

**Анализ и прогнозирование производственного травматизма**

**Методические указания к лабораторной работе  
по курсу «БЖД»**

г. Москва, 2020г.

**Цель работы:** ознакомление с существующими методами анализа и прогнозирования производственного травматизма и практическое освоение процедуры обработки показателей травматизма методами математической статистики.

## Введение

Уровень производственного травматизма в России в первую очередь определяется технологическим уровнем производства. Статистические данные сильно отличаются от региона к региону по уровню регистрируемого показателя травматизма (рис. 1).

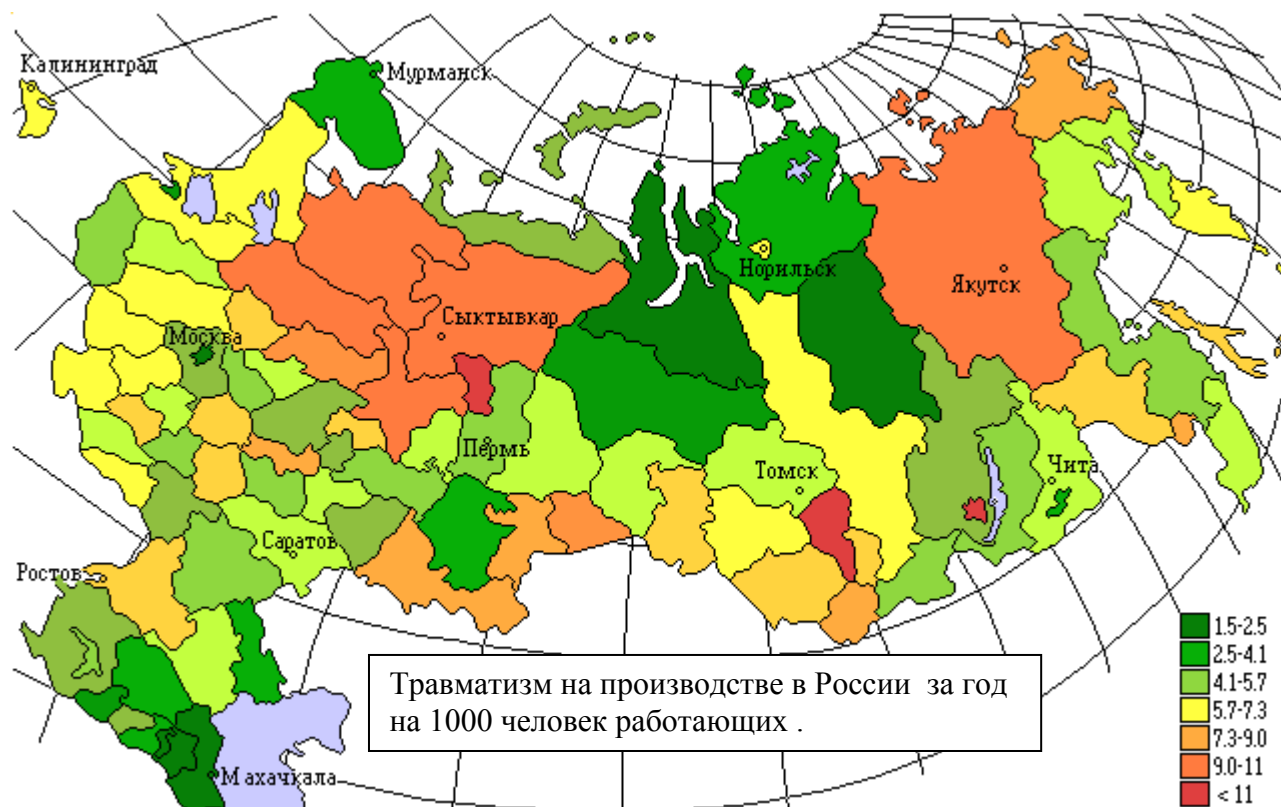


Рис.1. Травматизм на производстве в России за год на 1000 человек работающих

Наиболее высоким травматизмом в России отличаются *лесодобывающие* области преимущественно *низкотехнологичные* производственные операции с высокой долей ручного труда и большим количеством рискованных действий. Характерно, что максимум здесь дает Коми-Пермяцкий автономный округ, экономика которого почти полностью базируется на лесодобыче. Помимо лесодобывающих регионов повышена травматичность труда в угледобывающих регионах. В целом травматизм как в аграрных, так и в промышленных регионах в наибольшей степени зависит от уровня их экономического развития.

## Теоретическая часть

Профилактика травматизма – важнейшее направление социальной политики в вопросах производственной безопасности. Она позволяет одновременно решать 2 задачи: первая – сохранение жизни и здоровья работающих, вторая – снижение экономических потерь, связанных с травматизмом. Следует отметить, что последнее связано не только с оплатой больничных листов при временной нетрудоспособности. Высокий уровень травматизма приводит к значительному увеличению для организации страховых тарифов по обязательному страхованию от несчастных случаев и профзаболеваний, к затратам, связанным с оплатой объявлений в СМИ о приеме на работу новых работников, к затратам на их обучение, к экономическим потерям вследствие их более низкой производительностью труда по сравнению с более опытными предшественниками.

Согласно Трудового Кодекса обеспечение безопасности работающих – одна из главных обязанностей работодателя.

Уровень производственного травматизма один из главных критериев эффективности систем управления охраной труда в организации. Кроме того – это один из главных показателей при сертификации работ по охране труда.

Анализ производственного травматизма позволяет выявить наиболее травмоопасные участки производства и виды оборудования (работ), наиболее подверженный травмированию контингент работающих (по возрасту, полу, стажу работы), наиболее травмоопасные дни и время работы. Это является основанием к планированию мероприятий по профилактике травматизма, соответствующей кадровой политики режимов труда и отдыха.

Для анализа производственного травматизма применяют 4 метода: **статистический, топографический, монографический и экономический.**

**Статистический метод травматизма** основан на изучении травматизма по документам, которые оформляются при каждом несчастном случае на производстве (акты по форме Н-1, больничные листы) за определенный период времени (квартал, полугодие, год). Этот метод позволяет оценить состояние травматизма, как в целом по предприятию, так и по отдельным производственным участкам, определить его динамику и характер связей показателей травматизма с обстоятельствами и причинами несчастных случаев на производстве. Для оценки уровня производственного травматизма используются относительные статические показатели его частоты и тяжести.

Показатель частоты травматизма  $K_{\text{ч}}$  определяет число несчастных случаев, приходящихся на 1000 работающих за определенный календарный период (чаще за год).

$$K_{\text{ч}} = \frac{T \cdot 1000}{N},$$

где Т – число травматизма за определенный период времени;

N - среднесписочное число работающих за тот же период.

Показатель тяжести травматизма  $K_T$  характеризует среднюю длительность нетрудоспособности, приходящуюся на один несчастный случай.

$$K_T = \frac{D}{T},$$

где D – число дней нетрудоспособности по всем несчастным случаям за определенный период времени.

T – число травм за тот же период.

*Если несчастный случай имел место в одном году, а временная нетрудоспособность с ним связанная окончилась в следующем году, то данный несчастный случай на производстве учитывается при расчете  $K_{\text{ч}}$  за прошедший год, когда травма имела место. Что касается  $K_T$ , то указанная травма учитывается при расчете коэффициента тяжести за период времени, когда окончилась с ней связанная временная нетрудоспособность, т.е. включается в отчетность за следующий год.*

*Несчастный случай с летальным исходом не учитывается коэффициентами  $K_{\text{ч}}$  и  $K_T$ , он рассчитывается отдельно коэффициентом  $K_{\text{ис}}$  (коэффициент несчастных случаев с выходом на инвалидность и со смертельным исходом - для отдельных отраслей производства или регионов наиболее травмоопасных). Расчет коэффициента  $K_{\text{ис}}$  в данной лабораторной работе делать не нужно.*

Как уже отмечалось, возможно определение  $K_{\text{ч}}$  и  $K_T$  по отдельным участкам (работам), видам оборудования и т.д.

**Топографический метод** состоит в изучении причин травматизма по принципу выявления и учета места их происшествия. Эти места наносят условными знаками на планировку предприятия, цехов и участков в результате чего наглядно видны наиболее травмоопасные рабочие места и участки, требующие особого внимания, тщательного обследования и проведения первоочередных мероприятий по профилактике травм.

**Монографическому методу** изучения травматизма подвергают, как правило, тяжелые, групповые и смертельные несчастные случаи. Метод включает детальное исследование специально созданной комиссией всего комплекса условий труда, при которых произошел несчастный случай, соответствие технологического процесса и оборудования, а также организации рабочего места требованиям безопасности. Кроме того, фиксируется наличие средств индивидуальной и коллективной защиты (если это предусмотрено соответствующими нормами) и их соответствие требованиям безопасности. При монографическом методе широко применяют различного рода

исследования (метрологический контроль характеристик среды рабочей зоны, оценка тяжести и напряженности труда, испытания оборудования и т.д.)

В результате такого исследования выявляются не только причины, приведшие к расследуемому несчастному случаю, но и имеющие место предпосылки, которые к таким случаям могут привести (потенциальные случаи).

**Экономический метод** заключается в определении материального ущерба, вызванного производственным травматизмом, а также в оценке социально-экономической эффективности мероприятий по профилактике несчастных случаев на производстве.

Наиболее полные и объективные результаты могут быть получены, при комплексном применении методов исследования производственного травматизма.

### **Прогнозирование травматизма**

Научной основой планирования мероприятий по охране труда является прогнозирование травматизма. Оно приводится на базе вероятностной оценки динамики показателей уровня травматизма с целью выявления неблагоприятных тенденций, а в конечном счете причин и источников производственных травм.

Прогнозирование травматизма ведется на базе применения методов математической статистики, позволяющих путем обработки массива показателей травматизма за достаточно длительный период времени получить характеристические кривые изменения их во времени, что дает возможность экстраполировать указанные кривые на ближайший период времени и получать ожидаемые значения  $K_{\text{ч}}$  и  $K_{\text{т}}$  и значения связанных с этим возможных материальных ущербов.

Рассмотрим задачу нахождения эмпирической зависимости коэффициента частоты травматизма от времени. Для этого используем уравнение линейной регрессии, которое в общем виде связывает два параметра  $y$  и  $x$  линейной зависимостью

$$y = a + bx, \quad (1)$$

где  $a$  и  $b$  – коэффициенты линейной регрессии, определяемые на основе имеющихся  $n$  пар экспериментальных значений параметров  $y_i$  и  $x_i$  с помощью формул:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{i=1}^n (x_i y_i)}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}; \quad (2)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i y_i) - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (3)$$

В данной задаче время  $t_i$  будем выражать в годах. При этом значения  $K_{qi}$  также будут соответствовать тому или иному году. Уравнение линейной регрессии (1) в этом случае представим в виде

$$K_q = a + bt \quad (4)$$

В качестве примера рассмотрим вычисление коэффициентов линейной регрессии в (4), используя значения коэффициента  $K_q$ , определяемые в течении 8 лет.

$t_i$	1	2	3	4	5	6	7	8
$K_{qi}$	5,2	5,0	5,0	5,1	4,8	4,6	4,7	4,6

Заметим, что в данном случае текущие значения параметров  $i$  и  $t_i$  совпадают, так что формулы (2), (3) для коэффициентов регрессии можно переписать в виде:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n K_{qi} \cdot \sum_{i=1}^n i^2 - \sum_{i=1}^n i \cdot \sum_{i=1}^n (iK_{qi})}{n \sum_{i=1}^n i^2 - \left( \sum_{i=1}^n i \right)^2}; \quad (5)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n (iK_{qi}) - \sum_{i=1}^n i \sum_{i=1}^n K_{qi}}{n \sum_{i=1}^n i^2 - \left( \sum_{i=1}^n i \right)^2}. \quad (6)$$

Для вычисления по формулам (5) и (6) составим таблицу вспомогательных величин:

	$i$	$K_{qi}$	$iK_{qi}$	$i^2$	$K_{qi}^2$
	1	5,2	5,2	1	27,04
	2	5,0	10,0	4	25,00
	3	5,0	15,0	9	25,00
	4	5,1	20,4	16	26,01
	5	4,8	24,0	25	23,04
	6	4,6	27,6	36	21,16
	7	4,7	32,9	49	22,09
	8	4,6	36,8	64	21,16
$\Sigma$	36	39,0	171,9	204	190,50

Отсюда получим следующие значения коэффициентов линейной регрессии:

$$a = \frac{39,0 \cdot 204 - 36 \cdot 171,9}{8 \cdot 204 - 36^2} \approx 5,26; \quad b = \frac{8 \cdot 171,9 - 36 \cdot 39}{8 \cdot 204 - 36^2} \approx -0,086.$$

Таким образом, искомое уравнение, описывающее изменение  $K_q$  во времени примет вид:

$$K_q = 5,262 - 0,086 t .$$

Используя это уравнение можно осуществлять прогнозирование частоты травматизма на следующий год:

$$K_q = 5,262 - 0,086 \cdot 9 = 4,488 .$$

На рис. 2 представлены зависимости коэффициента частоты травматизма от времени, соответствующие исходным данным и линейной регрессии.

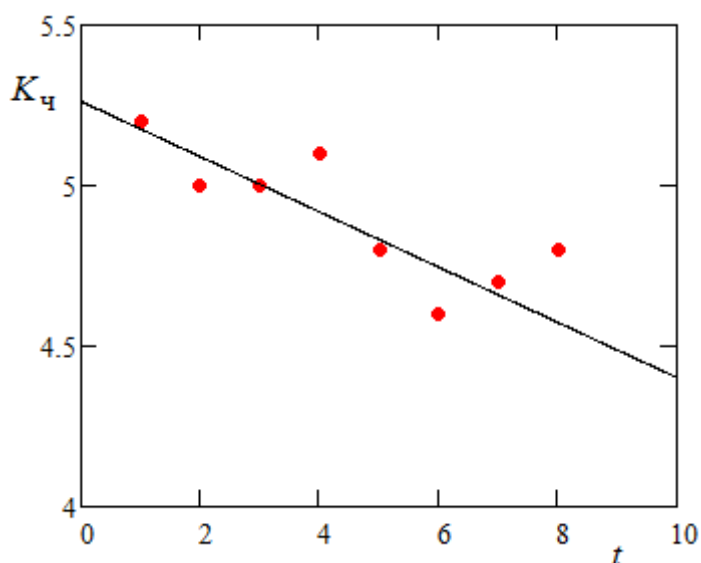


Рис. 2. Зависимость коэффициента  $K_q$  от времени: (●) – исходные данные; (—) – линейная регрессия.

#### Порядок выполнения работы:

1. Получите у преподавателя вариант задания с данными по травматизму.
2. Определите количество травм и общее число дней нетрудоспособности.
3. В соответствии с представленными в теоретической части зависимостями произведите расчет значений  $K_q$  и  $K_T$  по каждому году и внести их в бланк отчета.
4. Постройте графики зависимости  $K_q$  и  $K_T$  по годам (числа округлять до десятых).
5. В соответствии с изложенной в теоретической части методикой определите регрессионную зависимость изменения  $K_q$  по годам и построить ее на том же графике.
6. Определите прогнозируемое значение  $K_q$  на ближайший год.
7. Оформить отчет по образцу, приведенному в Приложении №2.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое профилактика травматизма и ее две основные задачи?
2. Перечислите четыре метода анализа производственного травматизма.
3. В чем суть статистического метода анализа производственного травматизма?
4. Как фиксируется случай травматизма на производстве?
5. Что такое показатель частоты травматизма  $K_{\text{ч}}$  ?
6. Что такое показатель тяжести травматизма  $K_{\text{т}}$ ?
7. Как учитывается переходной случай травматизма?
8. Учитывается ли случай травматизма с летальным исходом в показателях  $K_{\text{ч}}$  и  $K_{\text{т}}$  ?
9. В чем состоит топографический метод анализа травматизма?
10. В чем суть монографического метода анализа травматизма?

### **Литература:**

1. Трудовой Кодекс РФ. Изд. Ось-89. М. 2007.
2. Безопасность жизнедеятельности. Учебник для вузов. Изд. Высшая школа. М. 2006г.
3. Безопасность деятельности. Энциклопедический словарь сп/п. Изд. ЛИК 2003г.



## Варианты заданий

## Вариант №1

Порядковые номера несчастных случаев	Среднесписочное число работавших (по годам) и число потерянных дней по нетрудоспособности при каждом несчастном случае.				
	1 940 чел.	2 985 чел.	3 1008 чел.	4 1074 чел.	4 1052 чел.
1	12	7	15	16	40
2	21	14	24	24	19
3	39 (переходящий*)	9	31	35	16
4	18	Летальный случай	9	16	7
5	10	23	11	7	-
6	38	10	-	-	-

## Вариант №2

Порядковые номера несчастных случаев	Среднесписочное число работавших (по годам) и число потерянных дней по нетрудоспособности при каждом несчастном случае.				
	1 970 чел.	2 1021 чел.	3 1035 чел.	4 1080 чел.	5 1109 чел.
1	23	14	22	7	13
2	43	32	35 (переходящий*)	10	20
3	31	7	12	12	8
4	Летальный случай	40	17	16	29
5	21	11	41	8	11
6	27	23	-	-	-

## Вариант №3

Порядковые номера несчастных случаев	Среднесписочное число работавших (по годам) и число потерянных дней по нетрудоспособности при каждом несчастном случае.				
	1 990 чел.	2 1032 чел.	3 1062 чел.	4 1080 чел.	5 1091 чел.
1	20	13	25	42	13
2	15	28 (переходящий*)	16	18	21
3	46	38	12	Летальный случай	11
4	23	50	19	15	15
5	28	15	9	-	32
6	-	-	-	-	-

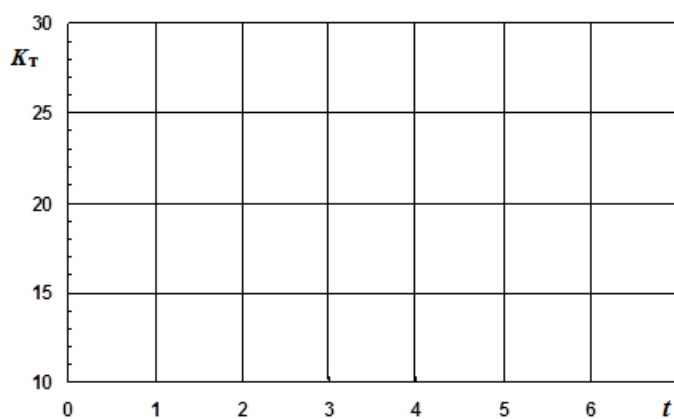
Примечание: \* - несчастный случай произошел в данном году, а временная нетрудоспособность закончилась в следующем году.

МГТУ им. Н.Э.Баумана  Кафедра Э9	Отчет о лабораторной работе «Анализ и прогнозирование производственного травматизма»  Вариант №	
		(индекс группы)
		(Ф.И.О. студентов)

1) Расчет коэффициентов  $K_{\text{ч}}$  и  $K_{\text{т}}$  по годам:

Год	1	2	3	4	5
Количество несчастных случаев за год					
Среднесписочное число работающих за год, чел (N)					
$K_{\text{ч}}$					
Количество несчастных случаев за год					
Число дней нетрудоспособности за год (Д)					
$K_{\text{т}}$					

2) График изменения  $K_{\text{т}}$  по годам:



3) Вычисление коэффициентов регрессии

Таблица вспомогательных величин

	$i$	$K_{чi}$	$iK_{чi}$	$i^2$	$K_{чi}^2$
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
$\Sigma$					

$a = \text{-----} \approx$  ;  $b = \text{-----} \approx$  .

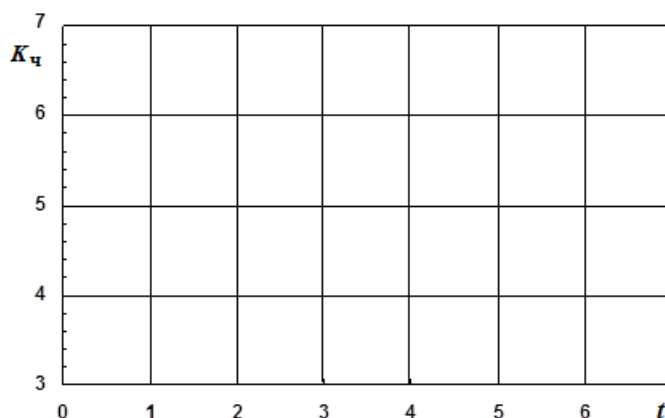
4) Теоретическая зависимость  $K_{ч}$  от времени

$K_{ч} =$

5) Ожидаемое значение  $K_{ч-прогноз}$  на ближайший год

$K_{ч-прогноз} =$

6) График изменения  $K_{ч}$  и  $K_{ч-прогноз}$  по годам:



7) Проанализируйте полученные результаты и сделайте выводы по работе: