

АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СООТНОШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

Иванова Ирина Анатольевна,

канд. экон. наук, доцент кафедры информационных систем в экономике
и управления,

Гришина А. М.,

студентка IV курса экономического факультета,
Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарёва, Саранск

Статья посвящена проблемам анализа, моделирования и прогнозирования производства энергосберегающих источников света в регионе на примере Республики Мордовия.

Ключевые слова: экономика, прогнозирование, регион, производство, тренд, динамика, источники света, эффективность, сезонность

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности следует рассматривать как один из основных источников экономического роста. Однако до настоящего времени этот источник был задействован лишь в малой степени.

В настоящее время в России большое внимание уделяется проблемам энергосбережения, решение которых возможно путем вывода из производства низкоэффективных источников света и замены их источниками света высокой эффективности и энергоэкономичности, обеспечивающих высококачественное освещение.

В настоящее время Россия взяла курс на энергосбережение и уже с 2011 года запретила своим гражданам пользоваться 100-ваттными лампами накаливания. Как в Европе, когда в сентябре 2009 года 100-ваттные лампочки были изъяты из магазинов всех 27 стран, входящих в Евросоюз. Впервые идея энергосбережения была озвучена Президентом России в июле 2009 года на заседании Государственного совета по вопросам повышения энергоэффективности. Он отметил, что требования по экономии электричества будут стандартизированы и «в ряде случаев придется просто вводить запреты, например, запрет на оборот ламп накаливания». [3]

Идея президента была проработана законодателями и в ноябре 2009 года закреплена в Федеральном законе «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1]

Запрет на оборот ламп накаливания согласно закону должен проходить поэтапно. С 1 января 2011 года вступил в силу запрет на оборот ламп накаливания мощностью 100 ватт и более, с 2013 г будет прекращено производство и продажа ламп накаливания мощностью более 75 ватт, а с 2014-25 ватт. В тече-

ние трех лет страна должна полностью перейти на энергосберегающие (люминесцентные и светодиодные) лампы. [3]

Современные проблемы энергоэффективного освещения многогранны и имеют широкий спектр. Их решением сейчас занимается большое количество фирм и организаций, работающих в области светотехники. И это действительно актуально, поскольку дефицит энергии становится проблемой все большего числа российских городов. Но, несмотря на приоритетное направление энергосбережения на данном этапе, выпуск энергосберегающих источников света сокращается, это может быть обусловлено тем, что узаконенный запрет породил повышенный спрос на лампы накаливания. В канун нового года граждане скупали стоваттные лампы почти ящиками. В итоге из продажи они действительно исчезли, зато появились новые – лампочки мощностью 95 ватт. То есть спрос, тут же породил предложение. Цена новой лампочки 9 рублей, разницы в работе по сравнению со 100-ваттной ощутить невооруженным глазом невозможно. То есть запрет не нарушен, а красиво обойден.

Очевидно, сам по себе запрет 100 ваттных ламп не является мерой, приводящей к увеличению энергоэффективности. Ведь потребителям важно достичь определенного уровня освещенности. А пять 40 ваттных ламп не дадут никакой экономии по сравнению с двумя 100 ваттными. Данное положение закона имеет «воспитательное» значение. Людям надо время, чтобы свыкнуться с мыслью об отказе от ламп накаливания. А предприятиям – чтобы перестроить производство. Однако, по данным аналитических агентств, сокращение производства ламп накаливания в России не наблюдается. Многие производители начали выпуск ламп мощностью 95 Вт либо переориентировались на выпуск «бытовых нагревательных электроприборов с функцией освещения».

Исследуя данную проблему, необходимо обратить внимание на объем выпуска люминесцентных ламп на предприятии. Показатель в натуральном выражении в данном случае будет очень наглядно и полно отражать сложившуюся ситуацию в Республике Мордовия.

Исходя из всего выше сказанного, перейдем к анализу выпуска энергосберегающих источников света, в качестве объекта исследования возьмем ОАО «Лисма» и приведем данные об объеме выпуска продукции в динамике за 4 года поквартально за 2007-2011 гг. (таблица 1).

Т а б л и ц а 1

Объем выпуска люминесцентных ламп, тыс. шт.

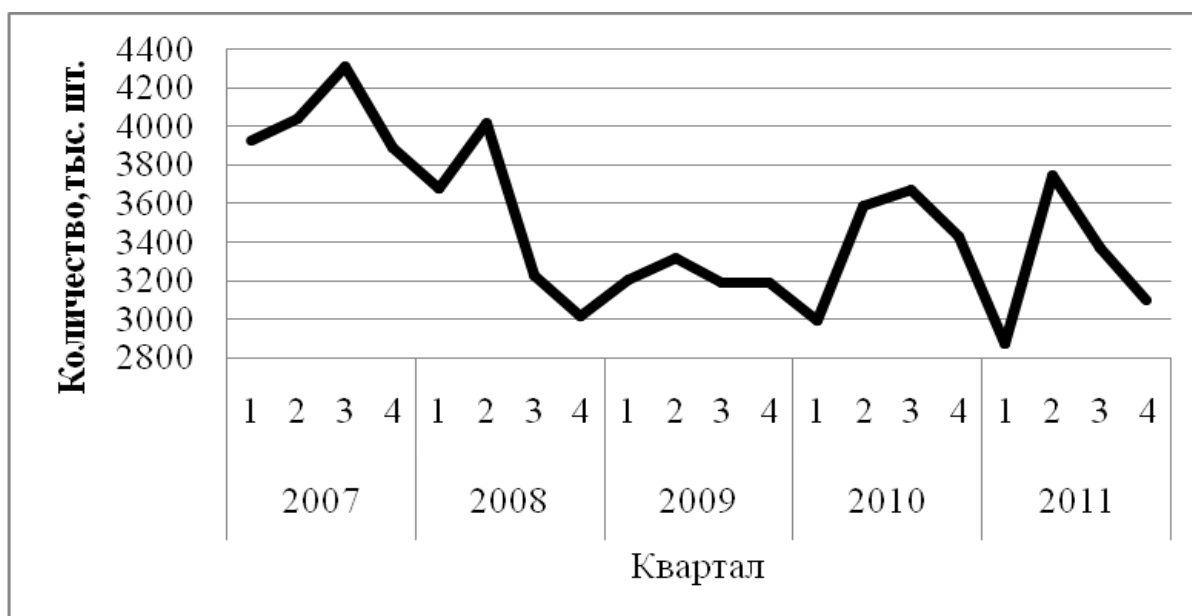
Год/Квартал	1 кв.	2 кв.	3 кв.	4 кв.	Итого
2007	3930	4041	4309	3890	16170
2008	3680	4015	3227	3018	13940
2009	3206	3318	3189	3193	12906
2010	2996	3592	3674	3432	13694
2011	2875	3749	3374	3098	13096
Среднее значение	3337,4	3743	3554,6	3326,2	13961,2

Анализируя данные выпуска люминесцентных можно сказать, что максимальное число произведенных ламп приходилось на 2007 год и составило

16170 тыс. шт. Минимальное – в 2009 году, что почти на 20 % меньше по сравнению с 2007 годом, в натуральном выражении эта цифра составила 12906 тыс. шт. Однако, после данного периода можно наблюдать незначительный рост и в 2010 году темп прироста по сравнению с 2009 годом составил 6%.

Рассматривая динамику за 5 лет можно сделать вывод, что выпуск ламп сократился на 19%.

Следует обратить внимание, что выпуск энергосберегающих ламп, содержит сезонную компоненту, которая наглядно представлена на рисунке 1.



Р и с у н о к 1 Количество выпущенных люминесцентных ламп за 2007-2011гг.

Как видно, во 2 квартале наблюдается увеличение выпуска ламп.

Так в среднем, за 2 квартал объем выпуска составил 3743 тыс. шт., а в 4 квартале спад – 3326,2 тыс.

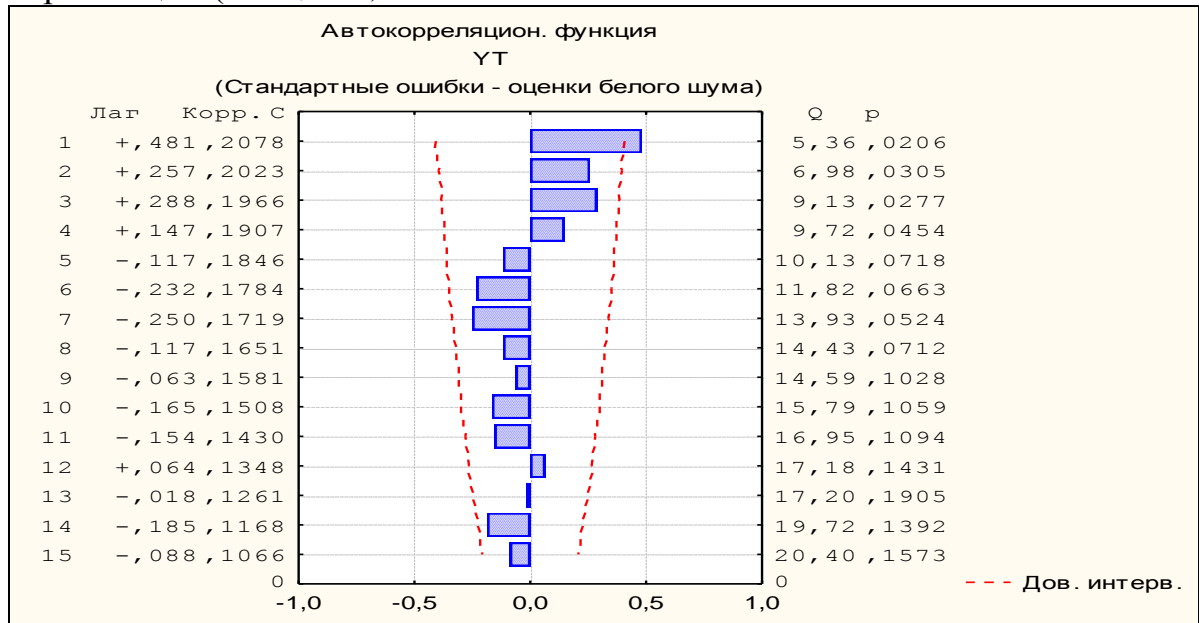
Эти сезонные колебания обусловлены тем, что в первое полугодие больше спрос, так как в зимние месяцы короче световой день и соответственно производители начинают выпускать свою продукцию в большем размере, чем во втором полугодии.

Для того, чтобы наиболее полно отразить сложившуюся ситуацию в энергосберегающей сфере необходимо построить прогноз и сравнить текущую тенденцию и прогнозную.

Построив автокорреляционную функцию, можно утверждать о наличии тенденции и сезонных колебаний (рисунок 2).

Так как первый коэффициент $r = 0,48$, то с вероятностью 95% можно утверждать о наличии тенденции среднего уровня ряда. Сезонность явно проявляется на 6, 10 и 14 лаге, Это подтверждает то, что во втором квартале наблюдается увеличение производства ламп. Для описания основной тенденции, часто используют аналитическое выравнивание с помощью кривых роста, которые описывают закономерности развития изучаемого явления. Первым шагом при выборе кривых роста служит визуальная оценка графического изображения.

Выбор наилучшей формы кривой можно оценить с помощью коэффициента детерминации. Таким образом, для изучаемого явления наиболее подходящей оказалась парабола 2-го порядка, т.к. ей соответствует наибольший коэффициент детерминации ($R^2=0,4967$).



Р и с у н о к 2 Автокорреляционная функция

Уравнение тренда имеет вид:

$$\hat{y} = 4324,1 - 154,16t + 5,4699t^2 \quad (1)$$

Изобразим на графике фактические и расчетные значения, полученные по уравнению тренда (рисунок 3).



Р и с у н о к 3 Динамика объема выпуска ламп и полиномиальный тренд

Но наличие сезонности в ряду динамики не позволяет производить прогноз по линии тренда, т.к. его необходимо скорректировать его на сезонность.

Распространенным методом является использование мультипликативных (2) и аддитивных (3) индексов сезонности, которые устанавливают вид связи между трендовой и сезонной компонентой.

Скорректировав линию тренда на индекс сезонности. Получили две новые модели, они оказались адекватными.

$$Y_t = I_{si} * Y_t^{\wedge} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$Y_t = G_{si} + Y_t^{\wedge} + \varepsilon_t \quad (3)$$

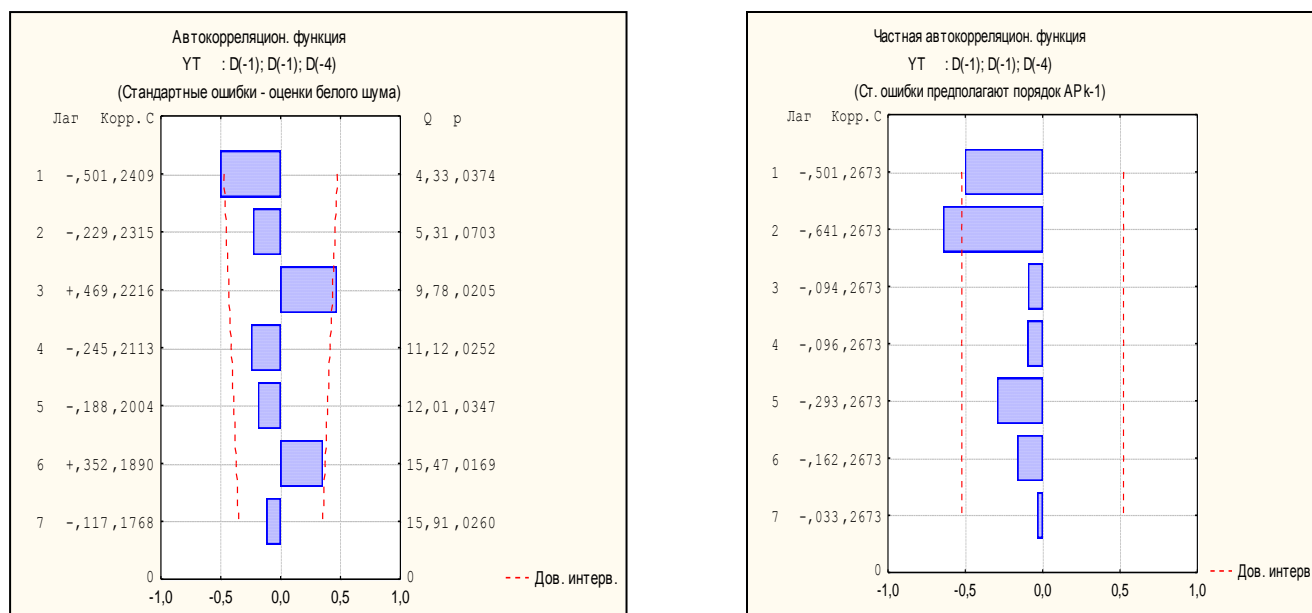
Выбор наилучшей из них можно осуществить с помощью среднеквадратического отклонения.

Минимальная ошибка соответствует аддитивному тренду – сезонной модели. Соответственно она наиболее благоприятна для прогноза.

Осуществим моделирование и прогнозирование выпуска энергосберегающих источников света с помощью АРИСС модели.

В этом методе используется итеративный подход к определению допустимой модели среди общего класса АРИСС моделей. Прежде чем идентифицировать порядок АРИСС модели, ряд динамики объема производства ламп приведем к стационарному виду с помощью взятия простых разностей второго порядка и исключения сезонности.

Для идентификации порядка модели используются АКФ и ЧАКФ (рисунок 4).



Р и с у н о к 4 Автокорреляционная функция и Частная АКФ ряда динамики объема производства ламп, приведенного к стационарному виду

Исходя из графиков АКФ и ЧАКФ, можно предположить, что порядок авторегрессии $p=2$ (т.к. выброс на 2 лаге), а скользящей средней $q=1$ (значим 1 коэффициент корреляции).

Однако в ходе проверки значимости этих параметров, наиболее пригодная для анализа оказалась АРИСС модель порядка $(0,2,1)(0,1,0)$.

В явном виде АРИСС модель выглядит:

$$Y_t = 2Y_{t-1} - Y_{t-2} + Y_{t-4} - 2Y_{t-5} + Y_{t-6} - b_1 \varepsilon_{t-1}, \text{ где параметр } b_1 = 0,919961 \quad (4)$$

После проверки на адекватность, остатки модели удовлетворяли условиям случайности и независимости, однако распределение остатков не соответствовало нормально вероятностному графику, но учитывая достаточно короткий ряд, данной гипотезой можно пренебречь.

Выбор наилучшей модели для прогноза осуществим с помощью ошибки аппроксимации. Представим расчеты в виде таблицы 2

Т а б л и ц а 2

Адекватные модели для прогнозирования

Вид описывающей модели	Аналитическое уравнение	Ошибка аппроксимации
Тренд-модель по Параболе 2-го порядка	$\hat{y} = 4324,1 - 154,16t + 5,4699t^2 + \varepsilon_t$	6,70
Тренд- сезонная модель с аддитивными индексами сезонности	$t = G_{st} + (4324,1 - 154,16t + 5,4699t^2) + \varepsilon_t$	5,52
АРИСС – модель	$t = 2Y_{t-1} - Y_{t-2} + Y_{t-4} - 2Y_{t-5} + Y_{t-6} - 0,919961\varepsilon_{t-1}$	11,71

Из таблицы наглядно видно, что минимальная ошибка аппроксимации соответствует тренд – сезонной модели с аддитивными индексами сезонности, таким образом, она является наилучшей для построения прогноза.

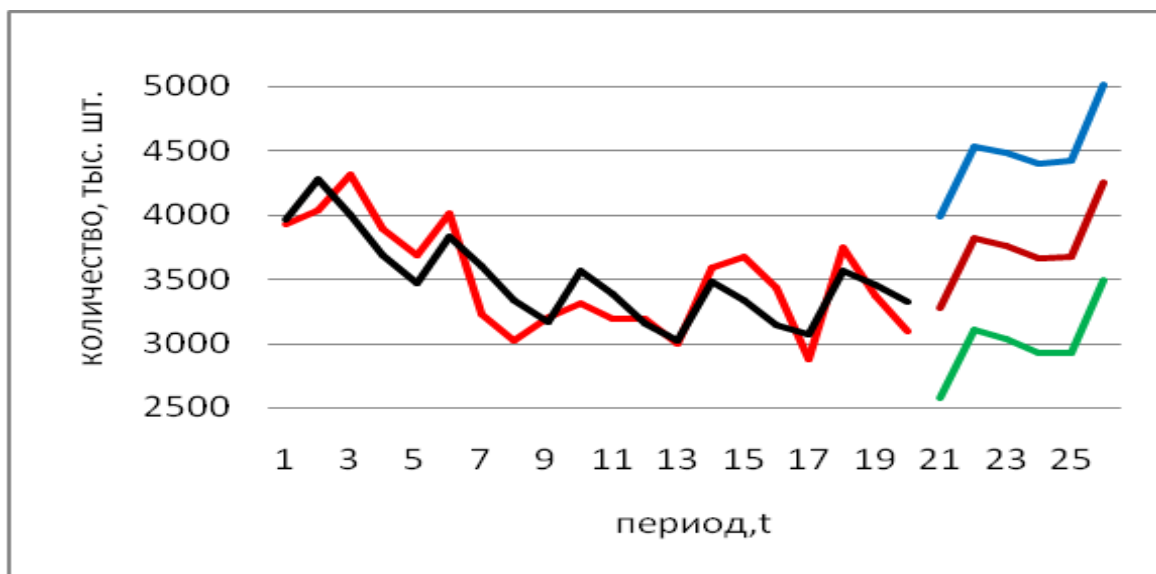
Построим прогноз на 2012-2013г с доверительными интервалами (таблица 3).

Т а б л и ц а 3

Прогноз объема производства люминесцентных ламп в Республике Мордовия на 2012-2013г.

Год	Квартал	Нижняя граница	Точечный прогноз	Верхняя граница
2012	I	2576,99	3281,58	3986,17
	II	3104,34	3818,46	4532,57
	III	3036,98	3761,33	4485,69
	IV	2928,92	3664,21	4399,51
2013	I	2924,50	3671,39	4418,28
	II	3492,90	4252,03	5011,15

Изобразим на рисунке 5 исходные данные, смоделированный ряд и прогноз с доверительными интервалами, чтобы наглядно представить развитие исследуемого явления.



Р и с у н о к 5 Прогноз объема производства люминесцентных ламп в Республике Мордовия на 2012-2013 г.

Исходя из данных таблицы и рисунка, с вероятностью 95% можно утверждать, что прогноз на данный период имеет тенденцию к увеличению производства люминесцентных ламп в Республике Мордовия.

Таким образом, анализируя сложившуюся ситуацию в Республике Мордовия, можно заключить следующее. На данном этапе наглядно прослеживается тенденция к снижению выпуска энергосберегающих ламп, это может быть обусловлено рядом причин. Вполне возможно, что данная тенденция связана с перестройкой материально-технической базы, трудоемкий переход на новый продукт, связанный с затратами производства.

Также важно учитывать потребительский спрос, население не может резко уйти от привычных ламп накаливания, нужно время, чтобы люминесцентные лампы заменили рынок «старого освещения». Но анализ прогнозных значений дает основание ожидать увеличение выпуска люминесцентных ламп.

Так как, ошибка прогноза достаточно невелика (5%), можно утверждать, что прогнозные значения будут в пределах доверительного интервала, т.е. вскоре начнется увеличение выпуска люминесцентных лам. О чем это говорит? Сознание человека так устроено, что он не может резко перестроиться от одного предмета потребления к другому, соответственно должно пройти определенное время, в экономике данный процесс называется лагом запаздывания, поэтому в данном случае наиболее актуальным методом исследования будет построение модели адаптивных ожиданий.

Например, можно предположить, что зависимая переменная Y_t связана с ожидаемым значением ожидаемой переменной X_{t+1} соотношением:

$$Y_t = \alpha + \beta x_{t+1}^* + \varepsilon_t, \quad (5)$$

где

Y_t – объем выпуска энергосберегающих источников света,

X_{t+1}^* – желаемый уровень потребления.

Таким образом, желаемый уровень потребления можно выразить через формулу:

$$X_{t+1}^* = (1-\lambda) * X_t^* + \lambda X_t, \quad (6)$$

где

$$X_t^* = (1-\lambda) * X_{t-1}^* + \lambda X_{t-1} \quad (7)$$

Можно выразить фактические значения от предыдущих и повторять данную процедуру бесконечное число раз.

Тогда получим уравнение с распределенным лагом с бесконечной геометрической убывлюю.

$$Y_t = \alpha + \beta(\lambda[X_t + (1-\lambda)X_{t-1} + (1-\lambda)^2 * X_{t-2} + (1-\lambda)^3 + \dots]) + \varepsilon_t \quad (8)$$

Зная уровень потребления энергосберегающих ламп, не составит труда построить модель с распределенным лагом и оценить соответствуют ли наши предположения реальности.

В заключении, необходимо отметить, что выпуск энергосберегающих ламп, очень актуален в разрезе энергосберегающей политики и от того, как будет развиваться, данная тенденция зависит благосостояние Республики Мордовии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html>

2. Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»

3. Тезисы доклада заместителя директора Департамента системного анализа и стратегического планирования Минпромторга России Владимир Мальцева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minpromtorg.gov.ru/ministry/plans/gov/4>

ANALYSIS AND MODELLING OF RATIO OF PRODUCTION AND CONSUMPTION OF ENERGY SAVING LIGHT SOURCES

Ivanova Irina,

PhD, Associate Professor of the Chair of Information Systems in Economics and Management,

Grishina A.M.,

a 4th year Student of Department of Economics, Ogarev Mordovia State University

This article discusses the problems of the analysis, modeling and forecasting of the energy-saving light sources manufacturing in a region through the example of Republic of Mordovia.

Key words: economics, forecasting, region, manufacture, trend, dynamics, light sources, effectiveness, seasonality.