

zovanija (na materialah g.Kurska) // Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo. – 2011. – №10. – S. 40-42.

6. Oficial'nyj sajt Territorial'nogo organa Federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki. – URL: <http://kurskstat.gks.ru>

7. Vertakova Ju.V., Moshkevich M.L. Ocenka investicionnogo potenciala goroda // Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – №4(49). – S.10-16.

8. Bereslavskaja V.A. Investicionnyj potencial kak osnova strategii razvitija regiona // Regionologija. – 2004. – №1. – S.129-138.

9. Davydova L.V., Il'minskaja S.V. Formirovanie strategii razvitija investicionnogo potenciala regiona na osnove ocenki investicionnyh processov // Jekonomicheskij analiz: teorija i praktika. – 2007. – №13(94). – S. 12-22.

10. Davydova L.V., Markina S.A. Investicionnyj potencial kak osnova jekonomicheskogo rosta // Finansy i kredit. – 2007. – №31(271). – S. 54 – 57.

11. Shibakov V.G., Kotljars L.V., Shibakova I.A. Gorod kak slozhnaja jekologosocial'no-jekonomicheskaja sistema // Uspehi sovremennogo estestvoznanija. – 2004. – № 5. – S. 71-72.

УДК 338.27

**Г.И. Барбышева**, канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: [galibar@ya.ru](mailto:galibar@ya.ru))

### ПОВЫШЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ ОДНОМЕРНЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

*В статье дается анализ методик прогнозирования по временным рядам, объясняются причины сложности этого процесса. На примере ключевых ресурсных и результативных показателей сельского хозяйства Курской области показано, как превратить регрессионную модель временного ряда в адаптивную модель. Изучена целесообразность агрегированных прогнозов с периодом упреждения один год. Для целей исследования не использовались стоимостные показатели. Длина временного ряда ограничена периодом 2000-2014 гг. Выполнен прогноз ресурсного и результативного состояния сельского хозяйства Курской области на 2015 г. Прогнозные значения сопоставлены с фактически достигнутыми.*

*Выбор регрессионных моделей проведен с учетом анализа временных рядов. Регрессионные модели проверены на адекватность, дана оценка достоверности разработанного прогноза. Показаны возможности применения точечного и интервального прогнозов. Показаны отличия формальной и прогнозной экстраполяции. Проанализированы наиболее часто встречающиеся ошибки прогнозирования по временным рядам на конкретных примерах. Для показателей с высокой колеблемостью выполнен анализ структуры рядов динамики, вычислены коэффициенты автокорреляции. Показаны возможности прогнозирования по стационарным рядам динамики. Описана возможность прогнозирования комплексных показателей через функциональную зависимость от факторов первого порядка. Обоснована целесообразность перехода от прогнозирования по длинным временным рядам к прогнозированию по коротким временным рядам в случае их разворота. Показаны возможности адаптивного моделирования по рядам динамики без ярко выраженного тренда. В частности, применен метод экспоненциального сглаживания. Обоснована возможность применения агрегированных прогнозов с целью повышения их достоверности.*

*Сделан вывод о целесообразности комплексного использования количественных и качественных методов исследования в процессе прогнозирования по временным рядам. Обоснована народнохозяйственная ценность разработанной методики повышения адаптивности одномерных методов прогнозирования.*

**Ключевые слова:** прогнозирование, сельское хозяйство, временные ряды, экстраполяция, тренд, регрессия, агрегированный прогноз, автокорреляция.

\*\*\*

В экономике основой практически любой деятельности является прогноз. Чтобы принимать более эффективные управленческие решения на всех уровнях

необходимо проводить многовариантные прогнозные расчёты показателей и добиваться повышения качества прогнозов.

В основе экономического прогнозирования лежит предположение о том, что будущее состояние экономики в значительной мере предопределяется ее прошлым и настоящим состояниями. Однако будущее несет в себе и элементы неопределенности. В частности существует множество вариантов возможного развития, в т.ч. в зависимости от принимаемых управленческих решений и степени их реализации. Отдельную причину неопределенности представляет существующая ограниченность познания экономических законов, дефицит информации, её устаревание, дифференцированная достоверность информации.

Естественно стремление экономистов к минимизации неопределенности. Прогнозирование выступает как один из инструментов в этом процессе.

Прогнозирование призвано не только анализировать тенденции развития объекта управления, выявить возможные альтернативы его развития, но также обнаружить проблемы развития и сконцентрировать на них внимание субъекта управления, помочь в принятии оптимальных решений.

К.Л. Мамаев и П.И. Тутубалин считают, что задача прогнозирования будущих значений отчетных периодов с помощью временных рядов на основе его исторических значений является основной для планирования в экономике [1].

М.Е. Мазуров отмечает, что задача прогнозирования поведения сложных динамических систем, особенно в экономике и социальной сфере, является трудноформализуемой. Прогноз таких систем должен опираться почти исключительно на выявлении скрытых закономерностей в накопленных данных [2].

И.Р. Мусина пишет, что получение краткосрочного прогноза наблюдаемого показателя вызывает особые затруднения, поскольку требуется высокая точность. В этом случае необходимы формализованные гибкие процедуры [3].

Развитие экономических процессов во времени удобно описывать и анализировать с помощью временных рядов.

По мнению С.В. Поршнева и Ф. Рабайя, временные ряды – это последовательности результатов измерений текущих значений одного или нескольких параметров, проводимых в упорядоченные моменты времени. Для прогнозирования динамики развития сложной системы или процесса решается задача синтеза модели временного ряда, используя которую вычисляют прогнозируемые значения временного ряда [4].

Согласимся с мнением С.В. Поршнева, что универсальных методов решения задач анализа и прогнозирования временных рядов не существует.

В данной работе мы будем рассматривать методы анализа временных рядов, основанные на использовании математических моделей временного ряда и идентификации параметров данных моделей на основе имеющихся экспериментальных данных. В частности, методы выделения тренда (временного сглаживания), регрессионный, автокорреляционный, адаптивный (скользящих средних) методы [5,6].

А.А. Темиров утверждает, что более точные прогнозные значения могут быть получены путем усложнения модели и применения нейронных сетей, генетических алгоритмов, клеточных автоматов, нечетких систем, «Гусеницы»-SSA (сингулярного спектрального анализа), многофакторных регрессионных моделей [7].

Как справедливо отмечает Н.Ю. Нарыжная, большинство математических моделей предполагают декомпозицию прогнозирования случайного процесса общего вида на трендовую, периодическую и случайную компоненты [8].

Тренд – это долговременная компонента временного ряда. Она характеризует основную тенденцию его развития. Т.Б. Воронкова замечает, что основная тенденция – достаточно плавное и устойчивое изменение уровня явления во времени, более или менее свободное от случайных колебаний [9].

Для описания тренда используются кривые роста. По классификации С.В. Поршнева и Ф. Рабайя, кривые роста позволяют описать процессы трех видов: без предела роста; с пределом роста без точки перегиба; с пределом роста с точкой перегиба. Для абсолютных объемов показателей характерны процессы первого типа [4].

Поиск лучшей кривой роста в качестве модели временного ряда называется трендовый анализ. Выбирается та функциональная зависимость, которая наиболее похоже описывает настоящее движение.

Как справедливо отмечают С.В. Поршнев и Ф. Рабайя, формально подбираемые аппроксимирующие функции не обязательно отражают реальную зависимость наблюдаемой величины от времени. Следует помнить, что цель состоит в качественном описании изучаемого явления с содержательной точки зрения (экономической, физической), а не в выборе удачного полинома высокой степени (прогнозирование по такому полиному все равно станет невозможным) [4].

Прогнозирование на основе временного ряда относится к одномерным методам прогнозирования. З.Н. Исмиханов,

Н.М. Умаргаджиева, М.А. Магомедова, Л.А. Нурмагомедова отмечают: при таком подходе предполагается, что прогнозируемый показатель формируется под воздействием большого количества факторов, выделить которые сложно ввиду неопределенности и противоречивости информации. В этом случае ход изменения данного показателя связывают не с факторами, а с течением времени, что проявляется в образовании одномерных временных рядов [10].

В то же время Н.А. Жданова указывает, что экстраполяция в рядах динамики носит не только приближенный, но и условный характер. Поэтому ее следует рассматривать как предварительный этап в разработке прогнозов [11].

Тем не менее, польза от построенной модели, по мнению Н.Ю. Нарыжной, в том, что прогностическая (экстраполяционная) способность модели определяется её принципиальной возможностью оценить поведение случайного процесса за пределами некоторого интервала, на котором известны результаты измерений его значений [8].

В.Н. Петрушин, С.А. Дроздов, Г.О. Рытиков отмечают, что задачей экономико-математического прогнозирования является построение такой вероятностно-статистической модели временного ряда, чтобы последующие наблюдения подтверждали спрогнозированные значения с заданной точностью. В такой постановке эта задача может вообще не иметь решения, поскольку экономические процессы обычно не являются детерминированными. В ослабленной формулировке задачей прогнозирования можно считать построение модели, обеспечивающей прогноз на определенный временной интервал при условии сохранения действующих в ис-

следуемой экономической системе тенденций и внутренних связей с указанием достоверности прогноза и величины его возможной ошибки [12].

Разность идеального и реального выходных результатов возникает вследствие невозможности точно предсказать будущее процесса из-за неучтенной случайной компоненты, а в некоторых случаях, периодической компоненты коротких, средних и длинных волн.

Поэтому трендовая модель нуждается в дальнейшей корректировке для повышения её адекватности и возможности применения в прогнозировании. Одним из способов повышения адекватности модели является её адаптивность, т.е. доработка и совершенствование на основе

новых показателей функционирования изучаемого объекта.

На примере ключевых ресурсных и результативных показателей сельского хозяйства Курской области покажем, как можно превратить регрессионную модель временного ряда в адаптивную модель, а также изучим целесообразность агрегированных прогнозов (период упреждения 1 год), сопоставив их результат с фактом за 2015 г. Для целей исследования мы не используем стоимостные показатели, так как их анализ в динамике затруднен. Ограничим длину временного ряда в 15 лет, т.е. периодом 2000-2014 гг. Начнем анализ временных рядов с выбора регрессионной модели, проверки её адекватности, оценки достоверности прогноза (табл. 1).

Таблица 1

Прогноз ресурсной обеспеченности и результата функционирования сельского хозяйства Курской области на 2015 г. по длинным рядам

Показатель	Прогноз на 2015 г.	Доверительный интервал	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза	Факт, 2015 г.	ООП, %	R2
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	1577113	367726	1209387	1944839	1445728	9,1	0,68
Площадь пашни, га	1496768	323601	1173167	1820369	1371658	9,1	0,60
Среднесписочная численность работников, чел.	34266	4785	29481	39051	25399	34,9	0,99
Число тракторов, ед.	4606	505	4101	5111	3872	19,0	0,99
Число комбайнов, ед.	1823	315	1508	2138	1568	16,3	0,99
Энергетические мощности, л.с.	2115808	318360	1797448	2434168	1775801	19,1	0,97
Среднесуточный прирост живой массы КРС, г	439	33	406	472	442	0,7	0,96
Среднегодовая численность КРС на выращивании и откорме, гол.	57858	14286	43572	72144	53902	7,3	0,98
Валовое производство прироста живой массы КРС, ц: регрессия	94004	16264	77740	110268	87022	8,0	0,93
через факторы первого порядка	92708	X	X	X	87022	6,5	X
Среднегодовое поголовье коров	33564	13400	20164	46964	32435	3,5	0,97
Среднегодовой надой, кг	4401	216	4185	4617	4763	7,6	0,99
Валовое производство молока, ц: регрессия	1716132	173376	1542756	1889508	1544728	11,1	0,86
через факторы первого порядка	1476816	X	X	X	1544728	4,4	X
Урожайность зерновых, ц/га	46	10	36	56	32,6	41,1	0,68
Валовой сбор зерна, ц	28391713	8676505	19715208	37068218	19870129	42,9	0,53
Площадь посева сахарной свеклы, га	90237	25548	64689	115785	64314	40,3	0,84
Урожайность сахарной свеклы, ц/га	370	134	236	504	392,7	5,8	0,71
Валовой сбор сахарной свеклы, ц: регрессия	39879349	12340768	27538581	52220117	23887457	66,9	0,78
через факторы первого порядка	33387690	X	X	X	23887457	39,8	X

Для получения высокой достоверности прогноза предлагаем придерживаться следующих этапов:

1. Тщательнее подбирать кривую аппроксимации. Если ни одна из предлагаемых программным продуктом Excel

кривых не обеспечивает приемлемой достоверности аппроксимации ( $R^2$  более 0,6), то от прогнозирования методом экстраполяции надо отказаться. Наше исследование показало, что между достоверностью аппроксимации и относительной

ошибкой прогноза (ООП) связь обратная, средняя по силе (коэффициент корреляции равен минус 0,33), т.е. чем выше достоверность аппроксимации, тем ниже относительная ошибка прогноза. Однако даже самый высокий показатель достоверности аппроксимации не гарантирует точного прогноза. Например, в таблице 1 это показатели «Энергетические мощности, л.с.», «Среднесписочная численность работников, чел.», «Число тракторов, ед.», по которым достоверность аппроксимации была выше 0,97, а прогнозное значение даже не попало в доверительный интервал. При значении достоверности аппроксимации менее 0,9 желательно вычислить среднюю ошибку аппроксимации по формуле

$$E = \frac{1}{n} \sum \frac{|y_t - \tilde{y}_t|}{y_t} \times 100, \quad (1)$$

где  $E$  – средняя ошибка аппроксимации, %;

$n$  – длина ряда;

$y_t$  – фактическое значение исследуемого показателя;

$\tilde{y}_t$  – прогнозное значение показателя.

Если результат окажется более 10%, то высокой точности прогнозируемых показателей не следует ожидать.

2. На основе точечного прогноза предлагать интервальный прогноз, предварительно рассчитав доверительный интервал на основе стандартной ошибки тренда. Доверительный интервал учитывает фактор неопределенности в развитии социально-экономических процессов, т.е. возможность отклонения от тренда. Для вычисления доверительного интервала перемножим коэффициент доверия по распределению Стьюдента и остаточное среднее квадратическое отклонение от

тренда, скорректированное по числу степеней свободы ( $S_y$ ).

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_t - \tilde{y}_t)^2}{n-m-1}}, \quad (2)$$

где  $y_t$  – фактические значения уровней временного ряда;

$\tilde{y}_t$  – расчетные значения уровней временного ряда, найденные по уравнению тренда;

$n$  – длина временного ряда;

$m$  – число параметров при факторе времени  $t$ .

Доверительный интервал прогноза уровня ряда для конкретного периода времени составит:

$$\tilde{y}_p \pm t_a S_y, \quad (3)$$

где  $\tilde{y}_p$  – точечный прогноз,

$t_a$  – табличное значение  $t$ -критерия (зависит от числа степеней свободы и уровня значимости);

$S_y$  – стандартное отклонение по динамическому ряду.

В нашем случае относительная ошибка точечного прогноза оказалась меньше 1% только для одного показателя из 17, а именно «Среднесуточный прирост живой массы КРС». Тогда как в доверительный интервал попали 10 показателей, для которых рассчитывался прогноз. Показатели, вышедшие за пределы доверительного интервала, имеют, как правило, самую высокую относительную ошибку прогноза.

Следует отметить, что при планировании остальных семи показателей из таблицы 1 были допущены просчеты. Например, для среднесписочной численности работников был спланирован очень высокий 34% годовой темп прироста (рис. 1).

## Среднесписочное число работников, чел.

$$y = 35,532x^3 - 546,99x^2 - 4534,2x + 94859$$

$$R^2 = 0,9933$$

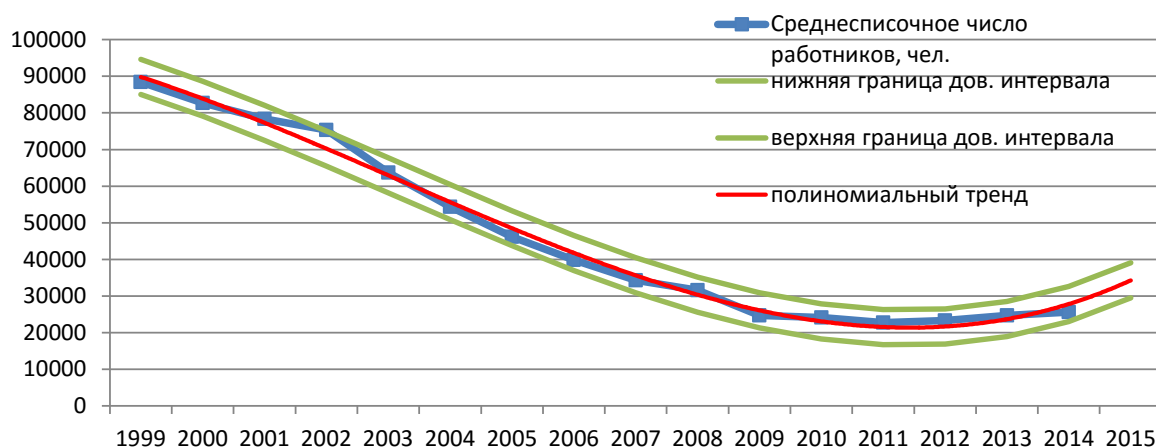


Рис. 1. Интервальный прогноз среднесписочной численности работников сельского хозяйства Курской области на 2015 г. путем аппроксимации

3. Необходимо учитывать особенности изменения изучаемых явлений (процессов) последних лет, корректируя формальную экстраполяцию достоверной информацией, которая может существенно изменить характер динамики явления (процесса).

Такой подход корректировки прогноза предлагается, в частности, В.Г. Сазоновым. Он пишет: «Существует формальная и прогнозная экстраполяции. Формальная экстраполяция базируется на предположении сохранения в будущем прошлых и настоящих тенденций развития объекта. Прогнозная экстраполяция увязывает фактическое состояние исследуемого объекта с гипотезой о динамике его развития. Для повышения точности экстраполяции тренд изучаемого явления корректируется с учетом опыта функционирования объекта» [13].

Мы предлагаем сначала вычислить цепные темпы роста для изучаемого показателя, и при прогнозировании ориентироваться на среднюю скорость его из-

менения. В случае со среднесписочной численностью работников за весь изучаемый период 1999-2014 гг. темп прироста показателя не поднимался выше 6%, хотя однажды темп падения был зафиксирован на уровне 22%. В тенденции изменения показателя за прошлые года преобладавало падение над ростом. Поэтому даже когда аппроксимирующая кривая показала рост на прогнозируемый период, темп прироста надо было планировать максимум 6%.

Ошибка иного характера была допущена при планировании среднегодовых надоев коров. В данном случае наблюдается устойчивая положительная динамика показателя. Аппроксимирующая кривая показала прирост низкими темпами (менее 1%). Мы полагаем, что вычислив средний темп прироста за весь период наблюдений (около 7%), нужно было скорректировать прогноз в большую сторону.

4. При прогнозировании энергетических мощностей выявлена неустойчивая

тенденция последних лет: падение энергетических мощностей сменялось ростом и наоборот. Аппроксимирующая кривая с высокой степенью достоверности показала 9% прирост, но по факту произошло снижение с тем же темпом. В данном случае мы предлагаем дополнительно на этапе прогнозирования рассчитывать 5-летние скользящие средние изучаемого показателя. Можно отслеживать их динамику, в т. ч. визуально (в нашем случае показатель стабилизируется). Но главное внимание надо уделить последней 5-летней средней. Она будет выступать хорошим ориентиром при прогнозировании колеблющегося показателя. В нашем случае 5-летняя средняя оказалась ниже уровня энергетических мощностей последнего года, поэтому, несмотря на рост аппроксимирующей кривой, целесообразно было прогнозировать стабильное развитие. Аналогичные ошибки нами бы-

ли допущены при прогнозировании урожайности зерновых, площади посева под сахарной свеклой и валового сбора сахарной свеклы. Для всех этих показателей была отмечена высокая колеблемость в динамике.

5. При высокой колеблемости показателя необходимо провести анализ структуры рядов динамики. Как известно, фактическую величину уровня динамического ряда можно представить как функцию трех компонент: тенденции ряда, периодических колебаний, случайных колебаний. Эти компоненты необязательно присущи каждому временному ряду. Как отмечают С.В. Курьшева, И.Ю. Парик, М.В. Боченина, большинство динамических рядов в экономике характеризуются тенденцией и случайными колебаниями [14].

Основным элементом анализа структуры временных рядов выступает коэффициент автокорреляции (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты автокорреляции в растениеводстве Курской области  
(основной ряд 2000-2015 гг.)

Показатель	Лаг						
	1	2	3	4	5	6	7
Площадь посева зерновых, га	0,15	-0,11	-0,22	-0,21	-0,46	-0,17	0,29
Урожайность зерновых, ц/га	0,56	0,21	0,33	0,19	0,50	0,75	0,26
Валовой сбор зерна, ц	0,44	0,04	0,25	0,14	0,35	0,61	0,22
Площадь посева сахарной свеклы, га	0,73	0,58	0,47	0,53	0,35	0,12	-0,01
Урожайность сахарной свеклы, ц/га	0,63	0,51	0,50	0,35	0,26	0,18	0,19
Валовой сбор сахарной свеклы, ц	0,80	0,57	0,46	0,51	0,79	0,43	0,01

Коэффициенты автокорреляции первого-седьмого порядка для площади посева зерновых статистически незначимы и знакопеременны, следовательно, данный динамический ряд можно признать стационарным. Здесь отсутствует как тенденция, так и периодические колебания. Уровни ряда колеблются вокруг среднего значения под влиянием случай-

ной компоненты. Особенности прогнозирования по такому ряду рассмотрим чуть ниже. Проанализируем структуру динамического ряда урожайности зерновых: коэффициент автокорреляции первого порядка имеет высокое значение и является положительной величиной, как и все последующие коэффициенты второго-седьмого порядков. Это свидетельствует

о наличии положительного тренда в ряду динамики. Значение коэффициента автокорреляции достигает максимума при лаге 6 лет. Можно предположить наличие в ряду не только трендовой, но и периодической компоненты. Для проверки гипотезы необходим анализ значительно более длинных временных рядов. Ожидаемо, для временного ряда валового сбора зерна также характерен положительный тренд и периодические колебания с лагом 6 лет.

В динамическом ряду площади посева под сахарной свеклой и урожайности данной культуры периодической компоненты не выявлено. Оба тренда положительные. Для валового сбора сахарной свеклы тренд положительный, можно выдвинуть гипотезу о периодической компоненте с лагом 5 лет. Однако логическим анализом отвергаем эту гипотезу, так как видим, что периодических коле-

баний не было ни по площади посева, ни по урожайности данной культуры.

Таким образом, низкая достоверность прогноза урожайности зерновых, валового сбора зерна и сахарной свеклы, выполненного методом корреляционно-регрессионного анализа, вызвана наличием периодических колебаний либо случайных колебаний в дополнение к основной тенденции. Здесь необходимо воспользоваться более сложными моделями прогнозирования, например анализом Фурье.

Вернемся к необычной ситуации, сложившейся с динамикой площади посева под зерновыми. Анализ показал отсутствие тренда и периодической компоненты. Такой временной ряд признается стационарным. Графически стационарный ряд представляет собой изломанную линию, параллельную оси времени (рис. 2).

### Площадь посева зерновых, га

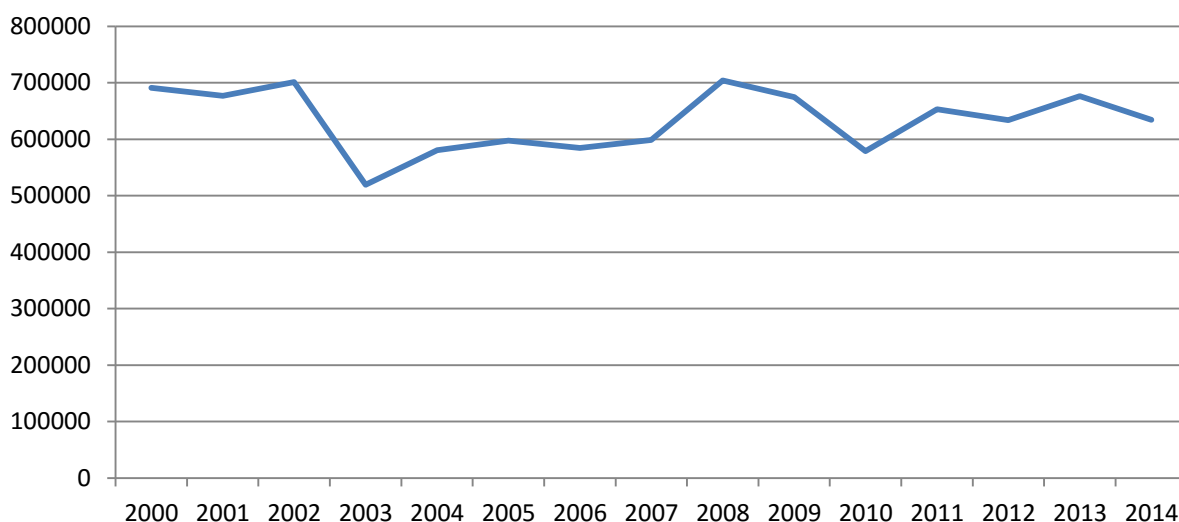


Рис.2. Динамика площади посева зерновых в коллективном секторе сельского хозяйства Курской области



Прогноз по стационарному ряду основан на предположении о неизменности в будущем среднего уровня динамического ряда и может быть представлен в виде

$$y_p = \bar{y} \pm S_p, \quad (4)$$

где  $y_p$  – прогнозное значение;

$\bar{y}$  – среднее значение уровня динамического ряда;

$S_p$  – средняя ошибка прогноза, определяемая как:

$$S_p = \sigma \sqrt{1 + \frac{1}{n}}, \quad (5)$$

где  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение по ряду;

$n$  – длина ряда.

Предельная ошибка прогноза будет вычислена по формуле

$$\Delta p = t_a \times S_p, \quad (6)$$

где  $t_a$  – табличное значение t-критерия Стьюдента.

Таким образом, площадь посева под зерновыми на 2015 г. можно планировать, исходя из среднего значения 633 551 га и предельной ошибки 117 721 га, т.е. в интервале от 515 829 га до 751 272 га. Фактическое значение площади посева под зерновыми в 2015 г. составило 617 065 га (относительная ошибка прогноза 2,6%).

6. Если известны факторы первого порядка для изучаемого показателя (как правило, это результирующий показатель), то необходимо проверять прогноз через функциональную зависимость про-

гнозируемых состояний факторов первого порядка. Например, валовой сбор сахарной свеклы есть произведение площади посева под культурой и её урожайности. Прогнозное значение валового сбора сахарной свеклы можно рассчитать как произведение прогнозных значений площади посева под культурой и урожайности сахарной свеклы.

Это полезно в том случае, если оба фактора первого порядка сильно колеблются по годам. Тогда результирующий показатель имеет ещё большую колеблемость, и экстраполяция имеет низкую достоверность. В нашем случае прогнозные значения всех результирующих показателей, найденные через факторы первого порядка (валовое производство молока, валовой прирост живой массы КРС, валовой сбор сахарной свеклы), оказались более достоверными, чем результаты регрессии.

7. Следует отказаться от обработки длинных временных рядов в пользу более коротких (например, 10-летних), если за период наблюдения произошел «разворот» динамического ряда, т.е. первоначальная тенденция, выявленная на начальных стадиях наблюдения, была преодолена. Короткие временные ряды также могут помочь, если существенно изменился темп роста (снижения) показателя в последние годы (табл. 3).

Таблица 3

Прогноз состояния сельского хозяйства Курской области на 2015 г.  
по коротким временным рядам (2005-2014 гг.)

Показатель	Прогноз на 2015 г.	Доверительный интервал	Нижняя граница прогноза	Верхняя граница прогноза	Факт, 2015 г.	ООП, %	R2
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	1514165	168961	1345204	1683126	1445728	4,7	0,82
Площадь пашни, га	1432399	164291	1268108	1596690	1371658	4,4	0,85
Среднесписочная численность работников, чел.	29212	3220	25992	32432	25399	15,0	0,99
Число комбайнов, ед.	1730	190	1540	1920	1568	10,3	0,98
Энергетические мощности, л.с.	2039480	244245	1795235	2283725	1775801	14,8	0,83

Покажем на примере динамики площади пашни, как с переходом от длинного временного ряда к короткому повышается

достоверность аппроксимации выявленного тренда и его характер (рис. 3,4).

### Площадь пашни, га

$$y = 6\,993,7514x^2 - 139\,904,2915x + 1\,853\,946,8464$$

$$R^2 = 0,5955$$

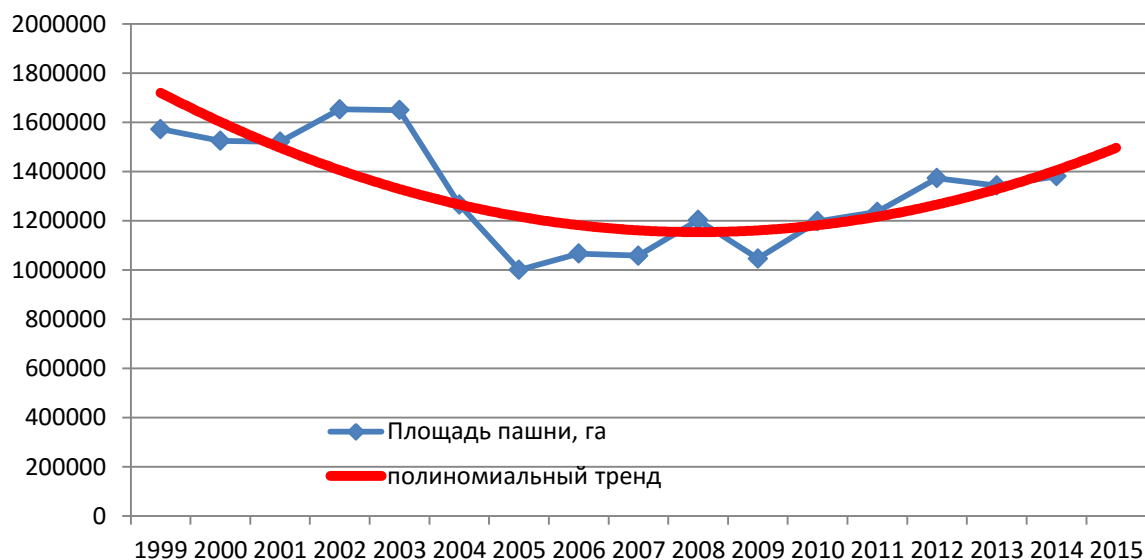


Рис.3. Аппроксимация площади пашни коллективного сектора сельского хозяйства Курской области по длинному временному ряду

### Площадь пашни, га

$$y = -345,185x^3 + 7\,137,559x^2 + 1\,391,895x + 1\,012\,884,300$$

$$R^2 = 0,854$$



Рис.4. Аппроксимация площади пашни коллективного сектора сельского хозяйства Курской области по короткому временному ряду

В нашем случае по всем показателям таблицы 3 получено более достоверное прогнозное значение именно по коротким временным рядам нежели по длинным. Следует отметить, что и с учетом методики укорачивания временных рядом, один прогнозируемый элемент вышел за пределы доверительного интервала. Это свидетельствует о необходимости использования комплекса корректирующих и проверочных действий, описанных нами как девять этапов.

Возвращаясь к ошибкам прогнозирования, отраженным в таблице 1, видим ещё один показатель «Число тракторов, ед.», по которому на фоне замедления падения и стабилизации ситуации в 2013-2014 гг. в прогнозе 2015 г. произошло резкое 13% падение. К сожалению, спрогнозировать такой разворот тренда, даже с учетом всех перечисленных нами методик, невозможно.

8. Для рядов, в которых нет ярко выраженного постоянного тренда, можно воспользоваться элементами адаптивного моделирования. Их отличительная особенность в том, что параметры модели

изменяются с течением времени, в зависимости от того, насколько удачным или неудачным оказался предыдущий прогноз [4]. По мере получения новых экспериментальных данных происходит корректировка параметров адаптивной модели.

В качестве примера можно применить метод экспоненциального сглаживания (входит в пакет анализа Excel). Прогноз по методу экспоненциального сглаживания вычисляется по формуле

$$\tilde{x}_{n+1} = \alpha x_n + (1 - \alpha)\tilde{x}_n, \quad (7)$$

где  $\tilde{x}_{n+1}$  – прогнозируемое значение изучаемого показателя на один интервал вперед;  $\alpha$  – коэффициент сглаживания (изменяется от 0 до 1);

$(1 - \alpha)$  – фактор затухания;

$x_n$  – последнее фактическое значение изучаемого показателя;

$\tilde{x}_n$  – предыдущий прогноз по методу экспоненциального сглаживания.

Чем выше коэффициент сглаживания, тем больше влияние оказывают на прогноз последние достигнутые значения. Для целей данного исследования мы брали  $\alpha = 0,9$  (табл. 4).

Таблица 4

Агрегированный прогноз отдельных показателей сельского хозяйства  
Курской области на 2015 г.

Показатель	Прогноз				Среднее из прогнозов	Факт, 2015 г.	ООП, %	
	Регрессия длинные ряды	Через факторы первого порядка	Экспоненциальное сглаживание	Регрессия короткие ряды			по регрессии	по среднему прогнозу
Площадь сельскохозяйственных угодий, га	1577113		1459322	1514165	1516867	1445728	9,1	4,9
Площадь пашни, га	1496768		1377288	1432399	1435485	1371658	9,1	4,7
Среднесписочная численность работников, чел.	34266		25471	29212	29650	25399	34,9	16,7
Число тракторов, ед.	4606		4446	4608	4553	3872	19,0	17,6
Число комбайнов, ед.	1823		1722	1730	1758	1568	16,3	12,1
Энергетические мощности, л.с.	2115808		1933133	2039480	2029474	1775801	19,1	14,3
Валовое производство прироста живой массы КРС, ц	94004	92708	93766		93493	87022	8,0	7,4
Валовое производство молока, ц	1716132	1476816	1613136		1602028	1544728	11,1	3,7
Площадь посева под зерновыми, га		633551*	638080		638080	617065	нет	3,4
Урожайность зерновых, ц/га	46		42	43	44	32,6	41,1	34,2
Валовой сбор зерна, ц	28391713		26752497	26884924	27343044	19870129	42,9	37,6
Площадь посева сахарной свеклы, га	90237		94694	101137	95356	64314	40,3	48,3
Урожайность сахарной свеклы, ц/га	370		336	372	359	392,7	5,8	8,5
Валовой сбор сахарной свеклы, ц	39879349	33387690	31450626	38212792	35732614	23887457	66,9	49,6

\* - среднее значение стационарного ряда

Следует отметить очень хороший результат прогнозирования по методу экспоненциального сглаживания для явлений (процессов) с высокой инерционностью, характеризующих большие и сложные социально-экономические системы. В нашем случае это площадь земельных угодий и численность работников, вовлеченных в сельскохозяйственное производство Курской области (относительная ошибка прогноза по экспоненциальному сглаживанию оказалась менее 1%).

9. Каждый метод прогнозирования имеет свои недостатки. Ряд ученых предлагают использовать агрегированный прогноз как взвешенную сумму прогнозируемых значений разными методами, т.н. адаптивную гибридную композицию моделей [15,16]. Для целей данного исследования мы воспользовались формулой средней арифметической простой (веса прогнозам, полученным разными методами, не присваивались).

Относительная ошибка по среднему (агрегированному) прогнозу оказалась хуже относительной ошибки прогноза по длинным рядам регрессии только для показателей (явлений) с высокой колеблемостью и, предположительно, наличием периодической компоненты (площадь посева сахарной свеклы и урожайность сахарной свеклы). Во всех остальных случаях усреднение прогнозов, выполненных разными методами, оправдано, так как повышает достоверность конечного (агрегированного) результата.

Таким образом, статистические методы прогнозирования позволяют выявлять закономерности на фоне случайностей, делать экономически и математически обоснованные прогнозы.

Мы полагаем, что количественные методы прогнозирования необходимо до-

полнить качественными элементами исследования в соответствии с разработанным нами алгоритмом. Поскольку качественные этапы исследования существенно зависят от опыта и квалификации эксперта (специалиста), то и в целом достоверность результата прогнозирования будет существенно различаться в зависимости от уровня знаний экономиста, осуществляющего этот процесс.

Народнохозяйственная ценность разработанной методики прогнозирования заключается в следующем: синтез количественных и качественных методов исследования позволит выполнить прогнозирование ресурсных и результативных экономических отраслевых параметров на уровне предприятия и региона на краткосрочную перспективу, не прибегая к покупке дополнительного дорогостоящего программного обеспечения и не привлекая к решению данной задачи экспертов из других областей научных знаний.

#### Список литературы

1. Мамаев К.Л., Тутубалин П.И. Прогнозирование будущих отчетных периодов на основе временных рядов // XXII Туполевские чтения. – СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2015. – С. 246 – 249.
2. Мазуров М.Е. О прогнозировании финансовых временных рядов с помощью метода самоорганизованной критичности // Экономика, статистика и информатика. – 2014. - №3. – С. 153-157.
3. Мусина И.Р. Проектирование системы краткосрочного прогнозирования временных рядов // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2014. – №32-1. – С. 46-51.
4. Поршнева С.В., Рабайя Ф. Исследование особенностей применения метода сингулярного спектрального анализа в

задаче анализа и прогнозирования временных рядов. – Ульяновск: Зебра, 2016. – 167 с.

5. Барбышева Г.И. Прогнозирование и планирование развития отрасли // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Экономика. Социология. Менеджмент. – 2015. – №4 (17). – С. 74-81.

6. Барбышева Г.И. Методика прогнозирования развития производительных сил в региональном АПК // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве. – Курск, 2015. – С. 204-208.

7. Темиров А.А. Прогнозирование временных рядов урожайности сельскохозяйственных культур методом клеточных автоматов // Друкеровский вестник. – 2016. – №3 (11). – С. 189-201.

8. Нарыжная Н.Ю. Основные подходы и требования к прогнозированию временных рядов динамики экономических показателей развития региона // Психология. Экономика. Право. – 2014. – №3. – С.64-71.

9. Воронкова Т.В. Применение временных рядов для прогнозирования экономических показателей // Проблемы и перспективы социально-экономического развития регионов. – Киров: ООО «Радуга-ПРЕСС», 2015. – С. 100-102.

10. Эконометрические модели для прогнозирования социально-экономических показателей развития региона (на материалах республики Дагестан) / З.Н. Исмиханов, Н.М. Умаргаджиева, М.А. Магомедова, Л.А. Нурмагомедова // Фундаментальные исследования. – 2015. – №12. – С. 785-789.

11. Жданова Н.А. Прогнозирование себестоимости зерна с помощью анализ временных рядов // Роль статистики в принятии управленческих решений. –

Курган: КГСХА им. Т.С. Мальцева, 2012. – С. 74-78.

12. Петрушин В.Н., Дроздов С.А., Рытиков Г.О. Выявление периодичности и прогнозирование временных рядов в экономике // Электронный журнал Cloud of Science. – 2015. – Т.2.- №2. – С. 247-262.

13. Сазонов В.Г. Прогнозирование и планирование в условиях рынка. – Владивосток: Издательство Дальневосточного государственного университета, Тихоокеанский институт дистанционного образования и технологий, 2001. – 149 с.

14. Курьшева С.В., Парик И.Ю., Боченина М.В. Анализ временных рядов и прогнозирование. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 98с.

15. Колесов Д.Н., Котов Н.В., Федоренко А.С. Совместный учет статистической и экспертной информации при прогнозировании современных рядов экономических показателей // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2007. – Сер.5 Вып.3. – С. 93-101.

16. Пьяных А.А. Анализ применения комбинированных моделей при краткосрочном прогнозировании временных рядов // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и Технологии. – 2014. – Т.7. -№3. – С. 359-363.

17. Прогнозирование и планирование в условиях рынка / Т.Н. Бабич, И.А. Козьева, Ю.В. Вертакова, Э.Н. Кузьбожев. – М.: Инфра-М, 2013. – 336 с.

18. Вертакова Ю.В., Козьева И.А., Положенцева Ю.С. Социально-экономическое прогнозирование. – Курск, 2013. – 196 с.

19. Золотарев С.В., Вертакова Ю.В., Козьева И.А. Совершенствование технологии измерения и прогнозирования устойчивого развития региона. – Воронеж: Научная книга, 2011. – 125 с.

*Получено 12.09.16*

**G.I. Barbysheva**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Southwest State University (Kursk) (e-mail: galibar@ya.ru)

### INCREASE IN ONE-DIMENSIONAL FORECASTING APPROACH ADAPTABILITY

*This article shows temporary ranks forecasting techniques analysis and process complexity reasons. It is done on the example of key resource and productive indicators of Kursk region agricultural industry. This example shows how to turn regression temporary row model into adaptive model. Aggregated forecasts feasibility with one year anticipation period is studied. For research purposes cost indicators are not used. Temporary row length is limited to 2000-2014 periods. Resource and productive condition forecast of Kursk region agricultural industry for 2015 is executed. Forecast values are compared with actually reached.*

*The choice of regression models is carried out taking into account time series analysis. Regression models are checked for adequacy. Reliability assessment of the developed forecast is given. Application possibilities of dot and interval forecasts are shown. Formal and forecast extrapolation differences are described. The most often found forecasting errors on temporary ranks through specific examples are analyzed. Structure dynamic ranks analysis for indicators with high oscillation is made, autocorrelation coefficients are calculated. Stationary dynamic series forecasting possibilities are shown. Forecasting possibility of complex indicators through functional dependence on first order factors is described. Transition feasibility from forecasting on long temporary lines to forecasting on short temporary ranks in case of their turn is proved. Adaptive modeling possibilities on dynamic ranks without pronounced trend are shown. In particular, exponential smoothing method is applied. Application of aggregated forecast possibility for increase purpose in their reliability is proved.*

*Conclusion about quantitative complex feasibility use and research high-quality methods in the course of forecasting on temporary ranks is done. Developed economic technique value of one-dimensional forecasting method adaptability increase is proved.*

**Key words:** forecasting, agricultural industry, temporary ranks, extrapolation, trend, regression, aggregated forecast, autocorrelation.

\*\*\*

#### Reference

1. Mamaev K.L., Tutubalin P.I. Prognozirovanie budushhih otchetnyh periodov na osnove vremennyh rjadov // XXII Tupolevskie chteniya. – SPb.: OOO «Izdatel'stvo Foliant», 2015. – S. 246 – 249.

2. Mazurov M.E. O prognozirovanii finansovyh vremennyh rjadov s pomoshh'ju metoda samoorganizovannoj kritichnosti // Jekonomika, statistika i informatika. – 2014. – №3. – s. – S. 153-157.

3. Musina I.R. Proektirovanie sistemy kratkosrochnogo prognozirovanija vremennyh rjadov // Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. I. Razzakova. – 2014. – №32-1. – S. 46-51.

4. Porshnev S.V., Rabaja F. Issledovanie osobennostej primeneniya metoda singuljarnogo spektral'nogo analiza v zadache analiza i prognozirovanija vremennyh rjadov. – Ul'janovsk: Zebra, 2016. – 167 s.

5. Barbysheva G.I. Prognozirovanie i planirovanie razvitija otrasli // Izvestiya Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Jekonomika. Sociologija. Menedzhment. – 2015. – №4 (17). – S. 74-81.

6. Barbysheva G.I. Metodika prognozirovanija razvitija proizvoditel'nyh sil v regional'nom APK // Aktual'nye problemy i innovacionnaja dejatel'nost' v agropromyshlennom proizvodstve. – Kursk, 2015. – S. 204-208.

7. Temirov A.A. Prognozirovanie vremennyh rjadov urozhajnosti sel'skohozjajstvennyh kul'tur metodom kletochnyh avtomatov // Drukerovskij vestnik. – 2016. – №3 (11). – S. 189-201.

8. Naryzhnaja N.Ju. Osnovnye podhody i trebovanija k prognozirovaniju vremennyh rjadov dinamiki jekonomičeskikh pokazatelej razvitija regiona // Psihologija. Jekonomika. Pravo. – 2014. – №3. – S.64-71.

9. Voronkova T.V. Primenenie vremennyh rjadov dlja prognozirovanija jeko-

nomicheskikh pokazatelej // Problemy i perspektivy social'no-jekonomicheskogo razvitiya regionov. – Kirov: OOO «Raduga-PRESS», 2015. – S. 100-102.

10. Jekonometricheskie modeli dlja prognozirovanija social'no-jekonomicheskikh pokazatelej razvitiya regiona (na materialah respubliki Dagestan) / Z.N. Ismihanov, N.M. Umargadzhiyeva, M.A. Magomedova, L.A. Nurmagomedova // Fundamental'nye issledovaniya. – 2015. – №12. – S. 785-789.

11. Zhdanova N.A. Prognozirovanie sebestoimosti zerna s pomoshh'ju analiz vremennyh rjadov // Rol' statistiki v prinjatii upravlencheskih reshenij. – Kurgan: KGSHA im. T.S. Mal'ceva, 2012. – S. 74-78.

12. Petrushin V.N., Drozdov S.A., Rytikov G.O. Vyjavlenie periodichnosti i prognozirovanie vremennyh rjadov v jekonomike // Jelektronnyj zhurnal Cloud of Science. – 2015. – T.2.- №2. – S. 247-262.

13. Sazonov V.G. Prognozirovanie i planirovanie v uslovijah rynka. – Vladivostok: Izdatel'stvo Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo universiteta, Tihookeanskij institut distancionnogo obrazovaniya i tehnologij, 2001. – 149 s.

14. Kuryshcheva S.V., Parik I.Ju., Bochenina M.V. Analiz vremennyh rjadov i prognozirovanie. – SPb.: Izd-vo SPbG-JeU, 2014. – 98s.

15. Kolesov D.N., Kotov N.V., Fedorenko A.S. Sovmestnyj uchet statisticheskoy i jekspertnoj informacii pri prognozirovanii sovremennyh rjadov jekonomicheskikh pokazatelej // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. – 2007. – Ser.5 Vyp.3. – S. 93-101.

16. P'janyh A.A. Analiz primenenija kombinirovannyh modelej pri kratkosrochnom prognozirovanii vremennyh rjadov // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Serija: Tehnika i Tehnologii. – 2014. – T.7. -№3. – S. 359-363.

17. Prognozirovanie i planirovanie v uslovijah rynka / T.N. Babich, I.A. Koz'eva, Ju.V. Vertakova, Je.N. Kuz'bozhev. – M.: Infra-M, 2013. – 336 s.

18. Vertakova Ju.V., Koz'eva I.A., Polozhenceva Ju.S. Social'no-jekonomicheskoe prognozirovanie. – Kursk, 2013. – 196 s.

19. Zolotarev S.V., Vertakova Ju.V., Koz'eva I.A. Sovershenstvovanie tehnologii izmerenija i prognozirovanija ustojchivogo razvitiya regiona. – Voronezh: Nauchnaja kniga, 2011. – 125 s.

УДК 332.1.338

**П.В. Сергеев**, д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: vlad\_svp@mail.ru)

**В.П. Сергеев**, канд. экон. наук, магистрант, ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: vlad\_svp@mail.ru)

**Н.А. Машкина**, канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: t.natusia@yandex.ru)

**С.А. Маркина**, канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Юго-Западный государственный университет» (Курск) (e-mail: markinas@list.ru)

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ РЕГИОНА

*Экономические проблемы, связанные с определением сущности понятия «производственная инфраструктура», «социальная инфраструктура», роли в воспроизводственном процессе, долгие годы считались второстепенными, однако в последнее время были широко признаны заслуживающими приоритетного внимания. Актуальность и целесообразность этих разработок вполне очевидны, так как это не*