykh processov* [Mathematical models and methods of risk assessment of economic, social and agricultural processes]. Rostov n/D, Rost. university, 2002. (In Russ.)
10. Tarp V. *Supertrejder. Kak zarabatyvat na birzhe v lyubyyh usloviyah* [How to make money on the stock exchange in any conditions]. transl. Sankt-Peterburg, Piter, 2010. (In Russ.)
11. Chernyshova G.YU., Samarkina E.A. *Metody intellektualnogo analiza dannykh dlya prognozirovaniya finansovykh vremennykh ryadov* [Methods of intellec-tual data analysis for forecasting financial time series]. *Izv. of Sarat. uni. Ser.: Economics. Management. Law*, 2019, T. 19, publ. 2, pp. 181-188. (In Russ.)
12. Yakovenko V.S. *Ekonomicheskaya tsiklomatika: metodologiya, praktika* [Eco-nomic Cyclo-matics: Methodology, practice]. dis. of doctor of sci.: 08.00.13, Stavropol, StavSU, 2008. (In Russ.)