



УДК 338.12.017

**О.П. Сушко, А.В. Пластинин, Н.А. Шиловская**

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

Сушко Ольга Петровна окончила Всероссийский заочный финансово-экономический институт, Современный гуманитарный университет, Педагогический государственный университет им. М.В. Ломоносова, ассистент кафедры экономической теории и экономики приарктических регионов Института экономики и управления Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет 15 печатных работ в области экономики.

E-mail: osushko@mail.ru

Пластинин Александр Викторович родился в 1947 г., окончил в 1969 г. Архангельский лесотехнический институт, доктор экономических наук, профессор, чл.-корр. РАЕН, заслуженный экономист РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ. Автор около 100 научных работ, включая 3 монографии в области экономики.

E-mail: ie@narfu.ru

Шиловская Надежда Аркадьевна окончила Тверской государственный университет, старший преподаватель кафедры математики Института математики, информационных и космических технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Имеет 7 печатных работ в области молекулярной физики, медицинской статистики, математики. Автор 3 учебных пособий.

E-mail: shnalti@gmail.com

## **К ВОПРОСУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕН НА МИРОВОМ РЫНКЕ НА ПРОДУКЦИЮ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ\***

Разработка методики экономико-математического прогнозирования ценовой динамики на продукцию лесопромышленного комплекса имеет значение для устойчивого развития самих предприятий и отрасли в целом.

В статье представлен экономико-математический анализ динамики цен на целлюлозу российских и мировых производителей. Исследование временных рядов цен на беленую и небеленую сульфатную целлюлозу российских и мировых производителей проводилось за длительный период времени. Выборки цен сделаны на базе данных международных и российских статистических организаций. Процесс построения прогноза включает исследование свойственных лесопромышленному комплексу и целлюлозно-бумажному рынку характера трендов, сезонных и циклических процессов. Выявленные тренды всех временных рядов цен на целлюлозу имеют сопоставимый характер. Отправной точкой длительных возрастающих трендов всех временных рядов является 2002 г. Данные тренды являются долгосрочными и сохраняются по настоящее время. Различие динамики цен на целлюлозу российских и мировых производителей по трендовой составляющей в период с 2002 г. по 2012 г. проявляется в темпах прироста. В ходе экономико-математического анализа временных рядов выяв-

---

\* Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РФ по договору 02.G25.31.0023.

© Сушко О.П., Пластинин А.В., Шиловская Н.А., 2013

лены количество, период, амплитуда и другие и свойства циклов. Циклы продолжительностью 11 – 14 кварталов имеют совпадающие структуру и длительность фаз. Первая фаза, цены в которой наименьшие, длится 2 – 3 квартала, вторая фаза характеризуется ростом цен на целлюлозу в течение 5 – 6 кварталов. Максимальных цен целлюлоза достигает к 10-11 кварталу. На последнюю фазу цикла приходится снижение цен на целлюлозу в течение 4 – 5 кварталов. Для всех временных рядов цен на целлюлозу характерны значительные перепады цен в фазах роста и спада. Причем фазовая разница цен на целлюлозу мировых производителей более существенна, чем на целлюлозу российских производителей.

Для всех анализируемых объектов разработаны среднесрочные прогнозы и два-три сценария долгосрочных прогнозов на базе протестированных наиболее адекватных моделей. Построенные модели открывают возможность прогнозировать ценовую динамику на длительный срок при отсутствии непредвиденных факторов, хозяйственной деятельности и появления новых факторов ранее, не наблюдавшихся. Апробированная схема анализа временных рядов может быть использована при обработке ценовых данных на разные виды лесобумажной продукции.

*Ключевые слова:* экономико-математический анализ, динамика цен, линейный тренд цен на целлюлозу, цикличность, прогнозирование динамики цен на целлюлозу.

Прогнозирование социально-экономических тенденций актуально в связи с практическим значением для широкого круга заинтересованных сторон. В докладе Европейской экономической комиссии ООН, посвященного результатам перспективного исследования лесного сектора Европы, указана основная цель прогнозирования, которая состоит в том, чтобы предоставить в распоряжение управляющих органов информацию и анализ, касающиеся долгосрочных тенденций, и прогнозы развития лесного сектора [2]. Надо отметить, что прогнозированием динамики развития лесного комплекса занимаются ведущие аналитические и консалтинговые компании, статистические организации и научно-исследовательские институты. Крупные лесопромышленные холдинги и корпорации также разрабатывают перспективные планы и прогнозы [3]. Прогнозирование объемов производства целлюлозно-бумажной продукции осуществляется на основе оценки существующих мощностей с учетом динамики внутреннего валового продукта (ВВП), численности населения и его уровня доходов, которые влияют на уровень потребления готовой лесобумажной продукции. В отношении ценовых показателей рыночного обращения целлюлозно-бумажной продукции даются осторожные оценки стоимости некоторых видов лесобумажной продукции на краткосрочную перспективу.

Разработка методики прогнозирования ценовой динамики на продукцию лесопромышленного комплекса будет иметь значение для устойчивого и эффективного развития самих предприятий и отрасли в целом. В силу изменений конъюнктуры мирового рынка лесобумажной продукции устойчивость целлюлозно-бумажных предприятий России будет подвержена значительным колебаниям [2]. Поэтому возможность рассчитывать варианты производственной, сбытовой, финансовой и, особенно, инвестиционной деятельности

на краткосрочные, среднесрочные и более длительные периоды позволит определить тактические и стратегические действия менеджмента предприятий лесного комплекса и, по возможности, снизить или нивелировать последствия кризиса для собственных производственных объектов и в целом для российской целлюлозно-бумажной отрасли. На уровне государственных органов прогнозные модели позволяют планировать стоимостной экспортно-импортный оборот лесных материалов и выпуск продукции отраслями лесопромышленного комплекса (ЛПК).

Целью исследования является разработка методического инструментария и практических рекомендаций по прогнозированию ценовой динамики на целлюлозу российских и мировых производителей.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

провести экономико-математический анализ динамики цен на целлюлозу разных видов, идентифицировать временные ряды и формально их описать; разработать математические модели для временных рядов цен на целлюлозу разных видов;

в результате апробации оценить эффективность разработанных моделей временных рядов цен и выделить наиболее адекватные модели, пригодные для построения прогноза цен;

качественно и количественно сопоставить составляющие временных рядов на разные виды целлюлозы российских и мировых производителей;

разработать сценарные прогнозы цен для анализируемых объектов на разные периоды времени на основе соединения структурных компонентов временного ряда.

Объектами исследования являются предприятия, производящие целлюлозу на российском и мировом рынках. Предметом исследования являются статистические показатели, характеризующие уровень и динамику цен на основные виды целлюлозы, т.е. цен, которые действуют в международной торговле целлюлозой и распространяются на значительную часть товарооборота на мировом целлюлозно-бумажном рынке.

Исследование временных рядов цен на беленую и небеленую сульфатную (СФА) целлюлозу российских и мировых производителей проводилось за длительный период времени. Выборки цен на целлюлозу сделаны по разным видам целлюлозы (беленая СФА и небеленая СФА) и по разным территориям производства и обращения (Россия и мировой рынок). В качестве источников информации для исследования цен на целлюлозу российских производителей использовались данные Федеральной службы государственной статистики, Федеральной таможенной службы [4], хозяйствующих субъектов и других источников. Информация по объемам и ценам на целлюлозу мировых производителей основывалась на данных международных статистических организаций: ФАОСТАТ – Статистическая комиссия и Статистический отдел Организации Объединенных Наций [6]; Евростат – статистическая организация

Европейского Союза [1]; Index Mundi – портал фактических и статистических данных из скрытых источников [8]; Foex Index Ltd. – информационно-аналитический портал мировой целлюлозно-бумажной промышленности.

Для исследования цен на целлюлозу на мировом рынке особенно интересна информация Foex Index Ltd. [7], которая предоставляет ценовые индексы целлюлозно-бумажной промышленности, т. е. текущие средние цены на основные виды продукции по европейскому, американскому и азиатскому рынкам.

Выборки цен на целлюлозу составлялись в таком объеме, чтобы быть статистически представительными и максимально достоверно отображать исследуемую совокупность. При подготовке ценовых данных на целлюлозу соблюдалось важное условие сопоставимости уровней интервального ряда. В этих случаях рекомендовано проводить периодизацию временных рядов, типологическую группировку во времени [7]. В связи с обязательностью данного требования при подготовке данных для исследования все интервальные ценовые данные сформированы в отдельные базы данных по месту происхождения, месту обращения, интервалу и временному периоду. При формировании всех баз цен на целлюлозу учитывалось другое важное условие – соблюдение достоверности количественных и качественных характеристик изучаемых явлений в динамике. Следует учитывать и другой сложный момент для построения временных рядов цен на целлюлозу – это определение оптимального размера выборки, от которого зависит достоверность и качество моделей прогнозирования. При сложности данного вопроса и отсутствии точных количественных рекомендаций выборки цен составлялись по всем имеющимся данным, что привело к объемным ценовым рядам, часть которых пришлось разбивать на меньшие множества по совокупному объему данных.

По временному критерию разработано несколько баз цен на целлюлозу, которые использовались для построения временных рядов цен. Самая объемная по временному охвату база данных ежегодных цен на российскую целлюлозу включает цены с 1961 г. по 2012 г. Другие базы цен менее продолжительны, но более детальные, так как объединяет еженедельные, ежемесячные и квартальные данные. Так, база ежемесячных цен на беленую целлюлозу Index Mundi включает данные с октября 1982 г. по 2012 г. Еженедельные цены европейских производителей фиксируются с 1996 г. по данным Foex Index. Ежемесячные экспортные цены российских производителей белой и небеленой целлюлозы систематизированы с 1996 г. по 2012 г. В исследовании использованы экспортные цены ведущих российских целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК) (по данным таможенной статистики), поставляющих на мировой рынок около 85 % целлюлозы разных видов от общего объема экспорта целлюлозы РФ (по данным за 2012 г.). Это ряд предприятий, входящих в «Группу Илим», и комбинаты Северо-Западного региона, производящие беленую и небеленую сульфатную целлюлозу из хвойной и лиственной древесины. Для исследования подготовлено 8 выборок цен на целлюлозу по шести

российским ЦБК (по двум ЦБК исследованы выборки на небеленую и беленую), но в статье точные названия предприятий не приводятся по соображениям конфиденциальности.

Анализ временных рядов цен на целлюлозу проводился на основе данных с разным интервалом. Среднегодовые цены на целлюлозу необходимы для определения общей динамики и тренда. Для исследования сезонности потребовались данные с очень кратким интервалом, что усложнило работу в связи с подготовкой базы еженедельных цен на целлюлозу. И, наоборот, для сопоставления, обобщения и ряда исследований еженедельные и ежемесячные цены пересчитаны в квартальные данные. Основная часть исследования проводилась с ежемесячными и квартальными ценами на целлюлозу.

По месту происхождения выделены репрезентативные базы цен российских производителей и европейских производителей на мировом рынке. Выделить цены производителей Америки и цены целлюлозы на товарном рынке Китая в отдельные исследовательские базы возможно в перспективе. По первому мировому региону фиксация цен производится с ноября 2002 г., по Китаю – с начала 2008 г., но такой непродолжительный временной период не может быть использован в настоящем исследовании.

Вышеизложенное показывает, что обработан большой объем последовательных данных по ценам и структурирован по разным критериям в базы с соблюдением обязательных требований, необходимых для исследования временных рядов. В результате одинакового подхода к проведению наблюдений на разных этапах формирования динамического ряда выполнены следующие требования к исходным данным [5]:

- полнота;
- сопоставимость (уровни ряда имеют одинаковые единицы измерения, шаг наблюдений, интервал времени, методику расчета);
- однородность (отсутствуют сильные изломы тенденций и аномальные наблюдения);
- устойчивость тенденции (закономерность преобладает над случайностью в изменениях уровней ряда).

Таким образом, статистические данные, представленные в виде временных рядов, сопоставимы по территории, кругу охватываемых объектов, единицам измерения, моменту регистрации, достоверности. Поэтому выборки можно считать репрезентативными, а выводы, основанные на изучении этой выборки, достаточно точно отражают процессы исходной совокупности.

Нами исследованы модели временных рядов цен на целлюлозу разных видов с использованием методов математической статистики [5]. Общая схема исследования динамики цен на целлюлозу представлена в табл. 1.

На третьем этапе производились последовательные действия по декомпозиции временных рядов цен на целлюлозу на составные компоненты и их анализ. Для определения тренда применялся прием выравнивания

Таблица 1

## Схема исследования временных рядов цен на целлюлозу

Этап	Содержание этапа
1. Установочный и априорный	Анализ экономической природы изучаемого явления, определение целей моделирования
2. Информационный	Сбор статистической информации (регистрация значений на разных временных тактах)
3. Параметризация, построение и идентификация моделей	Выбор вида модели (состава и формы, входящих в нее связей), статистический анализ модели
4. Верификация моделей и содержательный анализ прогноза	Сопоставление реальных и модельных данных, проверка адекватности модели, оценка точности модельных данных
5. Разработка сценариев прогноза	Корректировка прогноза в соответствии с экономическими и политическими перспективами

временных рядов методами скользящих средних и наименьших квадратов. Затем рассчитывались уравнения для выявленных тенденций временных рядов цен на целлюлозу. Периодическая зависимость временных рядов измерялась с помощью автокорреляции (корреляции между самими членами ряда). Далее разрабатывались аддитивные и мультипликативные тренд-циклические модели. Для отдельных временных рядов были разработаны следующие модели: регрессии с переменной структурой (с фиктивными переменными); тригонометрической регрессии (с использованием гармоник с 1 по 6). В конце исследовались остаточные компоненты и определялись погрешности моделей.

Для исследования временных рядов цен на целлюлозу применялся программный пакет Microsoft Excel со встроенными математическими и статистическими функциями. Статистический анализ цен на целлюлозу выполнялся в MS Excel специальной надстройкой «Анализ данных». В ней были задействованы разные модули, но в большей степени использовались корреляция, описательная статистика, скользящее среднее, регрессия. При обработке больших массивов данных использовались программа для прогнозирования в MS Excel Forecast4AC PRO и программа Statistica.

При разработке моделей цен на целлюлозу не требуется оценивать влияние всех факторов, так как исследуемые временные ряды цен на целлюлозу формировались под действием многочисленных факторов и отражали реальную закономерность процесса. Это означает, что используемый метод учитывает все многообразие условий существования зависимой переменной (цены) и ее реакции на них. Но с точки зрения качественного прогнозирования важно выделение основных факторов и получение дополнительной информации об их варьировании и перспективах. С этой целью проведен сравнительный анализ динамики экспортных цен на российскую целлюлозу и стоимостного объема ВВП, корреляционный анализ с динамикой цен на другие экспортно-сырьевые ресурсы и начат ряд других исследований. Полный анализ влияния

факторов на динамику цен на лесобумажную продукцию с помощью методов многомерной статистики выделен в отдельное исследование. В рамках перспективного исследования запланированы факторный и кластерные анализы. Отметим, что динамика внутренних и мировых цен на лесобумажную продукцию определяется большим числом факторов, среди которых можно выделить состояние национальной и мировой экономики, структурные характеристики спроса на лесобумажную продукцию в разных сегментах целлюлозно-бумажного рынка, зависимость основных стран-потребителей от импорта лесосырьевых стран, уровень эффективности технологий, характер мирового производства и экспорта лесных материалов.

Факторы, оказывающие действие в краткосрочном периоде, формируют сезонные и циклические колебания, и к ним, прежде всего, относится сбалансированность объема и структуры спроса и предложения. Хотя среди экономистов не существует единого мнения относительно цикличности и причин ее возникновения, но большинство связывают цикличность с оборотом деловой активности. К факторам второй группы относятся события, оказывающие существенное влияние на трендовый уровень цен на лесобумажную продукцию в длительном периоде. Долгосрочные тенденции отдельных рынков связаны с состоянием национальной и мировой экономик и определяют уровень доходов и качество жизни населения (соответственно, и потребление лесобумажной продукции), с политической ситуацией, социальными и демографическими явлениями в стране и мире. На уровень и динамику цен значительно влияют инновационное развитие и новые научно-технологические решения в различных отраслях промышленности, экосберегающие и биотехнологии. Таким образом, развитие мировой экономики в средне- и долгосрочном периодах характеризуется достаточно высокой степенью неопределенности, т. е. следует учитывать разные факторы развития мирового сообщества, на основании которых корректировать прогнозные оценки формирования лесопромышленного комплекса с помощью неформализованных методов.

Процесс построения прогноза включает исследование свойственных ЛПК и целлюлозно-бумажному рынку характера трендов, сезонных и циклических процессов. В данном исследовании изучению тренда, являющегося систематической компонентой, придается большое значение. Временные ряды цен на целлюлозу разных производителей имеют разный объем данных, что потребовало анализа каждого ряда в отдельности и их соизмерения. Так, самый длительный временной ряд экспортных среднегодовых цен на российскую целлюлозу всех видов содержит данные за 50-летний период. В результате разгруппировки выявлено, что ряд содержит разные по продолжительности и направленности тренды (рис. 1). Выявлено два долгосрочных возрастающих тренда: 25-летний до 1990 г. и 10-летний с 2002 г., продолжающийся по настоящее время. Основная тенденция динамики цен на российскую целлюлозу всех видов с 1961 г. по 1987 г. отразила существовавшие экономические условия того времени. Первые десятилетия послевоенного времени стали

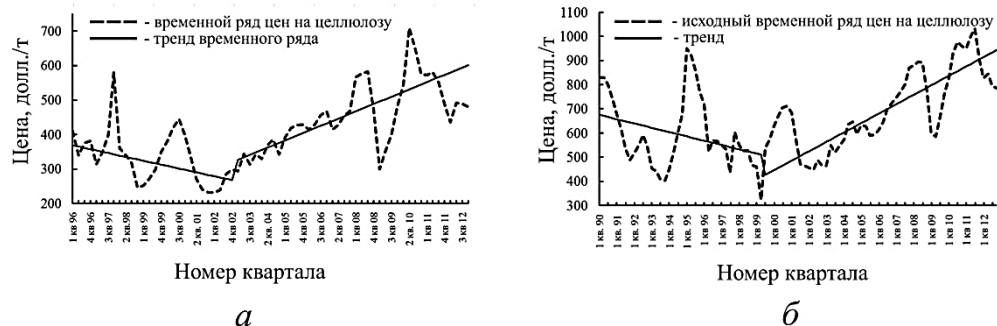


Рис. 1. Тенденция временного ряда цен на целлюлозу: *а* – белая СФА российских производителей (с 1996 г. по 2012 г.); *б* – белая целлюлоза мировых производителей (по данным Foex Index Ltd., с 1990 г. до 2012 гг.)

периодом всемирного экономического роста и развития международной торговли. Средние темпы роста ВВП в СССР и других странах достигали 6 %, в Японии – 10 % [1]. В 1961 г. цена на целлюлозу в СССР составляла 110 долл./т, к 1982 г. она увеличилась до 431 долл./т., т. е. практически в 4 раза, а затем несколько лет колебалась возле этого уровня (табл. 2).

Если до 1991 г. отмечен долгосрочный возрастающий тренд или стабильность, как на участке с 1961 г. по 1967 г., то анализ периода с 1990 г. до 2002 г. выявил краткосрочные перепады, которые близко отражают циклы. Другая особенность динамики цен данного периода в том, что время фаз спада и подъема совпадает с расчетным интервалом цикличности. Возможно, действие случайных факторов маскирует циклическую компоненту на данном временном отрезке, а последующий длительный спад и рецессия влияют на формирование циклов. Резкие перепады цен на рынке целлюлозно-бумажной продукции, как было отмечено выше, кроются в разрушении торговых связей

Таблица 2  
Динамика цен на целлюлозу российских производителей (1967 – 1987 гг.)

Год	Цена, долл./т, на целлюлозу		Год	Цена, долл./т, на целлюлозу	
	всех видов	небеленую СФА		всех видов	небеленую СФА
1967	115,05	–	1978	308,14	308,23
1968	122,48	124,55	1979	345,23	366,53
1969	127,29	119,26	1980	372,95	395,69
1970	135,00	116,32	1981	387,86	383,38
1971	147,35	130,47	1982	430,79	433,73
1972	159,90	146,11	1983	427,62	430,00
1973	182,16	171,28	1984	431,08	434,24
1974	208,45	220,95	1985	429,02	431,37
1975	239,38	236,20	1986	428,88	437,16
1976	273,10	273,66	1987	430,23	438,11
1977	297,84	299,94			



в период кризиса социалистической системы народного хозяйства в 1991–1995 гг. Переходный период российской экономики к рыночным отношениям и распад СССР привели к резкому сокращению товарооборота между бывшими республиками. Предприятия устанавливали новые экономические связи исходя из экономической целесообразности и собственных возможностей.

С 1991 г. цены устремились вниз: в 1991 г. снижение цен на целлюлозу достигло 27 %, в 1992 г. – 49 %. Трехкратное по сравнению с 1990 г. падение цен остановилось на историческом минимуме в 221 долл./т., который наблюдался в 1974 г. С конца 1993 г. по 1995 г. отмечен рост цен на целлюлозу. Цена за 2 года увеличилась более чем в 3 раза, достигнув 686 долл. /т. Данный уровень цен на целлюлозу стал рекордным не только на представленном временном участке, но и за весь наблюдаемый (с 1961 г.) 33-летний период.

При исследовании временного ряда цен на беленую СФА целлюлозу по данным Index Mundi [8] получены долгосрочные возрастающие тренды в начале участка с 1982 г. по 1990 г. и в конце участка с 2002 г. по 2013 г. Временные отрезки динамики цен на беленую СФА целлюлозу мировых производителей по данным Index Mundi с 1990 г. до 2002 г. содержат кратковременные тренды продолжительностью от 2 до 5 лет, которые не относятся к циклическим, так как имеют разные периоды колебаний. Данные изменения тренда в ценовой динамике связаны с тем, что после 1990 г. в международном сообществе начался период структурных экономических преобразований. В это время бывшие социалистические страны начали переход на рыночные отношения. Формировались мировые замкнутые экономические сообщества и группировки, которые способствовали активизации процессов регионализации и созданию зон экономического и политического влияния [1]. Все это поясняет полученные результаты исследования тенденций динамики цен на целлюлозу мировых производителей.

Анализ временных рядов цен на беленую СФА целлюлозу мировых производителей по данным Foex Index Ltd. [7] показал результаты, идентичные результатам, полученным по данным Index Mundi за период с 1990 г. до 2012 г., что говорит об их достоверности. В результате детального анализа 23-летнего временного ряда цен выделены краткие тренды с 1990 г. до 2002 г. В этот период зафиксирован первый рекордный уровень цен на целлюлозу за всю историю рынка, когда в октябре 1995 г., цена на целлюлозу поднялась до 1000 долл./т. Длительный возрастающий тренд выявлен на участке с 2002 г. по 2013 г. (рис. 1), и на данном тренде установлен второй ценовой рекорд. Цена на целлюлозу Pulp NBSK по данным Foex Index Ltd. в августе достигла 1103,8 долл./т.

Форма тренда всех временных рядов цен на целлюлозу одинакова. Отправная точка длительных возрастающих трендов всех временных рядов – 2002 г. Данный тренд является долгосрочным и сохраняется по настоящее время. Функции, описывающие возрастающие тренды всех временных рядов,

имеют достаточно близкие линейные коэффициенты уравнений тренда. Различие динамики цен на беленую и небеленую СФА целлюлозу российских и мировых производителей по трендовой составляющей в период с 2002 г. по 2012 г. проявляется в темпах роста. Ежегодный трендовый темп роста цен на беленую и небеленую сульфатную целлюлозу российских производителей составляет около 3,7 %, что выше темпа роста цен на целлюлозу мировых производителей в среднем на 0,5 %. Данная особенность связана со становлением рыночных позиций России и укреплением товарооборота на мировом рынке целлюлозы. Нам известно мнение многих экспертов рынка, которые показывают, что в период распада СССР и конца 90-х гг. существовала ценовая сегрегация и занижение цен на продукцию российских экспортеров. После окончания дискриминации на экспорт российской целлюлозно-бумажной продукции темпы роста экспортных цен России показывали более высокие значения.

Наряду с долговременными тенденциями во временных рядах цен на целлюлозу присутствуют циклические колебания. Применяемые нами методики выявления циклической компоненты широко распространены в прикладной статистике. В результате исследования выявлены количество, период, амплитуда и другие свойства циклов (рис. 2). Проявление цикличности во временных рядах цен на целлюлозу отмечено с 1995 г., но устойчивый характер цикличность приобрела с 1998 г.

Моделировать циклическую компоненту можно разными способами. Если моделировать циклическую компоненту с помощью фиктивных переменных (поскольку период  $T = 14$ , вводится 13 дополнительных факторов, каждый из которых соответствует кварталу), получим следующее регрессионное уравнение:

$$y_t = -10,184 - 25,521x_1 - 34,444x_2 - 29,566x_3 - 26,786x_4 + 26,191x_5 + 32,148x_6 + 61,156x_7 + 67,582x_8 + 76,350x_9 + 64,078x_{10} + 35,772x_{11} + 10,462x_{12} - 1,234x_{13}.$$

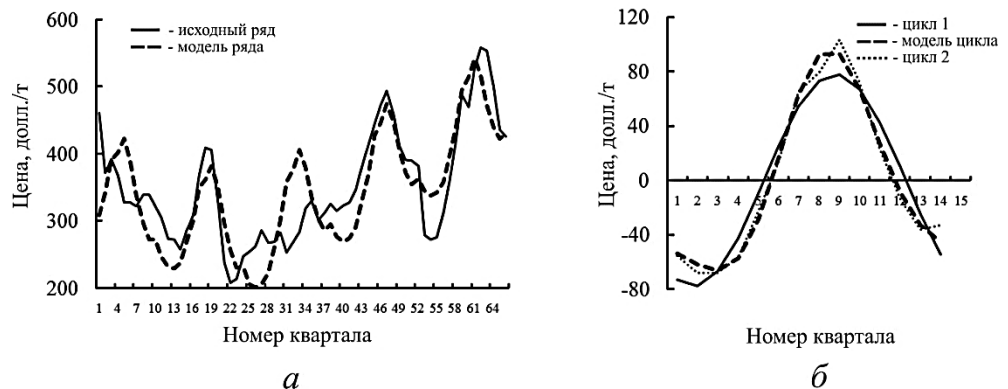


Рис. 2. Аддитивная модель и модель цикла временного ряда цен на целлюлозу российских производителей (с 1998 г. по 2012 г.): а – исходный ряд и модельный ряд; б – модель цикла

Модель тригонометрической регрессии (с использование гармоник с 1 по 6):

$$y_t = 0,0033 - 54,2689 \cos\left(\frac{\pi}{7}t\right) - 55,904 \sin\left(\frac{\pi}{7}t\right) + \\ + 8,512 \cos\left(\frac{2\pi}{7}t\right) + 17,6347 \left(\frac{2\pi}{7}t\right) + \\ + 6,3334 \cos\left(\frac{3\pi}{7}t\right) + 1,4587 \left(\frac{3\pi}{7}t\right) + \\ + 0,4785 \cos\left(\frac{4\pi}{7}t\right) - 2,0792 \left(\frac{4\pi}{7}t\right) - \\ - 0,1086 \cos\left(\frac{5\pi}{7}t\right) + 1,8082 \left(\frac{5\pi}{7}t\right) + \\ + 0,0 \cos\left(\frac{6\pi}{7}t\right) + 0,0646 \left(\frac{6\pi}{7}t\right).$$

Выявленные циклы исходного временного ряда цен на небеленую сульфатную целлюлозу российских ЦБК представлены в табл. 3. В настоящее время динамика цен на целлюлозу показывает, что происходит вторая фаза нового цикла.

В построенных моделях цен на небеленую сульфатную целлюлозу российских ЦБК выявлено, что цикл состоит их четырех фаз: рецессии, подъема, максимума, спада (рис. 2). Начинаются циклы с фазы трехквартальной рецессии, которая сменяется фазой роста. Рост цен на целлюлозу длится 6 кварталов и максимум приходится на 9-10 кварталы. Четвертая фаза, в течение которой наблюдается падение цен на целлюлозу, длится 5 кварталов. В совокупности снижение цен происходит в течение более длительного периода

Таблица 3

**Циклы исходного временного ряда цен (долл./т) на небеленую СФА  
российских производителей с учетом тренда**

Номер периода цикла	Номер цикла (начало цикла)				
	1 (с 4 кв. 1998 г.)	2 (с 2 кв. 2002 г.)	3 (с 4 кв. 2005 г.)	4 (с 2 кв. 2009 г.)	5 (с 4 кв. 2012 г.)
1 кв.	305,34	253,69	314,79	278,74	403,00
2 кв.	273,44	261,84	322,89	272,83	420,10
3 кв.	272,54	285,86	327,96	275,87	—
4 кв.	258,13	268,23	345,53	313,18	—
5 кв.	284,71	269,28	380,38	360,50	—
6 кв.	308,19	282,38	414,29	417,30	—
7 кв.	370,10	253,23	444,62	488,71	—
8 кв.	409,65	269,31	472,55	470,51	—
9 кв.	406,08	283,61	494,55	529,61	—
10 кв.	324,14	318,22	460,29	558,64	—
11 кв.	238,94	330,56	411,13	554,13	—
12 кв.	207,84	301,25	391,01	499,47	—
13 кв.	213,23	311,39	389,47	436,04	—
14 кв.	247,53	326,02	382,31	426,14	—

(8 кварталов) по сравнению с положительной динамикой цен. При анализе моделей цикла без учета тренда выявлена разница между первой и третьей фазами, которая составляет около 150 %, или 150...160 долл./т в абсолютных ценах. Сами циклы без трендовой составляющей различаются темпами роста и спада. В первом и втором циклах рост цен в третьей фазе достигает 98...104 %. Второй цикл отличается незначительным (на 31 %) приростом цен в третьей фазе, а также более низкими по сравнению с другими циклами, ценами во всех фазах цикла. В третьем цикле рост цен в пиковой фазе и к концу цикла не столь велик, как в первом и четвертом циклах (+ 58 %).

Аналогичные циклы отмечены в динамике экспортных цен на беленую сульфатную целлюлозу других российских ЦБК. Структура цикла близка к рассмотренным выше, но выявлены и отличия. Циклы отличаются абсолютными и относительными приростами фазовых цен. Другое отличие выявлено в общем количестве устойчивых циклов. Во временных рядах цен на беленую сульфатную целлюлозу российских ЦБК выделено 2 цикла по 11 кварталов в начале участка до 2001 г. и 2 цикла продолжительностью 13-14 кварталов в конце участка с 2006 г. по 2012 г. В период с 2001 г. по 2005 г. происходит перестройка циклического процесса, что, возможно, связано со сменой понижающего тренда на возрастающий. Причин трансформации циклическости может быть множество, в том числе: продажа продукции по долгосрочным трейдерским контрактам, изменения сбытовой политики предприятий и логистических каналов.

Циклы временного ряда цен на беленую СФА целлюлозу по данным Index Mundi имеют структуру, аналогичную циклам на российскую целлюлозу (рис. 3).

Так как временной ряд мировых цен анализируется по ежемесячным данным, то продолжительность и фазы цикла измеряются месяцами. Общая продолжительность цикла составляет 42 мес., или 14 кварталов, и совпадает с

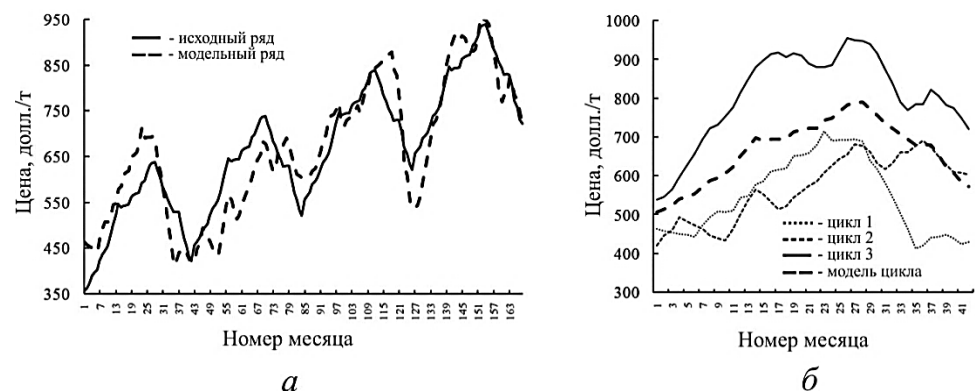


Рис. 3. Модель временного ряда цен на целлюлозу по данным Index Mundi (с 1998 г. по 2012 г.) с учетом тренда: а – исходный ряд и модельный ряд; б – модель цикла

продолжительностью циклов цен на российскую целлюлозу. Фазовая динамика цен на целлюлозу близка во всех четырех циклах. Прирост пиковых цен в третьей фазе по сглаженному временному ряду, элиминированному от тренда, составляет 200 % в относительном измерении, или ~ 250 долл./т в абсолютном измерении. Следует отметить, что колебания цен в фазах роста и падения более существенны, чем в циклах на российскую целлюлозу.

Циклическая компонента временного ряда цен на беленую СФА целлюлозу по данным Foex Index Ltd. аналогична рассмотренным выше (табл. 4), где представлены 4 полных цикла по данным Foex Index несглаженного поквартального временного ряда цен на целлюлозу, которые имеют одинаковый характер и структуру. В трендовых циклах относительные приросты цен мировых производителей по данным Foex Index в фазах составляют 40...76 %. Абсолютные фазовые приросты цен суммируются с трендовыми и достигают высоких уровней (от 180 до 450 долл./т).

В представленных моделях временных рядов цен на целлюлозу присутствует циклическая компонента, установленная функцией автокорреляции. При изучении автокоррелограмм временных рядов цен на целлюлозу, которые показывают численно и графически автокорреляционную функцию (АКФ), определена длина цикла, равная 11–14 кварталам. Последние циклы всех временных рядов цен на целлюлозу, начиная с 2006 г., имеют период 14 кварталов. Выявлена отправная точка цикличности в динамике цен на целлюлозу разных производителей и рынков товарообращения – второй квартал 1995 г., но более четкое проявление циклической динамики начинается в четвертом квартале 1998 г. Циклы имеют совпадающую структуру и длительность фаз.

Таблица 4

**Циклы с учетом тренда временных рядов цен на целлюлозу (долл./т)  
мировых производителей по Foex Index**

Номер периода цикла	Номер цикла (начало цикла)			
	1 (с 1 кв. 1999 г.)	2 (с 3 кв. 2002 г.)	3 (с 1 кв. 2006 г.)	4 (с 3 кв. 2009 г.)
1 кв.	460,08	486,62	611,81	658,01
2 кв.	322,42	464,46	646,39	759,36
3 кв.	534,73	463,18	699,61	826,89
4 кв.	573,47	547,87	723,37	927,88
5 кв.	627,34	519,35	746,78	976,35
6 кв.	670,04	545,48	770,81	959,47
7 кв.	704,43	570,84	801,48	949,51
8 кв.	710,26	635,57	869,64	1001,11
9 кв.	683,75	646,16	880,01	1032,14
10 кв.	577,54	595,42	894,05	903,44
11 кв.	470,35	633,49	890,27	827,19
12 кв.	464,46	625,55	769,57	845,14
13 кв.	456,43	588,75	600,46	794,91
14 кв.	446,73	593,81	584,70	784,58

В первой фазе цены наименьшие и длится она 2-3 квартала. Вторая фаза характеризуется ростом цен на целлюлозу в течение 5-6 кварталов. Максимальных цен целлюлоза достигает к 10-11 кварталу. На последнюю фазу цикла приходится снижение цен на целлюлозу в течение 4-5 кварталов. Следует отметить общую черту циклов всех временных рядов цен на целлюлозу – снижение цен происходит в течение более длительного периода (8 кварталов) по сравнению с положительной динамикой цен.

Для всех временных рядов цен на беленую и небеленую СФА целлюлозу характерен значительный перепад цен в фазах роста и спада. Причем фазовая разница цен на целлюлозу мировых производителей более существенна, чем на целлюлозу российских производителей. Так, циклы на целлюлозу мировых производителей, элиминированные от тренда, показывают изменения между минимальной и максимальной ценой на 250... 260 долл./т. Для циклов на российскую беленую и небеленую СФА целлюлозу данный показатель колеблется в пределах 150...160 долл./т. С учетом трендовых приростов изменения цен между фазами увеличивается (табл. 5). Данный синергический эффект наблюдается для всех временных рядов цен на целлюлозу в силу единого возрастающего тренда.

Таким образом, исследованные временные ряды цен на целлюлозу имеют сложную структуру, и прогнозировать по ним значительно труднее в силу того, что необходимо учитывать и совмещать в прогнозе все компоненты временного ряда. На основании разработанных моделей временных рядов цен на целлюлозу были построены прогнозные сценарии динамики цен разных исследуемых объектов. Достоверный прогноз по созданным моделям можно представить на 1,5–2 цикла. Прогноз с удлинением периода менее точен, так как расширяется доверительный интервал. Более точные прогнозы полезно строить на базе адаптивных моделей, но время такого прогноза непродолжительно. Для подготовки более длительных прогнозов необходимо разрабатывать несколько сценариев прогноза с учетом ряда общеэкономических факторов. Кроме того, для учета новых экономических тенденций рекомендуется

Таблица 5

**Сравнение циклических минимальных (min) и максимальных (max) цен на целлюлозу различных производителей**

Целлюлоза	Цена производителя, долл./т							
	1-й цикл		2-й цикл		3-й цикл		4-й цикл	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Небеленая СФА российских ЦБК	207	410	253	331	314	495	273	559
Беленая СФА: российских ЦБК	232	497	239	422	415	583	352	581
по данным Index Mundi	413	714	421	691	538	871	539	955
по данным Foex Index	422	710	463	646	594	895	585	1032

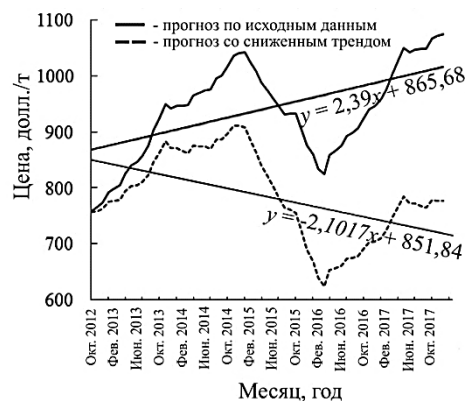
регулярно уточнять прогнозные модели на основе мониторинга фактических цен на лесобумажную продукцию разных рынков, добавляя их или заменяя ими данные статистической базы, на основе которой строятся модели.

Для всех анализируемых объектов разработаны среднесрочные прогнозы и два-три сценария долгосрочных прогнозов на базе протестированных наиболее адекватных моделей. На рис. 4 представлен прогноз для российских ЦБК на 17 – 22 квартала, построенный по аддитивной модели. Прогнозные сценарии для динамики мировых цен на целлюлозу по данным Index Mundi представлены со второго полугодия 2012 г. по 2017 г. (рис. 4). Варианты развития динамики цен на целлюлозу мировых производителей созданы с учетом замедляющихся темпов роста мирового рынка.

В заключение следует отметить, что разработанные модели временных рядов цен на целлюлозу российских и мировых производителей сопоставимы и не имеют существенных различий по качественным и количественным характеристикам. Полученные модели достоверно отражают процесс изменения цен на целлюлозу, что подтверждается сравнением наблюдаемых и модельных данных. В результате апробации прогнозных моделей цен на целлюлозу предложены наиболее адекватные модели. В соответствии с проведенным исследованием разработан 5-ступенчатый алгоритм прогнозирования ценовой динамики и сформулированы основные требования к моделям для долгосрочного проектирования цен на продукцию в условиях изменения рынка целлюлозно-бумажной продукции. На основании разработанных моделей временных рядов цен на целлюлозу были построены прогнозы динамики цен для трех российских предприятий ЦБП и спроектирована динамика мировых цен на целлюлозу по данным Index Mundi и Foex Index на перспективу до 2017 – 2020 гг.



а



б

Рис. 4. Прогноз цен на целлюлозу на 17 – 22 квартала, построенный на основе разработанных моделей: а – небеленая СФА целлюлоза российских ЦБК; б – белая целлюлоза мировых производителей (по данным Index Mundi)

Следует отметить, что апробированная схема анализа временных рядов может быть использована при обработке ценовых данных и построении прогнозов на другие виды лесобумажной продукции. Более того, на основе моделирования динамики других экономических показателей можно разработать прогнозы стоимостного объема экспортно-импортного товарооборота в целом для страны, что будет положено в основу дальнейших исследований.

Разработанные модели открывают возможности прогнозирования ценовой динамики на длительный срок при отсутствии непредвиденных факторов хозяйственной деятельности и появления новых, ранее не наблюдававшихся факторов. Моделирование поведения динамики цен на разные виды лесобумажной продукции позволит определить ценовую политику на длительный период, что при выработке эффективных управленческих решений отразится на финансовой устойчивости хозяйствующих субъектов и лесного комплекса в целом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мировая экономика, финансы и статистика. Режим доступа: <http://www.globfin.ru>. Проверено: 22.03.2013.
2. Перспективное исследование по лесному сектору Европы 1960–2000–2020 гг.. Основной доклад. Режим доступа: [www.unecse.org/fileadmin/DAM/timber/publications/R\\_EFSOS.pdf](http://www.unecse.org/fileadmin/DAM/timber/publications/R_EFSOS.pdf). Проверено: 20.03.2013.
3. *Прешкин Г.А.* Анализ экономических факторов формирования стоимости лесных ресурсов // Лесн. журн. 2011. № 1. С. 131–136. (Изв. высш. учеб. заведений).
4. Федеральная служба таможенной статистики. Режим доступа: <http://www.customs.ru>. Проверено: 20.07.2013.
5. *Шиловская Н.А.* Эконометрика: учеб. пособие. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 240 с.
6. FAOstat Режим доступа: <http://faostat.fao.org/>. Проверено: 22.03.2013.
7. FOEX Indexes Ltd. Режим доступа: <http://www.foex.fi>. Проверено: 22.03.2013.
8. Index Mundi. Режим доступа: <http://www.indexmundi.com>. Проверено: 22.03.2013.

Поступила 26.08.13

*O.P. Sushko, A.V. Plastinin, N.A. Shilovskaya*

Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov

#### **To the Question of Price Forecasting for Pulp and Paper Products on the World Market**

Econometric methods of price dynamics forecasting for timber industry products play an important role in the stable development of the industry and its enterprises.

The article presents an econometric analysis of pulp price dynamics that embraces both Russian and world producers. The research of price time series for bleached and unbleached sulphate pulp from Russian and world producers covers a long period of time. The



sampling of pulp prices is based on the data obtained from international and Russian statistical organizations. The process of forecasting includes a study of trend patterns and seasonal and cyclic processes that are typical of the timber industry. The trends identified for price time series for pulp are comparable. The starting point of all continuous and increasing trends is the year 2002. The given trends are long-term and continue at present. The difference in pulp price dynamics between Russian and world producers, according to the trend component from 2002 to 2012, can be observed in the rate of increase. The econometric analysis of time series showed the quantity, period, amplitude and other properties of cycles. Cycles lasting for 11 to 14 quarters have similar phase structure and length. The first phase has the lowest prices and lasts for 2 to 3 quarters. The second phase is characterized by the growth of pulp prices during the 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> quarters. Pulp reaches its maximum price by the 10<sup>th</sup> or 11<sup>th</sup> quarter. During the last phase of the cycle, another 5–6 quarters, the pulp price goes down. All price time series for pulp are characterized by significant price differences in the phases of growth and decline. Meanwhile, the phase difference in pulp price from world producers is more significant than that of Russian producers.

Medium-term forecasts and two or three scenarios of long-term forecasts have been developed on the basis of the most adequate models for all analyzed objects. These models allow us to forecast price dynamics in the absence of other unforeseen factors of business activity or emergence of new factors that have not been observed before. This proven scheme of time series analysis can be used to process price data for various types of timber and paper products.

*Keywords:* econometric price analysis, linear trend of pulp prices, cyclic recurrence, pulp price forecasting.

---