



*Коэффициенты частоты
травматизма,
динамика показателя,
динамические ряды,
моделирование тренда,
степенные,
показательные
и гиперболические
функции, прогнозирование
показателей
травматизма*

*Traumatism frequency
coefficients, dynamics
of an indicator, time series,
trend modelling, power
functions, exponential
and hyperbolic functions,
forecasting of indicators
of a traumatism*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА НА СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

К.А. Зиновьев

к.ф.-м.н, профессор кафедры математики
и информационных технологий

Б.А. Чернов (фото)

к.т.н., доцент кафедры механизации
сельскохозяйственного производства

А.М. Юрков

старший преподаватель кафедры механизации
сельскохозяйственного производства
ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»

В любой отрасли народного хозяйства производство в той или иной степени всегда сопряжено с производственным травматизмом. Сельскохозяйственное производство является видом деятельности с уровнем травматизма, традиционно превышающем его уровень в целом по стране. Для оценки уровня травматизма применяются как абсолютные, так и относительные показатели. Абсолютные показатели отражают общее количество тех или иных несчастных случаев на производстве за определенный период времени, а также общее число рабочих дней, потерянных в связи с временной нетрудоспособностью работников. Относительные показатели характеризуют производственный травматизм и его последствия с учетом количества работников, занятых на производстве на данном предприятии, в регионе или отрасли и в целом по стране.

Наиболее часто для оценки производственного травматизма используют такие относительные показатели, как коэффициент частоты травматизма ($K_{\text{ч}}$), коэффициент тяжести травматизма ($K_{\text{т}}$), коэффициент смертности ($K_{\text{с}}$) и коэффициент травмопотерь ($K_{\text{п}}$), характеризующий прямой экономический ущерб предприятия от производственного травматизма с временной утратой трудоспособности работников.

Коэффициент частоты травматизма определяется по формуле:

$$K_q = \frac{A \times 1000}{B}, \quad (1)$$

где: A – число травм за определенный период, B – среднесписочная численность работников предприятия, региона, отрасли [1, 2].

Данный показатель очень удобен для сравнения уровней производственного травматизма на различных предприятиях, в разных отраслях и регионах, поскольку он не зависит от общего количества работников. Именно поэтому мы взяли его для проведения сравнительного анализа производственного травматизма на предприятиях Российской Федерации и Ярославской области за период 2004–2013 годы, а также для прогнозирования уровня травматизма на последующие годы.

Исходные значения коэффициента частоты травматизма, взятые из статистических ежегодников Федеральной службы государственной статистики (Росстата) и территориального органа государственной статистики по Ярославской области (Ярославльстата) – «Производственный травматизм в Ярославской области», представлены в таблице 1 [3, 4].

Из неё следует, что коэффициент частоты производственного травматизма на предприятиях Российской Федерации за период с 2004 года по 2013 год по количеству пострадавших снизился с 3,4 до 1,6, то есть в 2,1 раза. В сельскохозяйственных предприятиях он упал с 5,8 до 2,7 или в 2,2 раза. Однако, если рассматривать средние

значения K_q за этот период, то в сельском хозяйстве России было травмировано в 1,6 раза больше работников, чем в целом по народному хозяйству.

В Ярославской области за этот же период по всем отраслям K_q уменьшился с 4,2 до 1,9, то есть в 2,2 раза, а в сельском хозяйстве региона – с 6,5 до 2,6 или в 2,5 раза.

В среднем за 10 лет по Российской Федерации коэффициент частоты травматизма K_q составил 2,5, по сельхозпредприятиям $K_q = 4,0$. По всем предприятиям Ярославской области $K_q = 3,0$, а по её сельхозпредприятиям – 4,6. Таким образом, уровень травматизма, определяемый коэффициентом его частоты, в сельхозпредприятиях выше, чем по всем предприятиям в целом, как по России, так и по Ярославской области.

Из таблицы 1 также следует, что исходные данные динамики коэффициента частоты травматизма представляют собой временной ряд, содержащий только тренд. Очевидно, что тренд данного ряда имеет нисходящий характер и его моделью может быть только нелинейная (по оцениваемым параметрам) функция.

При моделировании нисходящего нелинейного тренда динамического ряда коэффициента частоты мы использовали следующие функции:

степенную – $K_q = a \cdot n^b$,

полулогарифмическую – $K_q = a + b \cdot \ln n$,

гиперболическую – $K_q = a + \frac{b}{n}$

и показательную – $K_q = a \cdot b^n$,

где: a и b – искомые параметры модели;

n – номер года наблюдений.

Таблица 1 – Коэффициент частоты производственного травматизма на предприятиях Российской Федерации и Ярославской области за 2004–2013 годы

Показатели	Годы										Среднее значение	
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		
Российская Федерация в целом	K_q	3,4	3,1	2,9	2,7	2,5	2,1	2,2	2,1	2,0	1,6	2,5
	% от среднего K_q	136	125	116	108	100	84	88	84	80	64	100
Сельхозпредприятия Российской Федерации	K_q	5,8	5,3	4,9	4,5	3,9	3,6	3,6	3,2	2,9	2,7	4,0
	% от среднего K_q	145	132	122	112	97	90	90	80	72	67	100
Ярославская область в целом	K_q	4,2	3,6	3,4	3,3	3,1	2,7	3,0	2,5	2,3	1,9	3,0
	% от среднего K_q	140	120	113	110	103	90	100	83	77	63	100
Сельхозпредприятия Ярославской области	K_q	6,5	5,3	5,9	5,6	4,3	4,3	4,9	4,0	3,0	2,6	4,6
	% от среднего K_q	141	115	128	122	93	93	106	87	65	56	100

Для определения наиболее подходящей из них в качестве критерия использовалась величина получаемой средней ошибки аппроксимации каждой из моделей. Апробация показала, что наименьшее значение этой ошибки дают модели, построенные с помощью показательной функции. Поэтому уравнения всех трендов в дальнейшем будут представлены в показательной форме.

При построении моделей динамических рядов коэффициентов частоты травматизма показательная функция преобразуется в линейную через операцию логарифмирования. Логарифмируя показательную функцию, получаем:

$$\ln(K_y) = \ln a + n \cdot \ln b.$$

Обозначая $\ln(K_y)$ через K , $\ln a$ через A и $\ln b$ через B , получаем линейное уравнение регрессии:

$$K = A + B \cdot n,$$

параметры A и B которого можно найти с помощью метода наименьших квадратов [5].

В результате проведенных расчетов было получено показательное уравнение нисходящего тренда динамики производственного травматиз-

ма на сельскохозяйственных предприятиях Ярославской области

$$K_y^{ЯО} \approx 7,27 \cdot 0,916^n, \quad (2)$$

а также аналогичное уравнение для сельхозпредприятий Российской Федерации в целом

$$K_y^{РФ} \approx 6,25 \cdot 0,919^n. \quad (3)$$

Динамика коэффициентов частоты производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Ярославской области и Российской Федерации, а также результаты расчетов уравнений трендов представлены на рисунках 1 и 2.

Оба уравнения являются статистически значимыми, величина критерия Фишера первого из них превосходит его табличное значение 5,32 более чем в 7 раз, а второго – более чем в 130 раз. Средняя ошибка аппроксимации первого уравнения $A_1 \approx 9,6\%$, второго – $A_2 \approx 1,9\%$. Коэффициенты детерминации R^2 равны 0,83 и 0,98 соответственно, что свидетельствует о высокой степени надежности полученных результатов.

С использованием уравнений (2) и (3) были вычислены прогнозные значения коэффициентов частоты производственного травматизма

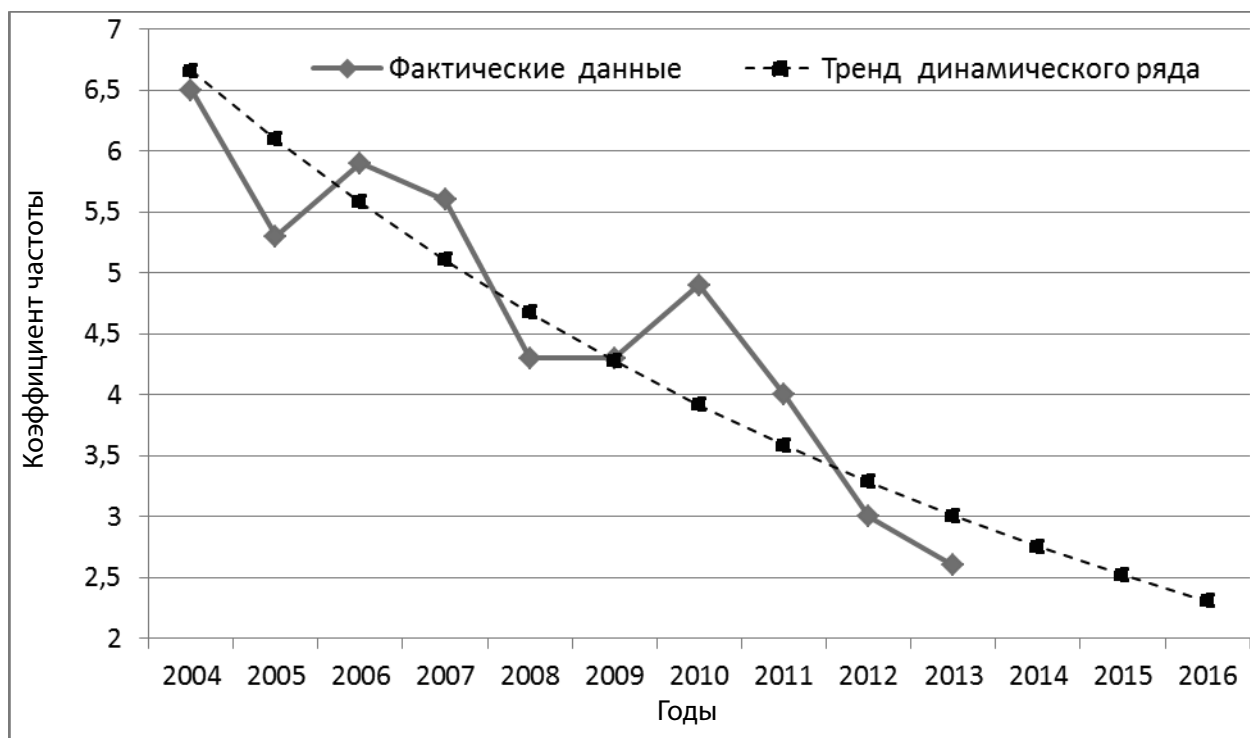


Рисунок 1 – Динамика коэффициента частоты производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Ярославской области

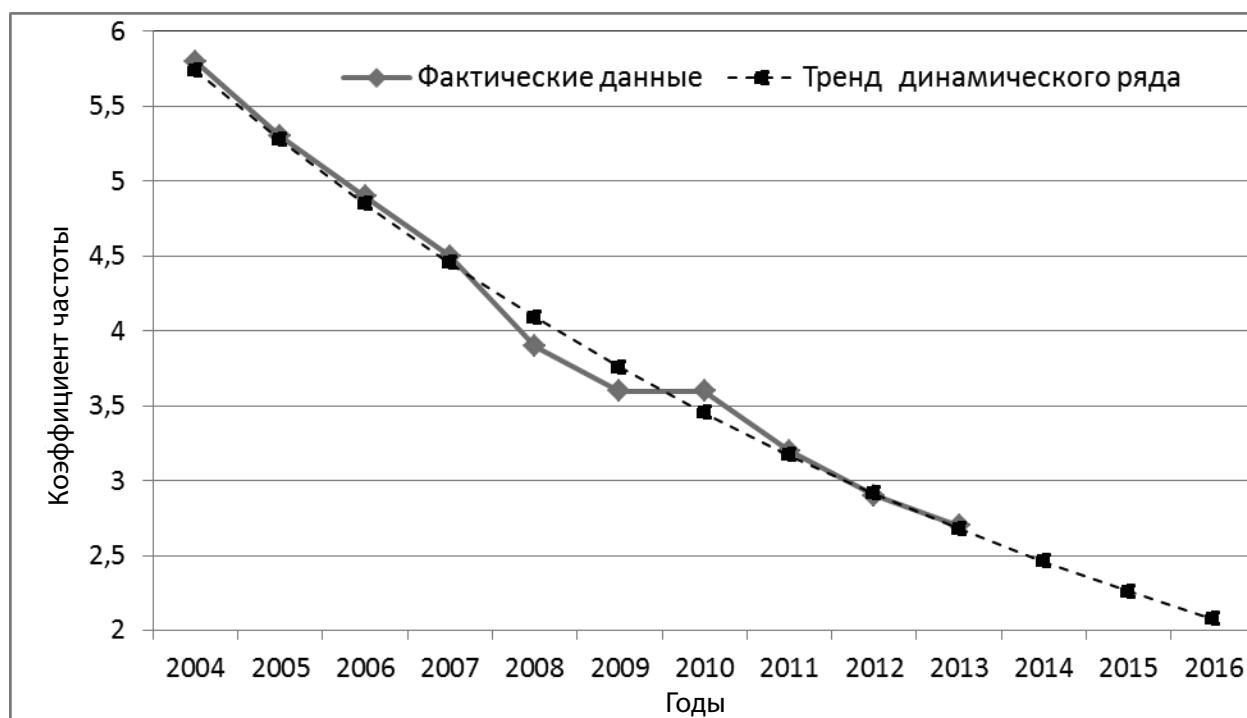


Рисунок 2 – Динамика коэффициента частоты производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации

на 2014–2016 годы для сельхозпредприятий Ярославской области и Российской Федерации. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Как следует из данной таблицы, прогнозируется существенное снижение коэффициента частоты травматизма как в Ярославской области, так и по Российской Федерации в целом. При этом важно отметить, что наблюдается тенденция сближения значений данного показателя в Ярославской области с соответствующими значениями по стране в целом. Если в 2004 году коэффициент частоты травматизма на сельхозпредприятиях Ярославской области превосходил этот же показатель по Российской Федерации на 0,7, то в 2016 году, согласно прогнозу, превышение

составит уже 0,2, а к 2020 году, при сохранении существующих тенденций, их значения сравняются. Это сближение хорошо видно при изображении обоих трендов на одном графике (рис. 3).

Это свидетельствует о том, что в агропромышленном комплексе Ярославской области проводится определенная работа по снижению производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях. В частности, это подтверждается существенным повышением расходов сельхозпредприятий на охрану труда, опережающим рост этих расходов по Ярославской области в целом. Так, если в 2004 году расходы сельхозпредприятий на охрану труда, в расчете на одного работника, составляли лишь 18,3% от аналогичных расходов в среднем по

Таблица 2 – Прогнозные значения коэффициентов частоты производственного травматизма на сельхозпредприятиях Ярославской области и Российской Федерации на 2014–2016 годы

Годы	Коэффициент частоты травматизма	
	Ярославская область	Российская Федерация
2014	2,75	2,46
2015	2,52	2,26
2016	2,31	2,08

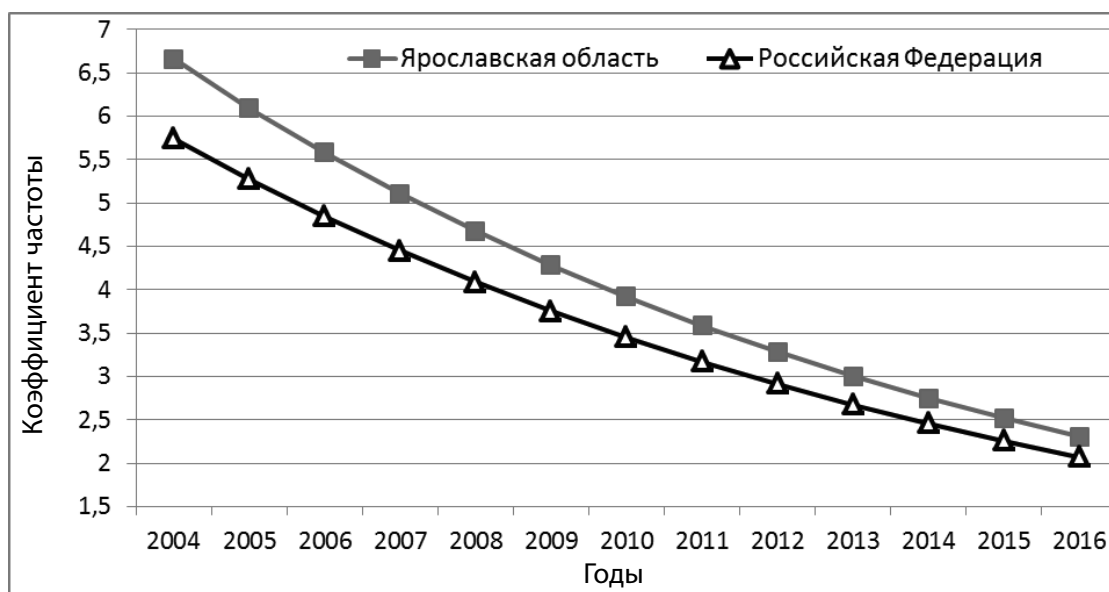


Рисунок 3 – Сравнение прогнозных значений коэффициентов частоты травматизма для сельскохозяйственных предприятий Ярославской области и Российской Федерации на 2014–2016 годы

предприятиям области, то в 2013 году они уже превысили среднеобластные расходы на охрану труда на 4,1%.

Исходя из вышеизложенного, можно с уве-

ренностью ожидать дальнейшего снижения коэффициента частоты производственного травматизма на сельскохозяйственных предприятиях Ярославской области.

Литература

1. Шкрабак, В.С. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве [Текст] / В.С. Шкрабак, А.В. Луковников, А.К. Тургиев. – М.: «КолосС», 2002. – 512 с.
2. Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве [Текст] / Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. – М.: «КолосС», 2006. – 432 с.
3. Российский статистический ежегодник: Статистические сборники. – М.: Росстат, 2004–2013 гг.
4. Федеральное государственное статистическое наблюдение. Сведения о травматизме и профессиональных заболеваниях. Форма №7 – травматизм. 2004–2013 гг. Департамент АПК и потребительского рынка Ярославской области.
5. Эконометрика (для бакалавров и магистров) [Текст]: учебное пособие / под ред. И.И. Елисейевой – М.: Юрайт, 2012. – 453 с.