

2. Принятие решения и «средний член» рефлекса по И. М. Сеченову / Э. А. Костанов [и др.] // Физиология человека. – 1979. – Т. 5. – № 3. – С. 415–426.

3. Семеновская Е. Н. Электрофизиологические исследования в офтальмологии. – М.: Медгиз, 1963. – 279 с.

4. Петухов И. В., Рожнецов В. В., Алиев М. Т. Исследование точности оценок временных характеристик зрительного восприятия // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2007. – Т. 144. – № 8. – С. 236–237.

5. Шамишинова А. М., Волков В. В. Функциональные методы исследования в офтальмологии. – М.: Медицина, 1999. – 416 с.

6. Чувилина М. В., Егорова Т. С., Голубцов К. В. Рефлексотерапия, массаж и мануальная терапия в лечении

миопической болезни // Информационные процессы. – 2006. – Т. 6. – № 2. – С. 110–113.

7. Мелькающий свет в диагностике и лечении патологических процессов зрительной системы человека // К. В. Голубцов [и др.] // Информационные процессы. – 2006. – Т. 6. – № 2. – С. 114–122.

8. Ушкова М. К. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в профилактике функциональных нарушений зрения у работающих на персональных компьютерах: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2009. – 19 с.

9. Патент № 2372834 РФ. Способ определения времени инерционности зрительной системы человека. Петухов И. В. (РФ). Оpubл. 20.11.2009. Бюл. № 32.

I. V. Petukhov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Mari State Technical University

### Research of Time Aspects of Visual Perception Inertia of a Person

The new method of an estimation of inertia of visual perception and structure of the device for carrying out the experimental researches are offered. It is established, that inertia of visual perception makes from 50.8 ms up to 53.8 ms.

**Key words:** human-operator, man-machine system, inertia of visual perception, time of visual perception.

УДК 658.382

**Б. В. Севастьянов**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет  
**Р. О. Шадрин**, аспирант, Ижевский государственный технический университет

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛА ПОСТРАДАВШИХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И КОЭФФИЦИЕНТА ЧАСТОТЫ ТРАВМАТИЗМА РАБОТАЮЩИХ В УДМУРТИИ

Исследованы тенденции изменения коэффициента частоты травматизма на производстве в Удмуртской Республике, разработана математическая модель прогнозирования, просчитаны прогнозируемые величины.

**Ключевые слова:** охрана труда, прогнозирование числа пострадавших, коэффициент частоты травматизма.

**П**рогноз составлен на основе показателей социально-экономического развития региона [1]. В результате анализа установлено, что наибольшее влияние на коэффициент частоты травматизма работающих оказывают:

- затраты на охрану труда на одного человека в год;
- количество обучаемых руководителей и специалистов по охране труда [2].

На основании этого построена модель прогнозирования коэффициента частоты травматизма (см. рис.):

$$K_{\text{ч}}(t) = 7,09 - 2,72 \cdot 10^{-4} \cdot S(t) - 2,97 \cdot 10^{-4} \cdot S(t-1) - 3,15 \cdot 10^{-5} \cdot E(t-1). \quad (1)$$

С использованием зависимостей (1), (2) определены прогнозируемые показатели коэффициента частоты травматизма и количество пострадавших на производстве (табл. 1):

$$m_1(t) = K_{\text{ч}}(t) \cdot L_1(t), \quad (2)$$

где  $L_1$  – среднесписочная численность работающих, по данным Удмуртстата, тыс. чел.;  $m_1$  – число

пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более и со смертельным исходом, чел.

Среднесписочная численность рабочих – величина, на которую могут влиять множество факторов, и она определяется с большим разбросом [3]. В данной работе среднесписочную численность работающих определим по трендовой модели:

$$L_1(t) = \exp(6,1 - 0,028 t). \quad (3)$$

### Модель прогнозирования коэффициента частоты травматизма по отраслям экономики Удмуртской Республики

Представим коэффициент частоты травматизма в следующем виде:

$$K_{\text{ч}}(t) = \sum_{i \in \Omega} p_i(t) \cdot K_{i_i}(t), \quad (4)$$

где  $p_i(t)$  – доля работников, занятых в  $i$ -й отрасли в год  $t$ ;  $K_{i_i}(t)$  – коэффициент частоты в  $i$ -й отрасли в год  $t$ ;  $\Omega = \{A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, N, O\}$  – лите-ра отрасли в соответствии с ОКВЭД.

Численные значения коэффициента частоты травматизма в отраслях экономики Удмуртии представлены в табл. 2 [3].

В табл. 3 представлен вклад отраслей экономики в коэффициент частоты травматизма в 2009 г.

Первые пять отраслей, представленных в таблице, обуславливают 91,6 % коэффициента частоты травматизма по Удмуртской Республике в 2009 г.

Аналогичные расчеты были проведены за период с 2004 по 2009 гг. Результаты представлены в табл. 4 [4].

В табл. 5 представлен прогноз коэффициента частоты травматизма и количества травмированных по отраслям экономики Удмуртской Республики на 2010–2014 гг. Прогноз основывается на полученных значениях коэффициента частоты травматизма по Удмуртской Республике, структуре распределения травматизма по отраслям экономики за 2004–2009 гг. и прогнозируемой численности работающих по отраслям экономики.

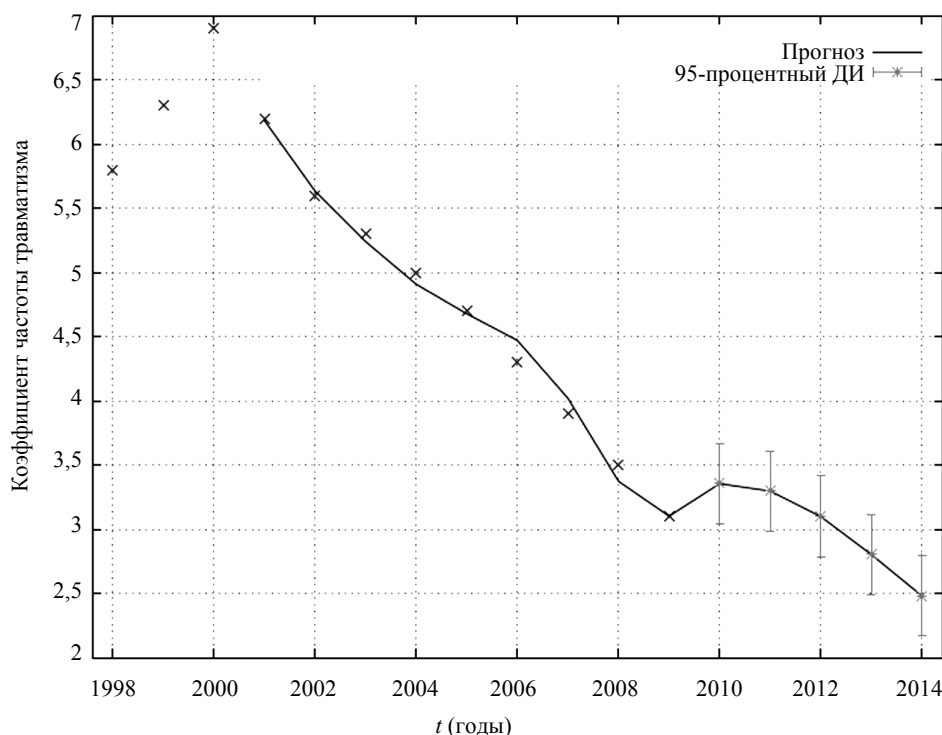


Рис. 1. График динамики коэффициента частоты травматизма в 2000–2009 гг., прогноз по расчетным показателям на 2010–2014 гг.

Таблица 1. Результаты прогнозирования коэффициента частоты травматизма и числа пострадавших по Удмуртской Республике [1]

$t$	$K_c$	Доверительный интервал $K_c$	Среднесписочная численность рабочих $L_1$ , тыс. чел.	Количество пострадавших на производстве $m_1$ , чел.	Доверительный интервал $m_1$
2010	3,4	3,0–3,7	312,1	1061	936–1155
2011	3,3	3,0–3,6	303,4	1001	910–1092
2012	3,1	2,8–3,4	295,0	915	826–1003
2013	2,8	2,5–3,1	286,8	803	717–889
2014	2,5	2,2–2,8	287,9	720	633–806

Таблица 2. Значения коэффициента частоты травматизма в отраслях экономики Удмуртской Республики за 2004–2009 гг.

Отрасль	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Удмуртская Республика</b>	5,0	4,7	4,3	3,9	3,5	3,1
РАЗДЕЛ А. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	10,0	9,3	8,3	7,2	6,3	6,6
РАЗДЕЛ В. Рыболовство, рыбоводство	0,0	6,1	0,0	6,1	0,0	0,0
РАЗДЕЛ С. Добыча полезных ископаемых	3,0	2,9	2,4	2,4	1,7	1,1
РАЗДЕЛ Д. Обрабатывающие производства	3,9	4,4	3,9	3,7	3,4	2,8
РАЗДЕЛ Е. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3,2	3,0	1,8	2,0	2,2	2,4

Окончание табл. 2

Отрасль	2004	2005	2006	2007	2008	2009
РАЗДЕЛ F. Строительство	7,2	6,2	6,4	5,7	5,2	3,4
РАЗДЕЛ G. Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	2,2	3,0	1,8	1,4	2,8	2,0
РАЗДЕЛ H. Гостиницы и рестораны	0,0	0,0	1,1	0,0	0,7	0,0
РАЗДЕЛ I. Транспорт и связь	4,6	2,9	4,8	3,5	2,8	2,3
РАЗДЕЛ K. Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	1,7	0,6	1,4	1,7	1,1	0,9
РАЗДЕЛ N. Здравоохранение и предоставление социальных услуг	1,8	1,9	1,9	1,8	1,4	1,6
РАЗДЕЛ O. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	5,2	3,4	2,2	8,1	6,1	5,0

Таблица 3. Отраслевая структура коэффициента частоты травматизма в 2009 г. (в порядке убывания вклада отрасли в общую структуру травматизма)

Отрасль	$P_{и},$ %	$K_{ч}$	$P_{и} \cdot K_{ч}$	Вклад, %	Сумма, %
<b>Удмуртская Республика</b>	100,0	3,1	3,1	100,0	
РАЗДЕЛ D. Обрабатывающие производства	39,0	2,8	1,1	35,5	35,5
РАЗДЕЛ A. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	15,7	6,6	1,0	33,7	69,2
РАЗДЕЛ F. Строительство	6,9	3,4	0,2	7,7	76,9
РАЗДЕЛ N. Здравоохранение и предоставление социальных услуг	14,9	1,6	0,2	7,7	84,6
РАЗДЕЛ I. Транспорт и связь	9,5	2,3	0,2	7,0	91,6
РАЗДЕЛ E. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	6,1	2,4	0,1	4,7	96,3
РАЗДЕЛ C. Добыча полезных ископаемых	3,4	1,1	0,0	1,2	97,5
РАЗДЕЛ G. Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	1,9	2,0	0,0	1,2	98,7
РАЗДЕЛ O. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	0,5	5,0	0,0	0,8	99,5
РАЗДЕЛ K. Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	1,9	0,9	0,0	0,5	100,0
РАЗДЕЛ B. Рыболовство, рыбоводство	0,1	0,0	0,0	0,0	100,0
РАЗДЕЛ H. Гостиницы и рестораны	0,1	0,0	0,0	0,0	100,0

Таблица 4. Отраслевая структура коэффициента частоты травматизма в 2004–2009 гг. (в порядке убывания вклада отрасли в общую структуру травматизма), %

Отрасль	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Среднее
<b>Удмуртская Республика</b>	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
РАЗДЕЛ D. Обрабатывающие производства	29,1	38,7	34,3	38,2	38,0	35,5	35,3
РАЗДЕЛ A. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	39,2	34,4	31,7	29,2	27,9	33,7	33,1
РАЗДЕЛ F. Строительство	9,0	8,5	10,1	9,8	11,2	7,7	9,4
РАЗДЕЛ I. Транспорт и связь	10,8	6,0	11,5	9,1	9,1	7,0	9,0
РАЗДЕЛ N. Здравоохранение и предоставление социальных услуг	4,6	4,8	5,4	5,9	5,3	7,7	5,4
РАЗДЕЛ E. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	3,2	3,2	2,1	2,7	2,9	4,7	3,0
РАЗДЕЛ C. Добыча полезных ископаемых	1,3	1,7	1,6	2,0	1,7	1,2	1,6
РАЗДЕЛ G. Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	0,9	1,7	1,7	1,5	2,2	1,2	1,5
РАЗДЕЛ O. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	1,1	0,6	0,7	0,8	1,1	0,8	0,8
РАЗДЕЛ K. Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	0,8	0,2	0,8	0,8	0,6	0,5	0,6
РАЗДЕЛ B. Рыболовство, рыбоводство	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
РАЗДЕЛ H. Гостиницы и рестораны	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0

Таблица 5. Прогноз коэффициента частоты травматизма и количества травмированных по отраслям экономики Удмуртской Республики на 2010–2014 гг. [1]

Отрасль	$K_{ч}$					Число травмированных				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Удмуртская Республика</b>	3,4	3,3	3,1	2,8	2,5	1032	980	906	802	706
РАЗДЕЛ A. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство	6,9	6,7	6,4	5,8	5,2	300	266	241	200	169
РАЗДЕЛ B. Рыболовство, рыбоводство	1,6	1,6	1,5	1,4	1,2	0	0	0	0	0
РАЗДЕЛ C. Добыча полезных ископаемых	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	19	18	17	16	14
РАЗДЕЛ D. Обрабатывающие производства	3,2	3,2	3,0	2,7	2,5	358	349	320	281	254

Окончание табл. 5

Отрасль	$K_t$					Число травмированных				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
РАЗДЕЛ Е. Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	37	36	34	31	29
РАЗДЕЛ Ф. Строительство	4,9	4,8	4,5	4,1	3,7	111	109	102	93	84
РАЗДЕЛ Г. Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования	1,8	1,8	1,7	1,5	1,4	18	18	17	15	14
РАЗДЕЛ Н. Гостиницы и рестораны	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0	0	0	0	0
РАЗДЕЛ И. Транспорт и связь	3,0	3,0	2,8	2,6	2,3	105	105	98	91	80
РАЗДЕЛ К. Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	7	7	7	6	5
РАЗДЕЛ Л. Здравоохранение и предоставление социальных услуг	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	65	65	60	56	52
РАЗДЕЛ О. Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг	3,7	3,6	3,4	3,1	2,8	10	10	9	8	8

### Список литературы

1. Gretl User's Guide: Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library // Gretl. – URL: <http://gretl.sourceforge.net>
2. Управление безопасностью труда : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. В 2 ч. / Б. В. Севастьянов [и др.] ; под общ. ред. проф. Б. В. Севастьянова. – Ч. I. Государственное управление охраной труда. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2010. – 296 с.

3. Доклад «Состояние условий и охраны труда в Удмуртской Республике в 2009 году и меры по их улучшению» // Министерство труда Удмуртской Республики. – URL: <http://mintrud.udmurt.ru/>

4. Разработка модели прогнозирования и управления рисками повреждения здоровья работающими : отчет по НИР по государственному контракту от 23 августа 2010 г. № 28/МТ-10 / Б. В. Севастьянов [и др.]. – Ижевск : ИжГТУ, 2010.

*B. V. Sevastyanov*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University  
*R. O. Shadrin*, Postgraduate Student, Izhevsk State Technical University

### Prediction of Industrial Injury Rate and Accident Frequency of Labouring People in Udmurtia

*The injury rate changing tendencies in manufacturing in the Udmurt Republic were examined. Mathematical models were elaborated, and predictable indicators were calculated.*

**Key words:** labour protection, injury rate indicators, injury rate prediction.

УДК 658.382

**Б. В. Севастьянов**, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет  
**А. М. Салтыков**, Министерство труда Удмуртской Республики, Ижевск  
**Р. О. Шадрин**, аспирант, Ижевский государственный технический университет

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЧИСЛА ДНЕЙ НЕТРУДОСПОСОБНОСТИ ПОСТРАДАВШИХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Исследованы тенденции изменения показателей травматизма в Удмуртской Республике, разработаны математические модели, просчитаны прогнозируемые величины показателей.*

**Ключевые слова:** охрана труда, коэффициент тяжести травматизма, прогнозирование числа дней нетрудоспособности.

**И**сследование коэффициента тяжести травматизма показало, что его уровень тесно связан с долей работников, занятых в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам, от общего числа работающих в исследуемых видах экономической деятельности [1]. На основе данных за 2000–2009 гг. предлагается модель прогнозирования коэффициента тяжести травматизма [2]:

$$K_m(t) = 2,37d_1(t) - 20,4. \quad (1)$$

Результаты прогнозирования представлены на рис. 1 [3].

В табл. 1 представлен прогноз коэффициента тяжести  $K_t$  на 2010–2014 гг. и значения 95 % доверительного интервала.