

603

ISSN 0136-3549

0320-3409

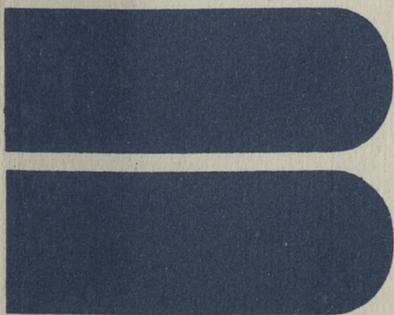
TALLINNA  
POLÜTEHNILISE INSTITUUDI  
TOIMETISED

603

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО  
ИНСТИТУТА

**ТРИ**  
**'85**

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
ОХРАНЫ ТРУДА  
И ПРАВОВОЙ ОХРАНЫ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ





603

**ТРИ  
'85**

TALLINNA POLÜTEHNILISE INSTITUUDI TOIMETISED

ТРУДЫ ТАЛЛИНСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

УДК 658  
382



АКТУАЛЬНЫЕ  
ВОПРОСЫ  
ОХРАНЫ  
ТРУДА  
И  
ПРАВОВОЙ  
ОХРАНЫ  
ПРОМЫШЛЕННОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

Труды экономического факультета LVI

Таллин 1985



ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Труды ТПИ № 803  
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРАВОВОЙ  
ОХРАНЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
Труды экономического факультета LVI  
На русском языке  
Редактор П. Тинт  
Техн. ред. М. Тамме  
Сборник утвержден коллегией Трудов ТПИ 28.03.85  
Подписано к печати 28.01.86  
МВ-01519.  
Формат 80x90/16. Печ. л. 8,75+ прилож. 0,5. Уч.-изд. л. 5,8  
Тираж 300  
Зах. № 88  
Цена 80 коп.  
Таллинский политехнический институт,  
200108 Таллин, Эхитаяте тез, 5  
Ротапринт ТПИ, 200008 Таллин, ул. Коскела, 2/9

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АНАЛИЗА ОБСТОЯТЕЛЬСТВ  
НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

## I. Введение

В последние десятилетия достигнуто значительное снижение уровня производственного травматизма. В результате достигнутого прогресса все больше усложняется дальнейшее повышение безопасности. Возникает все большая необходимость в дальнейшей разработке теоретических основ анализа происшедших несчастных случаев (н.с.). Анализ обстоятельств происшедших н.с. являлся и, по-видимому, будет являться и в обозримом будущем важнейшей основой для разработки мер безопасности. Внимание, которое в последние годы уделяется исследованиям ошибок и отказов в работе системы "человек-машина" в отечественной и зарубежной периодике является доказательством актуальности указанной проблематики (см., например, [1-3]).

Отсутствие системы общепринятых понятий для описания обстоятельств несчастных случаев и многочисленность, а часто и недостаточная обоснованность схем для классификации и информации о них, является одной из причин недостаточной эффективности проводимых анализов, а, следовательно, и принимаемых по результатам этих анализов решений, направленных на устранение причин н.с.

Основными недостатками, присущими применяемым схемам анализа обстоятельств н.с. и системам понятий, на которых они основаны, являются отсутствие универсальности, недостаточная однозначность, а часто и несущественность признаков классификации. Предметом настоящей статьи является обсуждение возможностей уточнения формального аппарата, применяемого при изучении обстоятельств н.с.

## 2. Применяемые понятия

В ходе событий, предшествовавших н.с., выделяется момент времени, начиная с которого процессы, приводящие к н.с., протекают вынужденно, т.е. как у пострадавшего, так и окружающих уже нет возможности предотвратить травму, либо эта возможность очень ограничена. Этот момент времени может быть назван критическим моментом (к.м.), а событие, обусловившее наступление вынужденной фазы течения процессов (а этим и наступление н.с.) - развязывающим событием (р.с.). Р.с. может произойти либо в результате действий людей, либо в результате физических или химических процессов. В случае самых простых (по схеме развития) н.с., когда человек травмируется исправно работающей машиной или другим стационарным объектом, к.м. совпадает с моментом поражения, и р.с. является попадание пострадавшего в зону поражения.

Под "состоянием" рабочего места подразумеваются все его характеристики - как-то геометрическое расположение объектов, эргономические, надежность, гигиенические и др. параметры.

Состояние рабочего места, содержание выполняемой работы и личностные свойства человека определяют уровень опасности травмирования (у.о.т.) конкретного человека, выполняющего конкретную работу. У.о.т. считается охватывающим все относительно постоянные обстоятельства, которые влияют на опасность травмирования. Множество более или менее случайных обстоятельств как объективного, так и субъективного характера, не поддающихся ни оценке, ни прогнозированию, считаются колеблющимися около некоторых средних (нейтральных) значений. Эти случайные обстоятельства не влияют на у.о.т., но определяют момент реализации опасности.

## 3. Цели и возможности классификации

Обстоятельствам возникновения и течения н.с. свойственно очень большое разнообразие. Результативный анализ их факторов предполагает поэтому выявление групп событий, аналогичных по основным признакам. Как при любой классифи-

кации, желательно было бы иметь как можно меньше классов при возможно более полном учете особенностей случаев. Разделение н.с. на классы должно быть однозначным. Противоположность указанных требований очевидна; любая применяемая схема анализа является поэтому определенным компромиссом.

Желательно было, чтобы применяемая схема была универсальной. Разработку универсальной схемы затрудняет все то же разнообразие обстоятельств н.с. Одним из возможных путей реализации универсальной схемы может стать разработка такой классификации, которая позволит предварительно разделить совокупность анализируемых случаев по некоторым наиболее существенным признакам. Дальнейший анализ обстоятельств (всех или некоторых классов) н.с. можно было бы вести уже по специфичной для конкретной сферы схеме, например, по видам технологических процессов, по типам машин и т.д.

Что могло бы дать применение такой универсальной предварительной классификации (п.к.)?

Классификация н.с., как и любая другая классификация, не является самоцелью, она должна предоставить о факторах у.о.т такую информацию, которой в данных об отдельных случаях нет. Классификация может оказаться необходимой и в качестве подготовительной стадии для дальнейшего анализа. Первую из указанных задач выполняет в той или иной мере любая классификация, так как появляется возможность сравнения структуры н.с. (в разных отраслях народного хозяйства, на разных предприятиях той же отрасли и т.д.). Получаемая таким образом информация тем содержательнее, чем существеннее признаки классификации.

Анализ результатов п.к. н.с. может быть продолжен, как уже сказано, путем дальнейшей классификации по технологическим признакам конкретной группы работ. П.к. рассматриваемой совокупности н.с. можно использовать и для дальнейшей более точной диагностики факторов у.о.т. Методами диагностики могут, в частности, служить количественная характеристика личностного состава пострадавших от н.с. того или иного класса - (методы, описанные в [4] и [5]); изучение распределения н.с. отдельных классов по времени

возникновения (по астрономическому и времени с начала смены); методы количественной оценки опасности рабочих мест [6] и др. Если в состав признаков п.к. включить характеристику допущений перед к.м. ошибки, классификация позволит охарактеризовать "сценарии" возникновения н.с. в анализируемой области.

#### 4. Основные положения схемы классификации н.с.

##### 4.1. Существенные признаки н.с.

Как известно, в зависимости от степени существенности признаков разделения различают естественные и искусственные классификации. Только естественные классификации могут дать новые сведения о существе рассматриваемых явлений. Применимость классификации для вышеуказанных целей зависит поэтому от выбора признаков различия.

Определение минимального набора признаков, позволяющих характеризовать самые существенные черты таких сложных событий как н.с., является трудной задачей. Обязательно должны быть отражены следующие аспекты:

- содержание работы, выполненной пострадавшим перед к.м.;
- обстоятельства, повышающие у.о.т., установленные в ходе расследования в состоянии рабочего места и/или в состоянии и действиях людей (прежде всего пострадавшего) перед к.м.;
- зависимость р.с. от действий пострадавшего (или других людей) перед к.м.; психофизиологическая характеристика действий в ходе р.с.;
- физическая сущность травмирующего процесса;
- возможные особые черты в ходе р.с.

Предлагаемый перечень признаков основывается на предположении о том, что степень влияния действий пострадавшего (и других людей) на возникновение р.с. может быть весьма различной. От степени и характера этого влияния в каждом конкретном виде н.с. зависят меры, при помощи которых их можно предотвратить. Поэтому последовательность и взаимная

зависимость фаз развития н.с. заслуживают большего внимания, чем им обычно уделяется.

#### 4.2. Характеристика в п.к. содержания работы и травмировавшего события

Для отражения в схеме п.к. содержания работы, которую выполнял в момент н.с. пострадавший, следует найти подходящие обобщающие характеристики. С другой стороны, для описания н.с. явно недостаточно зафиксировать только место пострадавшего в производственном процессе (то, что называется выполняемой работой) – важно также (а может быть и прежде всего) знать содержание операции, при выполнении которой произошло р.с., и происхождение поразившего воздействия (т.е. было ли травмирование связано с выполняемой операцией или с чем-то посторонним).

Искомая обобщающая характеристика должна дать представление об организационных и эргономических свойствах того, чем был занят пострадавший. Важно отразить, прежде всего, уровень постоянства работы как по содержанию, так и по месту выполнения, т.к. именно от этого во многом зависит травмоопасность работы. Нами применяется классификация работ:

- заключающихся в контроле за ходом непрерывного процесса на машине, линии и т.д., в устранении неполадок и в выполнении ограниченного числа вспомогательных операций;
- с повторяющимся циклом операций, выполняемых на постоянном рабочем месте (станочные работы);
- с повторяющимися операциями, выполняемыми на постоянном объекте управления, выполняемыми в меняющейся ситуации (работы водителей транспорта);
- с повторяющимися операциями по перемещению грузов, выполняемыми в меняющейся ситуации (грузчики);
- с изменяющимся содержанием и местом работы, связанными с принятием решений о способе выполнения и с подготовкой рабочего места (строители, ремонтники).

Классификацию дополняют еще н.с.

- происшедшие при передвижениях во время работы;
- не связанные с выполнением работы.

Эта же классификация может быть применена для описания содержания операций, вызывавших поражение.

Для описания физической сущности вызвавшего травму события важна в данном случае не физиологическая или анатомическая характеристики происшедшего, а действие или процесс, в результате которых человек подвергся травмированию. При таком подходе, например, поражения в результате защемления руки и электрического удара по пути "рука - нога" оказываются объединенными в одну большую группу, охватывающую травмы в результате попадания руки в зону поражения. Перечень классов по этому признаку может быть составлен с любой степенью точности и в основном совпадает с общепринятыми схемами.

#### 4.3. Характеристика по обстоятельствам, повышающим у.о.т и по зависимости р.с. от действий пострадавшего

Эти два признака должны отражать установимые отклонения от нормы в у.о.т. перед к.п. и в действиях людей и в процессах в ходе р.с. Как отмечалось выше, многие из этих отклонений остаются неизвестными, хотя могут быть решающими при определении момента р.с.

У.о.т. зависит от технических и человеческих факторов. Среди технических факторов, увеличивающих вероятность н.с. следует выделить объективные условия выполнения данной работы, например, выполнение работы на высоте, в колодеце, в резервуаре и т.п. Отдельную группу этих факторов составляют факторы, обусловленные применением явно несоответствующих правилам безопасности машин и оснастки и вытекающие из опасной организации процесса. Из состояний людей, повышающих опасность, удается установить в основном только нетрезвое состояние; на неуравновешенность по другим причинам, возрастные явления и многие другие особенности людей обычно не обращается должного внимания ни при каждодневной работе, ни при расследовании обстоятельств н.с.

Эмоциональное состояние, свойства личности, опыт работы и др. факторы определяют уровень адекватности решений человека в той или иной ситуации. Ошибки, допускаемые че-

ловеком в процессе работы, можно классифицировать очень подробно. Важнейшими классами ошибок в период до к.м. являются:

- лишняя самоуверенность, выражающаяся, в частности, в неприменении средств защиты, в пренебрежении правилами безопасности, в езде при недопустимой скорости и т.д.;
- невнимательность;
- непонимание или недооценка опасности ситуации.

Р.с. является реализацией одной из возможных опасностей, заключающихся в состоянии, сложившемся на рабочем месте до к.м. Важным признаком н.с. является непосредственная причина этого события. Эта непосредственная причина может заключаться или в действии человека или в процессе, которые (хотя и являлась последствием каких-то более ранних действий людей) протекали без воздействия человека в ходе р.с. Действия и процессы могут быть разделены на подклассы по своему физическому содержанию.

## 5. Заключение

Настоящая статья не преследовала цели предложить очередную схему классификации н.с. Классификация, которая соответствовала бы перечисленным выше требованиям, вообще не может быть разработана только теоретически, а должна обязательно пройти этап уточнения и проверки при применении. Такая доработка схемы п.к., составленной на основании изложенных принципов, в настоящее время нами ведется.

Нам кажется необходимым обсуждать возможные пути для укрепления теоретической базы изучения травматизма. Одной из причин того, что многие меры по повышению безопасности труда проводятся без аналитического обоснования, является, по нашему мнению, именно неопределенность теоретических представлений о механизме возникновения и о ходе протекания н.с. Частным пробелом в этих представлениях является и неразработанность типологии н.с. и, более того, даже системы понятий для выражения существенных свойств механизма травмирования. Одно из возможных направлений к ликвидации этого пробела изложено выше.

## Л и т е р а т у р а

1. A d a m s J. Issues in human reliability. - Human Factors, 1982, N 24 (1).

2. R o u s e W., R o u s e S. Analysis and classification of human errors. - IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1983, N 4.

3. P a v e l s o n H. jt. Töötajate suhtelise ohustatuse analüüs ENSV Metsa- ja Puidutööstuse Ministeeriumi ettevõtetes. (1981, käsikiri).

4. P a v e l s o n H., P a a l m a n M. jt. Ohu määra kvantitatiivse hindamise meetodika väljatöötamine ja evitamine ENSV Metsa- ja Puidutööstuse ettevõtetes (1984, käsikiri).

5. Б а р а б а ш В.И. Психическое состояние и аварийность. - Безопасность труда в промышленности. М., 1983, № 6.

6. Методические рекомендации по комплексной оценке безопасности оборудования. М., 1981 (ВНИИОТ ВЦСПС гор. Тбилиси).

Methodologische Probleme der Analyse  
der Unfallsunstände

Zusammenfassung

Jeder Unfall ist Folge von nichtadäquaten Handlungen verschiedener Menschen in verschiedenen Zeiten, möglicherweise schon lange vor dem eigentlichen Vorgang. Als Resultat dieser Handlungen entsteht zum Moment unmittelbar vor dem Unfall eine für den Handelnden mehr oder weniger ungünstige Situation, in der er seine Handlungsweise wählen soll. Um begründet über die Ursachen eines Unfalls zu entscheiden, müssen wir eine Kenntnis über die Entwicklung der Situation besitzen. Es wird ein Klassifikationschema für Betriebsunfälle vorgeschlagen, das zum Unterschied von dem gebräuchlichen eine eindeutigere und den Ursachen näherkommende Differenzierung der Unfälle ermöglichen soll. Die Ursachen der Unfälle jeder Klasse können dann unter Zuhilfenahme von quantitativ bestimmbaren Faktoren analysiert werden.



ВЕРОЯТНОСТЬ ТРАВМИРОВАНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАЖА  
И ВОЗРАСТА РАБОТАЮЩЕГО

Уже свыше 60 лет обсуждается вопрос о том, насколько вероятность несчастного случая (н.с.) зависит от личностных свойств человека. Маккенна [1] после обзора истории постановки и методов решения этой проблемы отмечает, что продолжающийся по настоящее время спор о существовании различий в подверженности разных людей несчастным случаям вызван во многом неадекватной методологией работ, посвященных этой тематике. Неадекватность методологии заключается в том, что вместо изучения воздействия на степень подверженности н.с. конкретных свойств человека, которые могут быть количественно выражены, авторы большинства работ стараются уловить существование за этим воздействием еще некоей природной склонности к н.с. С выводами Маккенна можно полностью согласиться.

Следует еще добавить, что до выяснения влияния на вероятность н.с. таких свойств человека как пол, возраст, стаж работы и др. невозможно не только ускорить решение вопроса о существовании природных различий в подверженности н.с., но и определить теоретически обоснованный показатель объективной опасности работ.

Рациональная программа изучения влияния личностных свойств человека на опасность возникновения н.с. должна, очевидно, предусматривать, в первую очередь, выявление влияния отдельных перечисленных свойств с последующей проверкой правильности оценки из совместного воздействия. Теоретические и практические трудности, возникающие в ходе осуществления такой программы, характерны для всех исследований в рассматриваемой области, и на них нет необходимости останавливаться.

Среди доступных непосредственному определению свойств человека, потенциально влияющих на частоту н.с., можно выделить неизменные (пол), относительно постоянные (образование, семейное положение, количество детей) и непрерывно меняющиеся (возраст, стаж работы).

Результаты анализов влияния на частоту н.с. семейного положения, количества детей и образования в значительной степени совпадают. Характерными являются, например, данные, приведенные в [2]. При сравнении данных о 1835 травмированных с контрольной группой из 666 человек можно сделать вывод, что частота травм больше у неженатых (незамужних), бездетных и не имеющих среднего образования лиц.

Зависимость частоты н.с. от возраста изучалась во многих работах; выводы почти однозначно свидетельствуют о том, что в возрастных группах до 30 лет частота травм значительно выше средней. Изучавшие этот вопрос авторы пришли к выводу о том, что с увеличением стажа выполняемой работы вероятность травмирования снижается. Однако данные о характере этой зависимости в большинстве работ либо отсутствуют вообще, либо весьма скудны.

М.А. Котик в своей книге [3] цитирует работу М.Б. Михайловского и Н.С. Оральникова, в которой рассматривается совместное влияние возраста и стажа работы на вероятность травмирования. Упомянутые авторы обоснованно указывают на то, что более высокий травматизм среди молодых рабочих может быть объяснен не только их возрастом, но и небольшим стажем.

Среди немногочисленных работ, рассматривающих одновременно влияние возраста и стажа на частоту н.с. есть такие, авторы которых пришли к противоположному выводу. Например, Л. Норман [4] приводит статистику дорожно-транспортных происшествий с водителями Лондонских автобусов в зависимости от возраста и стажа. По этим данным возраст является основным фактором, определяющим частоту попадания в дорожно-транспортные происшествия — чем старше возраст, тем меньше при одинаковом стаже (стаж уменьшает вероятность травм) случаев попадания в дорожно-транспортные происшествия.

Нами изучалась зависимость частоты н.с. от возраста и стажа на основании выборки 1033 производственных н.с.,

происшедших на различных предприятиях Эстонской ССР с 1976 по 1982 г., когда развязывающее событие [5] возникало в результате действий пострадавшего. Пострадавшие были разделены по возрасту на 5 групп (до 20, 20...29, 30...39, 40...54 и 55 и старше) и на 7 групп по стажу выполняемой работы (до I, I...2, 3...4 года, 5...9, 10...14, 15...19 и 20 и более лет). Частота н.с. для соответствующих контингентов работающих вычислялась в зависимости от стажа и возраста.

Рассматриваемая работа, а также предыдущие работы, проводившиеся нами по аналогичной методике позволяют сделать вывод о том, что зависимость частоты н.с. от стажа данной работы в течение первых 5...9 лет хорошо выражается следующим соотношением:

$$h(t) = At^{-\alpha}, \quad (I)$$

где  $h(t)$  - ожидаемая частота н.с. при стаже  $t$ ;

$A$  и  $\alpha$  - постоянные, зависящие от ряда факторов, в т.ч. от содержания и условий работы.

Постоянная  $\alpha$  часто принимает значения, близкие к 0,5. В этом случае зависимость (I) имеет следующий вид:

$$h(t) = A/\sqrt{t}. \quad (Ia)$$

Соотношение (Ia) может быть применено и при описании изменения частоты н.с. в зависимости от увеличения стажа работы для отдельных возрастных групп. При этом оказывается, что постоянная  $A$  увеличивается с возрастом, т.е. при одинаковом опыте работы в старших возрастных группах больше н.с. Зависимость эта в течение первых 3 лет работы, по нашим данным, проявляется особенно резко: постоянная  $A$  в формуле (Ia) при небольшом стаже примерно пропорциональна возрасту, т.е. формула (Ia) принимает следующий вид:

$$h(t, \tau) \approx c \cdot \tau / \sqrt{t}, \quad (2)$$

где  $\tau$  - возраст пострадавших.

Следует еще раз подчеркнуть то, что зависимости (I) и (2) наблюдаются в группах работающих со стажем, соответственно, от 0 до 5...9 и от 0 до 3 лет. Время, в течение которого работающий полностью освоит навыки работы, зависит, по-видимому, от сложности и изменчивости содержания выполняемой

работы. Возрастные различия в частоте н.с. заметно сглаживаются уже несколько раньше, по истечении примерно 3 лет работы. После 5...9 лет работы частота н.с. стабилизируется, а у работников некоторых специальностей даже растет. Это явление, отмеченное многими исследователями, объяснимо появлением излишней рутинности при выполнении рабочих операций, что препятствует появлению быстрой реакции на возникновение в процессе случайных отклонений.

Ожидаемая частота н.с. за весь период работы до достижения стажа  $T$  выражается следующим уравнением:

$$k(T) = \int_0^T A t^{-\alpha} dt = AT^{1-\alpha} / 1-\alpha. \quad (3)$$

Вероятность того, что за период работы до стажа  $T$  с человеком не происходит н.с.

$$r(T) = 1 - k(T) = 1 - AT^{1-\alpha} / 1-\alpha. \quad (4)$$

Учитывая, что частота н.с. невелика и  $AT^{1-\alpha} / 1-\alpha < 0,1$  в разложении логарифма выражения (4) в ряд без большой погрешности можно ограничиться только первым членом, т.е. считать, что

$$\ln r(T) = \ln(1 - AT^{1-\alpha} / 1-\alpha) \approx -AT^{1-\alpha} / 1-\alpha$$

и

$$r(T) \approx \exp[-(AT^{1-\alpha} / 1-\alpha) T]. \quad (5)$$

Формула (5) представляет собой показательное распределение с изменяющейся в функции от времени параметром.

#### Л и т е р а т у р а

1. М с К е п п а Ф.Р. Accident Proneness: Conceptual Analysis. - Accid. Analysis and Prevention, 1983, vol.15, N 1.
2. С а в е л ь е в Л.Н. и др. Социально-гигиенические факторы травматизма у работающих в различных отраслях промышленности. - Ортопедия, травматология и протезирование. 1981, № 6,
3. К о т и к М.А. Психология и безопасность. Таллин, Валгус, 1981.
4. Н о р м а н А.Т. Несчастные случаи на дорожном транспорте. Женева, Всемирная организация здравоохранения, 1962.

H. Pavelson 1967

А l t e r s- u n d E r f a h r u n g s a b h ä n g i g k e i t  
d e r W a h r s c h e i n l i c h k e i t d e r B e t r i e b s u n f ä l l e

**Zusammenfassung**

Autoren, die den Einfluß des Alters und der Arbeitserfahrung (gemessen in Beschäftigungsdauer) auf die Unfallwahrscheinlichkeit geforscht haben, sind zum Teil zu gegensätzlichen Folgerungen gekommen. Die Bestimmung der Abhängigkeit der Wahrscheinlichkeit der Betriebsunfälle von benannten Faktoren auf Grund von Materialien über 1033 Unfälle ergibt, daß die Häufigkeiten exponentiell verteilt sind, wobei das Parameter der Verteilung Funktion der Beschäftigungsdauer ist (sich mit der Zeit vermindert). In den ersten 3 Beschäftigungsjahren ist das Parameter ungefähr dem Alter proportional, d.h. bei gleicher Beschäftigungsdauer ist die Unfallwahrscheinlichkeit für jüngere Arbeiter kleiner.



## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДАННЫХ УСЛОВИЙ ТРУДА В ЭССР

Создание здоровых и безопасных условий труда подчинено решению главной социально-экономической задачи — повышению благосостояния работающих на основе роста эффективности общественного производства. В этой области в нашей стране сделано многое. Но не везде еще условия труда благоприятные, нецелесообразно используются средства по улучшению условий труда. В результате снижается трудоспособность и длительность трудовой активности работающих, увеличивается текучесть кадров, временная нетрудоспособность (травмы, заболевания), экономические потери, убытки, и замедляется рост производительности труда. Поскольку при достижении научно-технического прогресса решающим является человеческий фактор, улучшение условий труда оказывается резервом повышения производительности труда.

Далее анализируются основные факторы, которые препятствуют работе по улучшению условий труда, и некоторые методологические аспекты решения проблем, целью которых является повышение эффективности управления процессом улучшения условий труда.

Препятствующие факторы. Существенным среди этих факторов является следующее:

1. Не учитывается в достаточной мере, что условия труда постоянно изменяются и улучшение условий труда — сложный динамический процесс.
2. Ныне употребляемое определение понятия "условия труда" неполное (неточное) и не соответствует сути дела.
3. Отсутствует комплексный системный подход к проблеме.

4. Не учитывается влияние дозы факторов условий труда, а также одновременное взаимодействие нескольких факторов на работающего.

5. Мало занимаются оптимизацией условий труда, практически не учитывая особенности конкретного индивида.

6. Круг критериев, которыми описываются условия труда, узкий.

7. Не уточнены и не доведены цели и задачи управления условий труда до каждого специалиста.

8. Обработка информации практически производится вручную.

Анализируем коротко вышесказанное.

1. Значение условий труда часто недооценивается, и сам процесс и проблемы улучшения условий труда считаются просто легко разрешимыми в текущем порядке, так сказать "на ходу". Не учитывается, что характеристика условий труда постоянно изменяется - процесс улучшения динамичный. Например, администрация предприятия исходит из санитарно-гигиенических и др. норм и старается привести существующее положение только в соответствие с нормами. Поскольку имеется дело с медико-экономическими критериями (нормами, требованиями и т.п.), которые основываются на статистических показателях, то они не должны быть подходящими предпосылками для конкретного индивида. При организации труда администрации следует это учитывать, т.е. создавать соответствующие условия труда для каждого конкретного рабочего, и, когда это невозможно или нецелесообразно - переводить рабочего в другие приемлемые для него условия труда. Проблема осложняется еще тем, что научно-технический прогресс и производственные нужды требуют постоянного изменения производственного процесса, замены оборудования и др., что сразу меняет разные характеристики условий труда - параметры некоторых факторов могут улучшиться, а часть из них ухудшиться. С другой стороны, заменяют требования, нормы параметров факторов условий труда обычно более строгими, которые автоматически вызывают массовые несоответствия условий труда новым требованиям.

2. Понятие "условия труда" - сложная политэкономическая категория. При интуитивном восприятии понятия "условия труда" обычно никаких проблем не возникает. Стоит лишь поставить вопрос по целям и задачам конкретно, появляются трудности. Выясняется, что: 1) до сего времени единого полного определения не существует, поскольку 2) понятия единого дефинировать очень трудно, практически невозможно, так как понятие очень широкое, вследствие чего 3) возникает необходимость уточнения понятия в зависимости от решаемых проблем.

Понятие "условия труда" по стандарту НОТ (ГОСТ 19605-74) следующее: условия труда - это совокупность факторов производственной среды, оказывающих влияние на здоровье и работоспособность человека в процессе труда. Такое определение исходит из мнения, что условия труда - это совокупность только санитарно-гигиенических факторов производственной среды. По Марксу [1] содержанием условий труда являются "материальные условия", в которых реализуется "фабричный труд", "функционирование труда", совокупность "всех условий, необходимых для жизни рабочего во время труда".

Как видно из работы Маркса, было бы неправильно рассматривать условия труда только как "оцепеневшую" совокупность санитарно-гигиенических факторов производственной среды. Кроме названных факторов существует и много других, т.е. комплекс разных факторов. Все они на человека влияют комбинированно, точнее - во взаимодействии с работающим. Действие их на человека зависит, например, при постоянных параметрах влияющих факторов еще и от того, в каком состоянии в конкретном случае работающий начинает трудиться на своем рабочем месте. Состояние работающего в свою очередь зависит от того, в каком виде и в какой мере "формировали" ("обрабатывали") его, как биологический объект и социальный индивид, производственные условия, внепроизводственные условия, общество, а также он сам своим образом жизни и т.д. Из приведенного видно, что в области охраны труда понятие "условия труда" особенно тесно связано с человеком. В результате общего развития постоянно меняется наше окружение, а также меняется человек, его следует рассматривать в непрерывной рабочей и внерабочей обстановке.

Исходя из вышесказанного, в данной статье представляется и принимается за основу при создании интегрированной системы данных условий труда (далее - ИСДУТ) и при управлении процессом улучшения условий труда следующее определение. Условия труда - это постоянно меняющаяся по количеству и качеству совокупность факторов, связанных с работой (включая самого работающего как биологический объект и социальную личность), оказывающих прямое или косвенное влияние на здоровье, работоспособность, результаты труда и формирование личности человека во время труда.

3. Отсутствует комплексный системный подход к проблеме - отдельные вопросы в этой области решаются фрагментарно, невзаимосвязанно. Например, данные в паспорте санитарно-технического состояния условий труда цеха не связаны с данными таких документов, как сводные данные в отчетах о нетрудоспособности по форме № 16-вн или о несчастных случаях в форме 7-т. Слабое сотрудничество между службами охраны труда и другими службами, занимающимися также вопросами улучшения условий труда (например, служба НОТ и др.) уменьшает результативность работы, потому что отсутствует кооперация - сбор и обработка исходных данных ведется параллельно (некоторые данные измеряются повторно), мероприятия не согласуются между службами. Отсутствует практический оперативный экономический анализ последствий временной нетрудоспособности из-за неблагоприятных условий труда, а также экономическое обоснование выбора вариантов мероприятий.

4. Как отмечено, под улучшением условий труда традиционно подразумевается доведение параметров факторов, характеризующих состояние условий труда, до пределов допустимой нормы. Это не всегда обеспечивает достижение одной важной конечной цели - уменьшения временной нетрудоспособности и повышения работоспособности работающих. Дело в том, что до сих пор не учитывается два обстоятельства. Во-первых, не учитывается, кроме некоторых исключений, влияние дозы факторов условий труда. Кратковременная сверхдоза может быть менее вредной, чем длительное влияние фактора, который находится в пределах нормы. Во-вторых, не учитывается взаимодействие нескольких факторов, т.е. дей-

ствие результата факторов. Дело в том, что фактическая величина параметра отдельно взятого фактора может стать (или есть) ниже соответствующей нормативной величины, что создает иллюзию благополучия в условиях труда. При действии нескольких факторов вместе их влияние интегрируется, т.е. их взаимодействие условно формирует новый суммарный фактор, который действует уже как вредный фактор. Для разъяснения сказанного возьмем, например, два фактора ( $f$ ) – с факторными индексами 1 и 7. Хотя фактическая величина фактора 1 и фактора 7 меньше нормативной величины  $f_1^{\text{факт}} < f_1^{\text{норм}}$  и  $f_7^{\text{факт}} < f_7^{\text{норм}}$ , их длительное одновременное влияние может оказаться больше пределов выносливости организма работающего ( $f_{1,7}^{\text{бын}}$ ), т.е.  $f_{\text{сумм}}^{\text{факт}} = f_{1,7}^{\text{факт}} > f_{1,7}^{\text{бын}}$ ; в результате снижается работоспособность, кумулируется утомляемость, нетрудоспособность.

Далее отметим, что  $f_{1,7}^{\text{факт}}$  все-таки ниже  $f_{1,7}^{\text{бын}}$ , но при добавке влияния какого-нибудь третьего фактора (например,  $f_9$ ) возникает опять вопрос – будет  $f_{\text{сумм}}^{\text{факт}} = f_{1,7,9}^{\text{факт}} > f_{1,7,9}^{\text{бын}}$  или  $f_{1,7,9}^{\text{факт}} < f_{1,7,9}^{\text{бын}}$ , и т.д. Взаимодействие различных факторов на организм человека до сего времени научно-практически не исследовано, поэтому отсутствуют методы оценки и соответствующие нормативные величины  $f_i^{\text{бын}}$ .

5. Исходя из социально-политических и -экономических позиций, нужно добиваться не только удовлетворительного состояния условий труда, а именно, оптимального состояния условий труда, которое обеспечивало бы для каждого работающего полное удовлетворение своим трудом и повышало бы его работоспособность до самого высшего уровня, т.е. обеспечивало бы самую высокую производительность труда. Поэтому нужно ориентироваться на оптимизацию системы " работающий – машина – среда".

При оптимизации условий труда диктующим компонентом системы является работающий (в виде совокупности многих различных параметров каждого конкретного индивида). При этом надо исходить из следующих критериев: 1) каждый работающий является неповторимой личностью и биологическим объектом; 2) каждый работающий имеет свой генетический потенциал, что характеризует принадлежность к какой-либо

группе риска и т.п.; 3) каждый работающий имеет т.н. "ментовый" психофизиологический потенциал или "остаток" здоровья; 4) конкретный индивид может иметь анатомические недостатки (повреждения и т.п.), начиная с небольших до инвалидности, также может иметь склонность к рецидивам, т.е. повторным заболеваниям при хронических болезнях; 5) специальным контингентом являются работающие пенсионерного возраста, оптимизация условий труда которых требует особого подхода.

6. Круг критериев, факторов и их параметров, которыми описываются условия труда в настоящее время, узкий - они не характеризуют полностью ситуацию на производстве. Например, паспорт санитарно-технического состояния условий труда цеха включает в себя информацию довольно ограниченную по объему и содержанию. Определена только ничтожная часть (их 7!) параметров санитарно-гигиенических факторов. На основе этих данных разрабатывать конкретные мероприятия очень трудно, практически невозможно. Отсутствуют такие элементарные данные, как скорость движения воздуха в рабочей зоне, уровень инфракрасной и ультрафиолетовой радиации, по режиму воздушной среды вблизи объемных масс (полы, стены, оборудование) относительно низкой, а также высокой температуры, по спектрам шума и вибрации, по локальной вибрации, по естественному освещению и многим другим факторам и параметрам. Ведь номенклатура опасных и вредных производственных факторов по стандарту ССБТ содержит более пятидесяти наименований факторов в рамках групп физических, химических, биологических и психофизиологических. Полностью отсутствуют в паспорте параметры факторов двух последних групп.

Такие документы (паспорта), которые содержат информацию по оборудованию, приспособлений, инструментов и других технических средств в цехе, на рабочем месте, совсем отсутствуют. Технические средства являются основными потенциальными источниками опасности и вредности!

Та же самая ситуация существует в отношении статистических отчетных форм 16-вн, 7-т. Например, классификация приложения формы 7-т содержит только 12 травмирующих факторов и 11 главных причин травм. Такая лаконичная клас-

сификация очень груба и не позволяет делать тщательный анализ травматизма на уровне предприятия, не говоря уже об уровне подразделения.

Из приведенных примеров видно, что информация об условиях труда и о последствиях неблагоприятных (вредных и опасных) условий труда крайне неполная и удовлетворяет частично либо подразделение (технический паспорт цеха), либо ведомства, отрасли хозяйства (формы 16-вн, 7-т).

7. Не уточнены цели и задачи управления улучшением условий труда на разных уровнях и иерархии управления. Информация о состоянии условий труда ныне не дифференцирована для разных инфопотребителей, а также не дифференцирована и по содержанию. Иерархия управления многоступенчатая, начиная с бригадира, мастера до главного инженера и директора предприятия следует ведомственные и межведомственные (республиканские) ступени иерархии — органы управления.

8. Поскольку обработка информации до сего времени практически полностью производится вручную, объем информации может оказаться недостаточным, содержатся ошибки, информация представляется в неудобной форме и поступает инфопотребителю с опозданием. Качество информации (включая ее оперативность) тем более важно, что силы (кадры), занимающиеся управлением улучшения условий труда, малочисленны. Специфика Эстонской ССР в том, что в маленькой республике мало крупных предприятий, поэтому, например, в состав службы охраны труда предприятия входит, как правило, один специалист; двух или более имеют относительно немногие предприятия.

Пути решения проблемы. Из вышеизложенного вытекает:

1. Некоторые вопросы, описанные в пунктах 4 и 6, требуют безотлагательного научно-практического решения.

2. Для эффективного управления процессом улучшения условий труда в Эстонской ССР (и в других республиках) неотложным является создание соответствующей инфобазы. Созданием интегрированной системы данных условий труда в ЭССР занимается ныне кафедра охраны труда Таллинского политехнического института.

2.1. При создании ИСДУТ надо добиться максимальной возможности избежать тех недостатков, которые описаны в данной статье. Исходим из следующего. На работающего и на его работоспособность влияет сложный интегрированный комплекс факторов ( $\Phi$ ), которые характеризуются многими параметрами. Массив данных (критерии) можно сгруппировать в следующем виде: 1) условия на производстве (работе) или рабочая сфера; 2) условия вне производства (работы) или бытовая сфера; 3) лицо (индивид) со своим социальным поведением; 4) степень (наличие) дистресса. То есть:

$$\Phi = \{ \Phi_1; \Phi_2; \Phi_3; \Phi_4 \},$$

где

$$\Phi_1 = \{ \Phi_{11}; \Phi_{12}; \dots; \Phi_{m_1} \}, \quad m_1 = 4 \text{ и т.д.}$$

причем

$$\Phi_{11} = \{ \phi_{111}; \phi_{112}; \dots; \phi_{n_{11}} \}.$$

1) Группа "Рабочая сфера" ( $\Phi_1$ ) состоит, в свою очередь из четырех составляющих: а) "рабочая среда", б) "машина" (в т.ч. рабочий объект), в) "организация", г) "рабочий быт".

"Рабочую среду" ( $\Phi_{11}$ ) следует характеризовать такими факторами, как шум (со своими параметрами - уровень звука, спектр, характер шума), а также инфра- и ультразвук, общая и локальная вибрация, микроклимат (метеорологические условия), освещение, запыленность и загазованность воздушной сферы, электромагнитное излучение и т.д.

"Машина" ( $\Phi_{12}$ ) характеризуется такими составляющими, как: а) оборудование со своими параметрами - вид работы (ручная работа, конвейерная, полуавтомат и т.д.); тип, марка, год выпуска, мощность, стоимость, амортизация; генерируемые опасные-вредные факторы и т.д.; б) приспособления, ручные инструменты (наименование, тип, масса, опасные-вредные факторы), материалы (наименование, оценка опасности-вредности); рабочее сиденье; в) защитные средства работающих (цель, наименование, тип, марка); г) режим - сменность (утренняя, вечерняя, ночная); количество работающих (из них женщин и подростков); характер рабочего места (постоянное, временное или меняющееся, как, например, у водителя и такелажника и т.д.), рабочая поза, доля ручной работы, подъем и перемещение тяжестей (груза),

удельный вес пауз отдыха, статическая и динамическая нагрузка, физическая нагрузка в смене, нервно-психическая нагрузка, монотонность и т.д.; д) уровень безопасности - ограждаемость опасной зоны, работа в опасной зоне, стабильность и удобность рабочей позы, опасность рабочего инструмента, нарушение обзора, опасность ослепления и т.д.; е) требования к рабочему - специальность, квалификация, тяжесть работы, характеристика зрительной работы, наименьший размер объекта, санитарная группа производственного процесса, степень опасности работы, группа электробезопасности, требования к полу и возрасту.

"Организация" ( $\Phi_{13}$ ) определяется такими группами характеристик, как уровень научной организации труда, микроклимат в коллективе, престижность, формы стимулирования, уровень организационной работы, степень выполнения требований и задач и т.д.

"Рабочий быт" ( $\Phi_{14}$ ) охватывает такие области, как обеспеченность санитарно-гигиеническими помещениями и -техническими устройствами, медобслуживание, бытовые услуги, культурно-массовая работа, спорт, отдых вне производства (базы отдыха) и т.д.

2) Группа "Бытовая сфера" ( $\Phi_2$ ) состоит из следующих составляющих: а) локально-региональный климат (температура, влажность, давление воздуха, скорость ветра); б) вредные факторы внешней среды: пыль,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_2$ ,  $H_2S$ , шум и т.д.); в) условия транспорта (режим движения, шум, вибрация); г) степень бытового обслуживания; д) условия жилья; е) питание; ж) условия культуры и отдыха.

3) Группа "Индивид" ( $\Phi_3$ ) имеет в составе несколько комплексных составляющих: а) кадровые и морально-воспитательные данные; б) антропометрические данные; в) потенциальные - генетическая группа риска, общее состояние здоровья и др.; г) физиологические - давление крови, частота пульса, ЭКГ, ЭЭГ, гальванический рефлекс кожи, скорость реакции, биопотенциал мышц, острота зрения, световая слепота, критическая частота световых мельканий, поле зрения, скорость и характер адаптации, оценка скорости движения объекта, острота и порог слышимости, кинестезия, пороги ощущения и др.; д) психологические - объем, степень

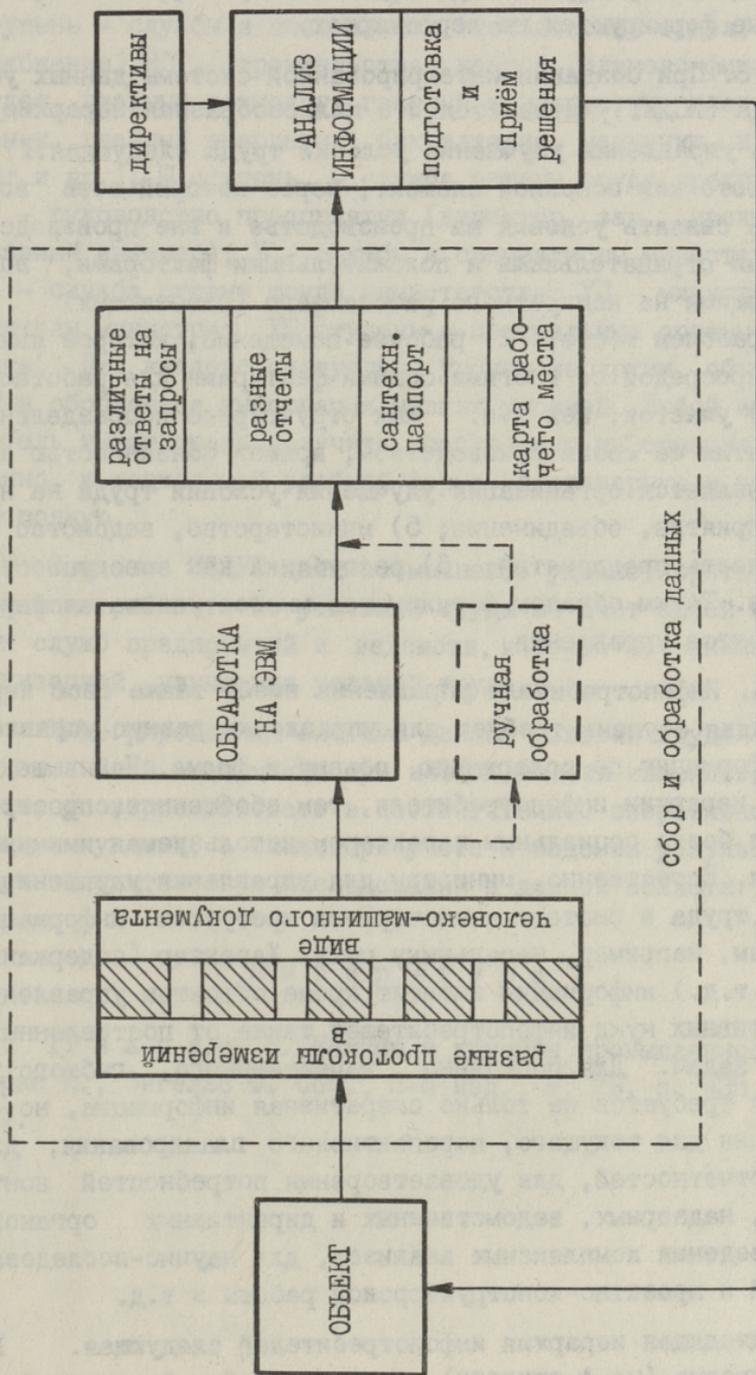
концентрации, скорость переключения внимания; оперативная, длительная и моторная память; абстрактно-логическое мышление, психологическая совместимость; качество воли; темперамент; социальная ориентация и др.; е) по поведению, привычкам - личная гигиена, режим жизни, курение, употребление алкоголя, занятия спортом, разными хобби, удовлетворенность (работой, бытом и т.д.), общественная работа и т.п.

4) Группа "Дистресс" ( $\Phi_4$ ) характеризует степени дистресса и включает в себя наличие всех специфических факторов рабочей среды, бытовой сферы и индивида, которые могут формировать неблагоприятное физическое и психическое состояние организма работающего, уменьшая его работоспособность и положительное отношение к труду и жизни вообще. Эта группа может быть сформирована подгруппой группы "Индивид".

Обзор перечисленного комплекса факторов (в статье не представлена полная их номенклатура) указывает на то, что массив данных будет довольно объемный и потребует создания базы данных для ЭВМ.

2.2. Следующим вопросом является сбор названных данных и формирование их для введения в ЭВМ. В условиях Эстонской ССР, где измерительные группы и другие службы, занимающиеся сбором и обработкой информации, малочисленные, это является нелегкой проблемой. Оказывается, что традиционные методы не очень эффективны, поскольку цикл состоит из многих этапов, и часть из них выполняется вручную, т.е. работа объемная и времени занимает много, тем более, что сбор различных данных производится в разное время.

Большой эффект дает использование предлагаемого нами нового принципа сбора и обработки данных, где ручная работа сведена до минимума. Здесь нужные исходные данные формируются и вводятся в ЭВМ по т.н. факторному принципу. Для этого используется совместный бланк - протокол измерений данных является одновременно человеко-машинным документом (см. фиг. I). Из схемы видно, что при таком принципе сбора и обработки данных цикл крайне короткий, и, что очень важно, ряд документов, которые раньше являлись промежуточными исходными документами, являются теперь выходными документами (например, форма № I6-вн, карта рабочего места, санитарно-технический паспорт и др.).



Фиг. 1. Схема управления по улучшению условий труда.

Параллельно обработке информации на ЭВМ надо также дать возможность обработки вручную, где это целесообразно (на маленьких предприятиях, в случаях отсутствия ЭВМ). Тогда данные формируются на перфокартах.

2.3. При создании интегрированной системы данных условий труда (ИСДУТ) учитывается, что целесообразная иерархия объектов управления улучшения условий труда следующая: 1) рабочее место как основной элемент, через который есть возможность связать условия на производстве и вне производства своими отрицательными и положительными факторами, воздействующими на конкретного работающего (работающих) на данном рабочем месте; 2) рабочее помещение, которое является микросредой со многими общими факторами для работающих; 3) участок, цех д.п. как структурное подразделение предприятия со своим руководством, прямой обязанностью которого является организация улучшения условий труда на нем; 4) предприятие, объединение; 5) министерство, ведомство как совокупность предприятий; 6) республика как совокупность ведомств. Таким образом, формируется многоступенчатая иерархия объектов управления.

2.4. Инфопотребители управления имеют также свою иерархию. Каждая ступень требует для управления разную управленческую информацию по содержанию, объему и форме. Чем выше ступень иерархии инфопотребителя, тем обобщеннее, пространнее и с более социальным характером используемая им информация. Естественно, министру для управления улучшением условий труда в системе министерства требуется информация иная, чем, например, начальнику цеха. Характер (содержание, объем и т.д.) информации зависит кроме объектов управления и оперативных нужд инфопотребителей также от поставленных целей и задач. Для постоянно качественного, гибкого управления требуется не только оперативная информация, но и информация для текущего, перспективного планирования, для разных отчетностей, для удовлетворения потребностей контрольных, надзорных, ведомственных и директивных органов, для проведения комплексных анализов, для научно-исследовательской и проектно-конструкторской работы и т.д.

Подходящая иерархия инфопотребителей следующая. На нижнем уровне (на А-ступени) находится рабочий, имеющий право получать информацию о состоянии условий труда на сво-

ем рабочем месте. Далее следуют другие ступени иерархии: I ступень - руководство подразделения (участка, цеха); II ступень - службы и специалисты (технический отдел, отделы снабжения, НОТ, строительства, кадров, планово-финансовый отдел, главный технолог, главный конструктор, главный механик, главный энергетик, бухгалтерия, медпункт, профкомитет и др.); III ступень - служба охраны труда предприятия; IV - руководство предприятия (директор, зам. директора, главный инженер); V - службы и специалисты министерства; VI - служба охраны труда министерства; VII - министр, заместители министра; VIII ступень - центральные органы республики. Для каждого следующего уровня иерархии объединяется и обобщается информация низших уровней. Любой инфопотребитель имеет право получить необходимую информацию своевременно, в подходящей удобной форме, достоверную и достаточно полную.

Создание ИСДУТ дает возможность удовлетворять частично и инфопотребность по условиям труда за счет своей инфобазы тех служб предприятий и ведомств, которые не занимаются организацией улучшения условий труда.

Интегрированная система данных условий труда в ЭССР будет гибкой - ее можно при необходимости изменить, дополнить, усовершенствовать в соответствии с оперативными текущими нуждами, а также при учете и ведении результатов научно-практических исследований в данной области.

### Л и т е р а т у р а

И. М а р к с К. Машины и крупная промышленность. - Маркс К., Энгельс Ф. Соч., 2-е изд., т. 23. с. 435, 473, 437.

Methodological Problems in Creating an  
Integrated Data System of Working Conditions  
in the ESSR

Summary

A broadened definition of working conditions is given. Factors and parameters characterizing the working conditions and influencing the capacity for work are described here as well as the integrated complex utilization of these factors and parameters in the improvement of working conditions. The shortcomings of the existing data base are analyzed. The description of objects improving the working conditions and the hierarchy of information users is given here. The reasons to create an integrated data system orientated to the use of computers are given. The basis and structure of the data system are dealt with.

ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ  
УСЛОВИЙ ТРУДА WORCON

Улучшение условий труда трудящихся имеет важное социальное и экономическое значение. Для ликвидации некоторых недостатков в этой области и с целью повышения эффективности затрат на улучшение условий труда необходимы поиски новых форм и методов управления.

До сего времени в отдельных случаях используются фрагментарные, взаимно не связанные системы данных, например, при анализе травматизма или заболеваемости. Такой подход к проблеме и ее решению конечно малоэффективен.

Для исследования связей между разными параметрами подсистем необходимо использование интегрирования систем, т.е. создание единой системы.

Подобная единая интегрированная комплексная система данных условий труда WORCON разработана кафедрой охраны труда Таллинского политехнического института для предприятий Минмясомолпрома ЭССР в качестве управленческого орудия. Система министерства охватывает 21 предприятие в разных районах республики, насчитывающих свыше 13 тысяч работающих.

Система WORCON спроектирована по модульному принципу. Количество подсистем в принципе не ограничено, также как и количество факторов и их параметров. Подсистемы создаются по факторным принципам. Это позволяет разрабатывать и внедрять различные подсистемы независимо друг от друга, исходя из нужд и хода работы.

Подсистемами являются, например: "Микроклимат", "Шум", "Вибрация", "Освещенность", "Нетрудоспособность" и т.д.

Исходные данные подсистем формируются и вводятся в ЭВМ по факторному принципу. Для этого используется человеко-ма-

шинный документ. Например, входная запись подсистемы-фактора "Шум" состоит из элементов данных (кортеж  $X$ ) как то: код рабочего места, календарное время измерения, уровень звука дБА - норма, фактическая и т.д.

Выходными формами (которые содержат нужные данные в качестве кортежа) являются: официальные статистические формы отчетности (форма 16-вн, форма 7-т, санитарно-технический паспорт), карты рабочих мест, ответы на различные запросы и т.д.

Из вышеприведенного явствует, что разработка подобной сложной интегрированной системы данных условий труда для повышения эффективности управления требует ее формализованного описания.

Чтобы определить класс решаемых задач (область применения), необходимо построить формализованное определение системы. Исследуя различные возможности определения системы выяснилось, что наиболее подходящей является определение системы М. Месаровичем и Х. Такахарой [1].

Общей системой называется отношение на непустых (абстрактных) множествах.

$$S \subset \times \{V_i : i \in I\}, \quad (1)$$

где  $I$  - множество индексов.

Множество  $I$  мы будем называть объектом системы. Если множество  $I$  конечно, то (1) можно переписать в виде

$$S \subset V_1 \times V_2 \times \dots \times V_n. \quad (2)$$

Пусть  $I_x \subset I$  и  $I_y \subset I$  образуют разбиение множества  $I$ , т.е. пусть  $I_x \cap I_y = \emptyset$  и  $I_x \cup I_y = I$ . Множество  $X = \prod \{V_i : i \in I_x\}$  мы будем называть выходным объектом, а множество  $Y = \prod \{V_i : i \in I_y\}$  - выходным объектом системы. Тогда системы определяются отношением

$$S \subset X \times Y. \quad (3)$$

Такую систему мы будем называть системой "вход-выход". В кибернетической литературе ее называют иногда "черным ящиком".

Система называется функциональной, если выполнены следующие условия:

1) при  $\forall x \in X$  и  $\forall y_1, y_2 \in Y$  выполнено

$$(\langle x; y_1 \rangle \in S \wedge \langle x; y_2 \rangle \in S) \Rightarrow (y_1 = y_2);$$

2) при  $\forall x \in X$  выполнено  $\exists y \in Y$  и  $\langle x; y \rangle \in S$ .

Область определения системы (3) обозначаем через  $\mathfrak{D}(S)$ , а область ее значений через  $\mathfrak{R}(S)$

$$\mathfrak{D}(S) = \{x: (\exists y) (\langle x; y \rangle \in S)\}$$

$$\mathfrak{R}(S) = \{y: (\exists x) (\langle x; y \rangle \in S)\}.$$

Входные данные системы (3) при любой подсистеме можем рассматривать в качестве кортежа  $X$ . Кортеж  $X$  определен следующим образом:

$$X := \langle x(1); x(2); \dots; x(\pi) \rangle.$$

Кортеж локализации  $Z$  определяется следующим образом:

$$Z := \langle z(1); z(2); \dots; z(\rho) \rangle.$$

Если известны кортеж входных данных и кортеж локализации, можно сформулировать интересующий нас выходной кортеж. Выходной кортеж  $Y$  определяется следующим образом:

$$Y := \langle y_z^{(1)}; y_z^{(2)}; \dots; y_z^{(\gamma)} \rangle.$$

Исходя из определения системы (1), определяем функциональную систему следующим образом:

$$Y = S(X, Z), \quad (4)$$

где оператор  $S$  сопоставляет с множеством входных кортежей  $X$  и с кортежом локализации выходной кортеж  $Y$ .

Область определения  $\mathfrak{D}(S)$  функционального отношения  $S$  выражается следующим образом:

$$\mathfrak{D}(S) = \Xi \times \tilde{Z}$$

где  $\Xi$  - множество входных кортежей (структура кортежей может быть разная);

$\tilde{Z}$  - множество кортежей локализации.

Множеством всевозможных формируемых выходных кортежей является область определения  $\mathfrak{R}(S)$  функционального отношения:

$$\mathfrak{R}(S) = Y;$$

$$Y = \{Y\} = \{\langle y_z^{(1)}; y_z^{(2)}; \dots; y_z^{(\gamma)} \rangle\}.$$

Определение функциональной системы (4) является тогда следующим:

$$S \subset (\Xi \times \tilde{Z}) \times Y. \quad (5)$$

Обозначаем через  $\mu$  количество требуемых кортежей локализаций. Следовательно, мы можем создать  $\mu$  различных функциональных систем.

$$Y_{\beta} = S_{\beta}(X, Z_{\beta})$$

$$\beta = 1; 2; \dots; \mu,$$

где определение  $X$  было приведено выше, а  $Y$  и  $Z$  имеют следующие определения:

$$Y_{\beta} = \langle y_{z; \beta}^{(1, \beta)}; y_{z; \beta}^{(2, \beta)}; \dots; y_{z; \beta}^{(r_{\beta}, \beta)} \rangle$$

$$Z_{\beta} = \langle z(1, \beta); z(2, \beta); \dots; z(r_{\beta}, \beta) \rangle.$$

Теперь сможем определить системы  $S_{\beta}$

$$S_{\beta} \subset (\Xi \times Z_{\beta}) \times Y_{\beta}. \quad (6)$$

Система  $S_{\beta}$  (6) формирует нам выходы в рамках одной подсистемы. Например, подсистема учета и анализа нетрудоспособности DISAN. Учтываем, что в проектируемую систему WORCON входит  $\lambda$  подсистем. Приведем формализованное определение интегрированной системы

$$S_{\alpha\beta} \subset (\Xi \times Z_{\alpha\beta}) \times Y_{\alpha\beta}, \quad (7)$$

где  $\Xi_{\alpha}$ ,  $Y_{\alpha\beta}$  и  $Z_{\alpha\beta}$  выражается следующим образом:

$$\Xi_{\alpha} = \{X_{\alpha}\}; X_{\alpha} = \{X_{\alpha}\}; Y_{\alpha\beta} = \{Y_{\alpha\beta}\} \text{ и } Z_{\alpha\beta} = \{Z_{\alpha\beta}\}$$

$$X_{\alpha} = \langle x(1, \alpha); x(2, \alpha); \dots; x(\pi_{\alpha}, \alpha) \rangle;$$

$$Y_{\alpha\beta} = \langle y_{z\alpha\beta}^{(1, \alpha\beta)}; y_{z\alpha\beta}^{(2, \alpha\beta)}; \dots; y_{z\alpha\beta}^{(r_{\alpha\beta}, \alpha\beta)} \rangle;$$

$$Z_{\alpha\beta} = \langle z(1, \alpha\beta); z(2, \alpha\beta); \dots; z(r_{\alpha\beta}, \alpha\beta) \rangle,$$

где  $\alpha = 1; 2; \dots; \lambda$  и  $\beta = 1; 2; \dots; \mu_{\alpha}$ .

Следовательно, обобщенное математическое определение интегрированной системы WORCON является следующим:

$$S_{\alpha\beta} \subset \prod_{\alpha=1}^{\lambda} \prod_{\beta=1}^{\mu_{\alpha}} (\Xi_{\alpha} \times Z_{\alpha\beta}) \times Y_{\alpha\beta}. \quad (8)$$

Выводы:

I. На базе приведенного описания возможно оценить, каковы задачи, решаемые в рамках системы WORCON. Кроме того, можно найти точное описание входных кортежей и кортежа локализации. Все эти данные являются исходными для этапа алгоритмизаций.

2. Система WORCON построена по модульному принципу - это позволяет дополнять систему новыми факторами и параметрами, менять подсистемы или добавлять новые подсистемы.

3. Из-за универсальности систему WORCON легко приспособить и внедрить в других министерствах, ведомствах.

#### Л и т е р а т у р а

1. М е с а р о в и ч М., Т а к а х а р а Х. Общая теория систем: математические основы. М., Мир, 1978. 311 с.

2. Справочная книга по математической логике / Под ред. Дж. Барвайса. Часть I. Теория моделей. М., Наука, 1982. 393 с.

3. Справочная книга по математической логике / Под ред. Дж. Барвайса. Часть II. Теория множеств. М., Наука, 1982. 375 с.

G. Kiivet, H. Tosso

#### Formalized Description of the Complex System of Working Conditions "WORCON"

##### Summary

The character, structure, aims and means of "WORCON"-system for the enterprises of the Ministry of Meat and Milk Industries of the ESSR are described. The definition, mathematical and functional descriptions of an integrated system are given.



## ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ДАННЫХ, ПОЗВОЛЯЮЩЕЙ ПРИНИМАТЬ УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОБ УСЛОВИЯХ ТРУДА

### 1. Введение

В данной статье анализируются источники и способы сбора данных для предметной области "условия труда". Изложены принципы создания модели данных. Предложенная модель данных может быть использована для принятия управленческих решений на уровне предприятия и министерства.

В результате научно-технического прогресса в сфере производства возникает ряд новых проблем в системе "человек - производственный процесс". Например, из-за неблагоприятных условий труда и монотонности труда уменьшается производительность труда, увеличивается уровень травматизма и заболеваемости. С другой стороны, научно-технический прогресс предоставляет все новые возможности для решения названных проблем. Среди этого арсенала наибольший интерес представляют системы автоматизации обработки данных и модели данных конкретной предметной области.

### 2. Паспортизация

Данные об условиях труда в системе "человек-производственный процесс" составляют весьма значительную роль информации, необходимой для принятия управленческих решений при организации труда. До 1968 года в СССР проводили специальные измерения для накопления таких данных, но тогда отсутствовало руководство для проведения этих измерений. В результате этого накопленные данные имели несистематизированный характер, результаты измерения не имели свойства регулярности по времени и по содержанию.

Постановлением № 380 ЦК КП Эстонии и Совета Министров ЭССР от 31 октября 1968 года введена единая система паспортизации условий труда. В целях усовершенствования паспортизации санитарно-технического состояния цехов президиум ЭРСП по согласованию с Министерством здравоохранения ЭССР 23-го мая 1975 года одобрил "Рекомендации к паспортизации санитарно-технического состояния цехов". Постановлением СМ ЭССР и ЭРСП № 173 от 20-го апреля 1976 года внедрена модифицированная форма паспорта санитарно-технического состояния цеха на 1976-1980 годы.

На 1981-1985 годы Всесоюзным научно-исследовательским институтом охраны труда ВЦСПС разработан паспорт санитарно-технического состояния условий труда.

Следовательно, к настоящему времени удалось создать единую систему для сбора исходных данных, определяющих санитарно-техническое состояние цеха.

### 3. Компьютеризация. Концептуальная модель

В результате паспортизации накопился столь значительный объем данных, что при обработке их дошли до второго информационного барьера. Для преодоления второго информационного барьера необходимо создать банк данных, базирующийся на модели данных конкретной предметной области. В таком случае можно было бы использовать эту модель данных для принятия управленческих решений.

Концептуальная модель данных состоит из следующих компонентов:

1. Законодательный ( $G^{(\alpha)}$ )
2. Социальный ( $G^{(\beta)}$ )
3. Экономический ( $G^{(\gamma)}$ )
4. Организационный ( $G^{(\delta)}$ )
5. Технический ( $G^{(\epsilon)}$ )
6. Психологический ( $G^{(\lambda)}$ )
7. Гигиенический ( $G^{(\mu)}$ )

Атрибутами социального компонента являются: работающий ( $b_0^{(0)}$ ), кадровые данные ( $b_0^{(1)}$ ), объединение ( $b_4$ ), пред-

приятие ( $b_2$ ), цех ( $b_3$ ), участок ( $b_4$ ), рабочее место ( $b_5$ ), фамилия, имя, отчество ( $b_6$ ), пол ( $b_7$ ), год, месяц, число рождения ( $b_8$ ), стаж работы ( $b_9$ ), принят на работу год, месяц, число ( $b_{10}$ ), уволен с работы, год, месяц, число ( $b_{11}$ ), данные о временной нетрудоспособности работающего ( $b_0^{(2)}$ ), объединение ( $b_{12}$ ), предприятие ( $b_{13}$ ), цех ( $b_{14}$ ), участок ( $b_{15}$ ), рабочее место ( $b_{16}$ ), фамилия, имя, отчество ( $b_{17}$ ), возраст ( $b_{18}$ ), пол ( $b_{19}$ ), диагноз ( $b_{20}$ ), освобожден от работы год, месяц, число ( $b_{21}$ ), освобожден от работы год, месяц, число ( $b_{22}$ ), число календарных дней временной нетрудоспособности ( $b_{23}$ ), размер дневного пособия ( $b_{24}$ ) сумма к выдаче ( $b_{25}$ ).

Атрибутами организационного компонента являются: структура ( $d_0^{(0)}$ ), министерство ( $d_0^{(1)}$ ), объединение ( $d_1$ ), предприятие ( $d_2$ ), цех ( $d_3$ ), участок ( $d_4$ ), рабочее место ( $d_5$ ).

Атрибутами технического компонента являются: процессы производственные ( $e_0^{(0)}$ ), технологический процесс ( $e_1$ ), производственное помещение ( $e_2$ ), исходный материал ( $e_3$ ), производственная площадка ( $e_4$ ), производственное оборудование ( $e_5$ ), размещение производственного оборудования и организация рабочих мест ( $e_6$ ), хранение и транспортировка исходных материалов, готовой продукции и отходов производства ( $e_7$ ), профессиональный отбор и проверка знаний работающих ( $e_8$ ), средства защиты работающих ( $e_9$ ).

Атрибутами гигиенического компонента являются: производственные факторы ( $m_0^{(0)}$ ), физические факторы ( $m_0^{(1)}$ ), запыленность ( $m_1$ ), загазованность ( $m_2$ ), температура оборудования и материалов ( $m_3$ ), температура воздуха ( $m_4$ ), шум ( $m_5$ ), вибрация ( $m_6$ ), инфразвук ( $m_7$ ), ультразвук ( $m_8$ ), барометрическое давление ( $m_9$ ), влажность воздуха ( $m_{10}$ ), подвижность воздуха ( $m_{11}$ ), ионизация воздуха ( $m_{12}$ ), ионизирующее излучение ( $m_{13}$ ), статическое электричество ( $m_{14}$ ), электромагнитное излучение ( $m_{15}$ ), напряженность электрического поля ( $m_{16}$ ), напряженность магнитного поля ( $m_{17}$ ), отсутствие или недостаток естественного света ( $m_{18}$ ), освещенность ( $m_{19}$ ), ультрафиолетовая радиация ( $m_{20}$ ), уровень инфракрасной радиации ( $m_{21}$ ), химические ( $m_0^{(2)}$ ), общетоксичные ( $m_{22}$ ), раздражающие ( $m_{23}$ ), sensibilizing ( $m_{24}$ ), канцерогенные ( $m_{25}$ ), мутагенные ( $m_{26}$ ), влияющие на репродуктивную функцию ( $m_{27}$ ), биологические ( $m_0^{(3)}$ ), микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты, гри-

бы) ( $m_{28}$ ), макроорганизмы ( $m_{29}$ ), психофизиологические ( $m_{30}^{(4)}$ ), статическая физическая перегрузка ( $m_{30}$ ), динамическая физическая перегрузка ( $m_{31}$ ), гиподинамия ( $m_{32}$ ), нервно-психическая перегрузка ( $m_{33}$ ), перенапряжение анализаторов ( $m_{34}$ ), монотонность труда ( $m_{35}$ ), эмоциональная перегрузка ( $m_{36}$ ).

Концептуальная модель социального компонента является следующей

$$G^{(\beta)} = \langle T^{(\beta)}; R^{(\beta)} \rangle;$$

$$T^{(\beta)} = \{ \beta; b_0^{(0)}; b_0^{(1)}; b_0^{(2)}; b_1; b_2; \dots; b_{25} \};$$

$$R^{(\beta)} = \{ \langle \beta; b_0^{(0)} \rangle; \langle b_0^{(0)}; b_0^{(1)} \rangle; \langle b_0^{(0)}; b_0^{(2)} \rangle; \langle b_0^{(1)}; b_1 \rangle; \langle b_0^{(1)}; b_2 \rangle; \dots; \langle b_0^{(1)}; b_{11} \rangle; \langle b_0^{(2)}; b_{12} \rangle; \langle b_0^{(2)}; b_{13} \rangle; \dots; \langle b_0^{(2)}; b_{25} \rangle \}.$$

Концептуальная модель организационного компонента является следующей:

$$G^{(\delta)} = \langle T^{(\delta)}; R^{(\delta)} \rangle;$$

$$T^{(\delta)} = \{ \delta; d_0^{(0)}; d_0^{(1)}; d_1; d_2; \dots; d_5 \};$$

$$R^{(\delta)} = \{ \langle \delta; d_0^{(0)} \rangle; \langle d_0^{(0)}; d_0^{(1)} \rangle; \langle d_0^{(1)}; d_1 \rangle; \langle d_0^{(1)}; d_2 \rangle; \dots; \langle d_0^{(1)}; d_5 \rangle \}.$$

Концептуальная модель технического компонента является следующей:

$$G^{(\varepsilon)} = \langle T^{(\varepsilon)}; R^{(\varepsilon)} \rangle;$$

$$T^{(\varepsilon)} = \{ \varepsilon; e_0^{(0)}; e_1; e_2; \dots; e_9 \};$$

$$R^{(\varepsilon)} = \{ \langle \varepsilon; e_0^{(0)} \rangle; \langle e_0^{(0)}; e_1 \rangle; \langle e_0^{(0)}; e_2 \rangle; \dots; \langle e_0^{(0)}; e_9 \rangle \}.$$

Концептуальная модель гигиенического компонента является следующей:

$$G^{(\mu)} = \langle T^{(\mu)}; R^{(\mu)} \rangle;$$

$$T^{(\mu)} = \{ \mu; m_0^{(0)}; m_0^{(1)}; m_0^{(2)}; m_0^{(3)}; m_0^{(4)}; m_1; m_2; \dots; m_{36} \};$$

$$R^{(\mu)} = \{ \langle \mu; m_0^{(0)} \rangle; \langle m_0^{(0)}; m_0^{(1)} \rangle; \langle m_0^{(0)}; m_0^{(2)} \rangle; \langle m_0^{(0)}; m_0^{(3)} \rangle; \langle m_0^{(0)}; m_0^{(4)} \rangle; \langle m_0^{(1)}; m_1 \rangle; \langle m_0^{(1)}; m_2 \rangle; \dots; \langle m_0^{(1)}; m_{21} \rangle; \langle m_0^{(2)}; m_{22} \rangle; \langle m_0^{(2)}; m_{23} \rangle; \dots; \langle m_0^{(2)}; m_{27} \rangle; \langle m_0^{(3)}; m_{28} \rangle; \langle m_0^{(3)}; m_{29} \rangle; \dots; \langle m_0^{(4)}; m_{36} \rangle \}.$$

Концептуальная модель системы является следующей:

$$G^{(\sigma)} = \langle \{ \sigma; G^{(\alpha)}; G^{(\beta)}; G^{(\gamma)}; G^{(\delta)}; G^{(\varepsilon)}; G^{(\lambda)}; G^{(\mu)} \} \rangle;$$

$$\{\langle \sigma; G^{(\alpha)} \rangle; \langle \sigma; G^{(\beta)} \rangle; \langle \sigma; G^{(\gamma)} \rangle; \langle \sigma; G^{(\delta)} \rangle; \langle \sigma; G^{(\epsilon)} \rangle; \langle \sigma; G^{(\lambda)} \rangle; \langle \sigma; G^{(\mu)} \rangle\}.$$

На базе изложенной модели данных возможно исследовать взаимные отношения между различными атрибутами. Например, в качестве концептуальных моделей, при помощи которых можно исследовать влияние условий труда на заболеваемость, можно использовать следующие модели:

$$1^{\circ} G_1 = \langle \{m_{11}; m_1; b_{20}\}; \{ \langle m_{11}; b_{20} \rangle; \langle m_4; b_{20}; b_{19} \rangle \} \rangle;$$

$$2^{\circ} G_2 = \langle \{m_4; m_{11}; b_{20}\}; \{ \langle m_4; m_{11}; b_{20} \rangle \} \rangle;$$

$$3^{\circ} G_3 = \langle \{b_{20}; m_{31}; m_{34}; b_{19}\}; \{ \langle b_{20}; m_{31}; b_{19} \rangle; \langle b_{20}; m_{34} \rangle \} \rangle.$$

На базе изложенных принципов построена автономная подсистема ДИСАН (DISAN) интегрированной системы данных ВОРКОН (WORCON) для анализа временной нетрудоспособности на предприятиях Минмясомолпрома ЭССР. Подсистема ДИСАН, которая экспонировалась в 1984-1985 гг. на ВДНХ, позволяет получать систематизированную и дифференцированную (по содержанию и направлению) информацию для оптимального организационно-технического и социально-экономического управления процессом уменьшения временной нетрудоспособности и улучшения условий труда. Пользователями информации являются руководители на различных уровнях иерархии управления (министр, служба охраны труда министерства, другие специалисты и службы министерства, руководство предприятия, служба охраны труда предприятия, другие специалисты и службы предприятия, руководство цеха, рабочие). Объектом управления является 2I предприятие Минмясомолпрома ЭССР.

#### 4. Заключение

В данной статье показано, что в качестве предметов в модель данных необходимо включать ряд объектов, которые не отражаются в санитарно-техническом паспорте. Компонентами модели данных являются  $G^{(\alpha)}$ ;  $G^{(\beta)}$ ;  $G^{(\gamma)}$ ;  $G^{(\delta)}$ ;  $G^{(\epsilon)}$ ;  $G^{(\lambda)}$ ;  $G^{(\mu)}$ . Модель данных создается в виде древовидной структуры. На базе этой структуры будут построены конкретные модели для исследования проблем, связанных с условиями труда. Для определения множества объектов, используемых для выявления закономерностей, ограничений не имеется.

Предложенная нами модель данных  $G^{(\sigma)}$  соответствует всем перечисленным принципам.

## Л и т е р а т у р а

1. Математическая логика и ее применения / Под ред. Э. Нагела, П. Салпса и А. Тарского. М., Мир, 1965. 351 с.
2. М а к а р о в И.М. и др. Теория выбора и принятия решений. М., Наука, 1982. 328 с.
3. Многокритериальные задачи принятия решений / Под ред. Д.М. Гвишиани и С.В. Емельчнова. М., Машиностроение, 1978. 192 с.
4. Справочная книга по математической логике / Под ред. Дж. Барвайса. Часть I. Теория моделей. М., Наука, 1982. 392 с.
5. Справочная книга по математической логике / Под ред. Дж. Барвайса. Часть II. Теория множеств. М., Наука, 1982. 375 с.
6. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности. ГОСТ 13.3.002-75.
7. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. ГОСТ 12.0.003-74.
8. Логике и методология научного познания / Под ред. А.А. Старченко. М., 1974. 158 с.
9. У е м о в А.И. Логические основы метода моделирования. М., Мысль, 1971. 311 с.

H. Tosso

Principles of Creating Data Models  
for Management Decision Making  
Concerning Labour Conditions

Summary

This article gives a conceptual model for decision-making during the process of improving the working conditions.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ  
ПОВСЕДНЕВНОГО УТОМЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

В связи с научно-техническим прогрессом меняется характер труда. Стирается грань между физическим и умственным трудом. Уменьшаются мышечные напряжения. Распространяются работы с небольшим двигательным компонентом. Часто требуется длительное сохранение постоянной рабочей позы. В результате этих сдвигов в характере труда изменяются также проявления утомления: они часто более неопределенны и не всегда бывают в области крупных мышц. К сожалению, из-за методологических трудностей (необходимы более чувствительные методы) физиология утомления многих современных видов работ значительно менее изучена, чем утомление при простой физической работе. Требуются новые субъективные и объективные методы его изучения, и особенно, его количественной оценки. Ведь только количественная оценка утомления позволяет эффективно решать многие вопросы охраны труда и научной организации труда.

В настоящей работе под повседневным утомлением понимают обратимое уменьшение способности к какому-либо виду каждодневной деятельности (в основном к работе на предприятии и дома), вызванное этой деятельностью и сопровождающееся характерным чувством усталости (в отличие от утомления при экстремальных напряжениях, например, при тяжелом физическом труде, в спорте и при заболеваниях).

Так как ощущения усталости у работающих могут быть в таких регионах тела, которые нельзя предвидеть при помощи профессиографического анализа, важное значение приобретает изучение локализации этих ощущений.

Для дифференцированного исследования ощущений усталости в различных областях тела, исходя из субъективной симптоматики разных видов утомления, нами разработан и использован специальный тест, состоящий из схемы с подразделением человеческого тела на 100 регионов и небольшой анкеты. Рассмотрев схему, исследуемый отмечал в анкете области своих ощущений (обычно 5), начиная с того региона, в котором ощущения были наиболее интенсивными.

Разработанную схему удобно использовать не только для изучения утомления, но и для выявления других причин изменения работоспособности, предпатологии и патологии.

В целях количественной характеристики ощущений усталости нами были использованы бланковые тесты шкалирования субъективных данных. Тесты состояли из небольшого числа (до 11) шкал длиной 150 мм.

Для шкалирования симптомов усталости левый конец шкалы соответствовал неутомленному состоянию, правый — максимальному от ранее наблюдавшейся усталости. Каждая локализация усталости (пальцы, пясть, запястье и т.д.) обозначалась отдельной линией. Величина каждого признака при обработке шкал выражалась в процентах от максимума шкалы, т.е. преобразование из аналоговой формы в цифровую проводилось самим исследователем.

Есть основания считать, что проявления процесса утомления в тканях конечностей тесно связаны с изменением их объема.

При динамической мышечной работе накопление продуктов обмена в клетках связано с повышением осмотического давления, а это, в свою очередь, вызывает переход жидкости из сосудов в ткань. Следовательно, при утомляющей нагрузке после работы размеры мышц увеличены. При статической позе обычно основание сердца значительно выше уровня пола (в позе сидя 90-110 см, в позе стоя 130-140 см). Таким образом, из-за повышенного гидростатического давления в нижних конечностях (особенное в капиллярах и венах) увеличивается их кровезаполнение, может расти фильтрация из капилляров.

К сожалению, до настоящего времени отсутствуют достаточно точные приборы для измерения периметров конечностей

(необходима точность не менее 0,2...0,3 мм, так как интересные сдвиги имеют величину 2...3 мм и более). Используют косвенные методы, особенно плетизмографию и танк с водой, а также наполненную ртутью пластмассовую трубку (вокруг конечности). Основной недостаток плетизмографии - аппаратура громоздкая, необходимо избегать движений конечности относительно плетизмографа, значительная продолжительность исследования (нужна быстрая регистрация сдвигов!), необходимо постоянство температуры воды. Применение относительно простого прибора - танка с водой вместо плетизмографа, сокращает время исследования. Все же, по-видимому, трудно получить достаточную точность. Так, некоторые исследователи [1] не нашли у здоровых людей изменений объемов ног в течение дня. При помощи пластмассовой трубки, заполненной ртутью, можно исследовать небольшие участки конечности; недостатками являются значительное время исследования и искажения, связанные с наложением и снятием трубочки.

Нами были разработаны измерители периметров конечностей, состоящие из стальных лент толщиной от 50 до 100 мкм, шириной от 1 до 3 мм и грузиков на концах их, весом от 3 до 15 г. Измерители сконструированы таким образом, чтобы они:

1) обеспечивали бы плотное прилегание измерительной ленты к предплечью, плечу или голени;

2) не деформировали бы существенно кожу и подкожную клетчатку;

3) были бы достаточно прочны при обращении.

Кроме того, были изготовлены точные линейки с нарезанными штрихами с размером деления от 0,1 до 0,2 мм. При проведении исследований сначала цветной линией на конечности отмечается соответствующее место. Измеритель помещается вокруг конечности таким образом, чтобы грузики свободно висели. Затем на нём делается отметка, измеритель снимают и при помощи точной линейки и лупы (x5) фиксируется длина выпрямленного витка ленты.

Следует отметить, что проведение таких измерений периметров конечностей связано с некоторыми трудностями.

Точность исследования ограничивается ценой деления на линейке и шириной отметки на измерительной ленте. Более мелкие деления значительно усложняют их прочтение.

Точность измерения уменьшают пластическая деформация тканей конечностей и трение между поверхностью кожи и измерительной лентой. Эти недостатки можно уменьшить всегда одинаковым наложением измерителя на конечность.

Длина измерительной ленты и линейки при изменении температуры изменяется. Температура ленты близка к температуре помещения, в котором проводится исследование, хотя на конечности она несколько повышена. Коэффициент линейного расширения материала ленты - стали  $11,0 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>, а бронзы, из которой сделана линейка  $17,5 \cdot 10^{-6}$  град<sup>-1</sup>. Так как периметр конечности может быть до 500 мм, изменение длины ленты при повышении температуры на 1 град составляет 5,5 мкм, а линейки 8,8 мкм; т.е. разность их 3,3 мкм. При возможном повышении температуры ленты по сравнению с линейкой на 4-5 град образуется ошибка менее 20 мкм.

Поскольку предложенный нами метод определения периметров конечностей ранее не применялся, были проведены исследования для проверки его точности.

Измерения, проведенные на запястье одного и того же человека в течение 25 минут показали, что хотя данные немного колеблются, что можно объяснить как неточностью метода, так и колебанием периметра запястья, стандартное отклонение от среднего значения не превышает 0,2 мм.

При исследованиях утомления обращается мало внимания на регистрацию температуры кожи из-за трудностей ее точного (до 0,1 °С и более) измерения.

Температура кожи является чувствительным индикатором интенсивности процессов метаболизма в коже и под ней. Обычно температура кожи в большинстве областях тела 32-34 °С, в среднем на 1,5-6 °С ниже, чем внутренняя температура организма. Следовательно, она является доступным критерием также процессов метаболизма в тканях, например, в мышцах, связанных с утомлением.

Для определения температуры кожи широко используются термопары и термисторы. Методы исследований с их приме-

нением имеют некоторые явные недостатки: обладая собственной теплоемкостью и теплопроводностью, датчики вызывают местное нарушение естественного теплообмена; показания температуры зависят от нажима датчика, трудно учитывать резкие перепады температур (снижение) около больших вен. Эти факторы могут изменять показания термометра на 3-4 °С. Указанные недостатки отсутствуют у радиационных термометров: при их использовании не требуется непосредственного контакта с кожей. Радиационные термометры, в первую очередь, термометры суммарного излучения, измеряют поток излучения

$$\Phi = A \sigma T^4,$$

где  $\sigma$  = постоянная Стефана-Больцмана,  $\sigma = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4$ ;

$A$  - коэффициент использования потока от объекта;

$T$  - температура, в градусах К.

Недостатками, которые несколько снижают точность измерения, являются влияние свойств объекта излучения - оптические свойства, степень шероховатости, отражение объектом излучения сторонних источников. Все же у нас иногда была достигнута точность 0,01 °С. С другой стороны, используемая в настоящее время аппаратура в основном дорога и громоздка.

Для определения температуры кожи нами иногда использовались холестерические жидкие кристаллы - вещества, молекулы которых могут более или менее свободно перемещаться относительно друг друга, причем сохраняется взаимная ориентация молекул, характерная для твердого кристаллического состояния. В результате этого при изменении температуры на 2-3 °С происходит такое изменение цвета, которое позволяет различать десятки цветовых тонов. Жидкие кристаллы нетоксичны, не требуют специальной дорогостоящей измерительной аппаратуры, позволяют изучать температуры независимо от подвижности измеряемого места, не вносят существенных искажений в температурное поле, не влияют на распределение температуры на исследуемой поверхности. Возможна точность измерения до 0,1 °С.

#### Л и т е р а т у р а

1. Nilsson S., Haugen G.B. Volumetry in the evaluation of swelling in the ankle and foot. - Journal of the Oslo City Hospitals, 1981, vol. 31, N 1, p. 11-15.

The Usage of New Methods of Quantitative  
Estimate of Everyday Fatigue of Workers

Summary

Due to methodical difficulties physiological changes of fatigue are less investigated in case of work with moderate muscular intensity. In order to overcome that shortcoming tests for the research of subjective symptoms of fatigue, scaling methods of the feeling of fatigue, technique of limb perimeters measurement and exact measurement of skin temperature have been worked out.

### О ВОЗМОЖНОСТИ БОЛЕЕ ТОЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА ПО ПРОЧНОСТИ ХРУПКОГО РАЗРУШЕНИЯ

В статье приводятся основные теоретические положения и примеры вычисления опытных прочностных данных, полученные при разработке теории разрушения материалов в хрупком состоянии на базе математического распределения Вейбулла. По сути, работа является продолжением работ В. Вейбулла [4 с. 9, 19] и В.В. Болотина [2, с. 68...86].

При хрупком разрушении твердого тела остаточные деформации обычно ничтожно малы. Только при хрупком разрушении сталей и некоторых металлов имеет место "пластическое течение" вещества. На прочность материалов в хрупком состоянии оказывают существенное влияние неоднородность материала, его дефекты, поверхностные повреждения, локальные остаточные напряжения, температура и размеры тела. Вследствие этого характеристики хрупкой прочности имеют значительный разброс, особенно в случае таких материалов, как бетон, искусственные и естественные камни, кирпич, стекло, чугун, а также в несколько меньшей мере стали, пластмассы и т.д.

При этом зависимость хрупкой прочности материала, как случайной величины от размеров образца (т.н. масштабный эффект) является характерной особенностью - закономерностью природы. Это явление многими исследовано. Для количественной оценки указанных факторов используются статистические теории.

Построение статистической теории деформирования и разрушения твердых тел является фундаментальной проблемой науки о прочности [4, с. 7].

Настоящая работа базируется на публикациях В. Вейбулла и В.В. Болотина [4, с. 9, 2] и является некоторым обобщением их работ в области хрупкого разрушения. В частности, в работе Вейбулла минимальные прочности вариационного ряда всех объемов образцов имели нулевые значения, в работах Болотина минимальные значения отличались от нуля, но были для всех объемов образцов постоянной величиной – что является весьма приближенным. В данной работе этого ограничивающего условия не имеется. Минимальные, средние и максимальные значения прочностей в сериях с разными размерами образцов имеют различные величины, строго соответствующие заданным параметрам распределения Вейбулла.

В настоящей работе рассматриваются случаи однородного напряженного состояния твердого тела. Вопрос однородного – неоднородного напряженного состояния автором не рассматривается. Изучить и уточнить это можно, однако, специальными опытами с учетом настоящей теории.

Исследованиями М.М. Протождяконова, М.И. Койфмана и других ученых [5, с. 26; 2, с. 86] было установлено, что при определении прочности горных пород и стекол существует не один, а два масштабных эффекта – объемный и поверхностный.

Формулы, приводимые в настоящей статье, не учитывают поверхностного масштабного эффекта, но в работе В.В. Болотина [2, с. 86] эти возможности в общей форме представлены. Как видно из ГОСТ 10180–78 [7], переводные масштабные коэффициенты по прочности бетона для перехода от прочности данного образца ( $R \in V$ ) к эталонной (марочной) прочности ( $R_0 \in V_0$ ) имеют только возрастающие значения – т.е. большого поверхностного масштабного эффекта не видно (хотя в более раннем ГОСТ 10180–69 [8] это наблюдалось). Таким образом, предлагаемые формулы можно применять в случаях, когда поверхностный масштабный эффект существенно результаты не изменяет – как, например, при исследованиях бетонов, металлов и т.д., но это зависит от размеров образцов, в больших образцах поверхностные влияния ничтожны.

В данной работе автор применял по возможности символы, принятые В.В. Болотиным, считая это удачным. Объем статьи не позволяет сопровождать формулы подробным объяснительным текстом.

Применяемое распределение Вейбулла совпадает с представленным в ГОСТ II.007-75 (СТ СЭВ 877-78) [1].

Несколько слов о переходе от прочности на одноосном сжатии на растяжение. Установлено, что при одноосном сжатии разрушение происходит в результате разрыва в поперечном направлении, а связь между прочностью на разрыв и на сжатие практически линейна [9, с. 31]. Необходимо заметить, что роль скоро для бетона справедлива гипотеза прочности Мора или гипотеза наибольших относительных удлинений, то параметры  $a$ ,  $b$  и  $\alpha$  (или  $a_0$ ,  $b_0$  и  $\alpha$  - автор) и коэффициенты вариации при растяжении и сжатии должны быть одинаковые [2, с. 84]. Поэтому автор для перехода от средней прочности на сжатие к средней прочности на растяжение (на тех же образцах) применял переходные коэффициенты, получаемые от соответствующих марочных прочностей на сжатие и растяжение (целесообразно представить это в виде графика), а при переходе от сжатия на растяжение  $\alpha$ ,  $\psi$ ,  $\omega$  и  $\sigma$  следует считать неизменными. Дальнейший анализ подтвердит несомненно точность этих предпосылок.

В предлагаемых формулах не представлены компоненты, которые учитывали бы факторы изменения температуры, скорости увеличения нагрузки при деформации образцов, неоднородного напряженного состояния и т.д. В условиях опыта эти параметры при использовании этих формул должны быть постоянными.

Ошибки и неточности, связанные с проведением опытов при изготовлении образцов, обработка экспериментальных данных с применением элементов математической статистики в статье не рассматриваются, они достаточно представлены в ГОСТ II.007-75.

Опытные значения, которые использованы в качестве иллюстраций о применимости теории, условно считаем безошибочными.

Теоретические основы данной теории изложены в монографии В.В. Болотина [2, с. 70; 3] и в методическом руководстве [4, с. 6...12].

## 2. Распределение Вейбулла

Функция распределения случайных величин  $R, R \in V$ ,  $R$  – прочность материала с объемом  $V$ :

$$F(R) = 1 - e^{-\beta(R-R_{mn})^\alpha} \quad (1)$$

Функция плотности распределения случайных величин  $R$ :

$$f(R) = p(R) = \alpha \cdot \beta (R - R_{mn})^{\alpha-1} \cdot e^{-\beta(R-R_{mn})^\alpha}, \quad (2)$$

где  $\alpha, \beta$  – параметры распределения,

$R_{mn}$  – минимальная прочность в вариационном ряду.

Условия нормировки

$$\int_0^\infty p^*(\tilde{R}) d\tilde{R} = 1, \quad (3)$$

где  $\tilde{R} = R - R_{mn}$ ;  $R \in V$ ;  $p^*(\tilde{R}) = p(R)$ .

Начальные статистические моменты определяются:

$$r_n = \int_0^\infty \tilde{R}^n p^*(\tilde{R}) d\tilde{R}, \quad (4)$$

где  $\tilde{R} = R - R_{mn}$ .

Интегралы для моментов выражаются через гамма-функции вида:

$$\int_0^\infty x^{\alpha+m-1} \cdot e^{-\beta x^\alpha} dx = \frac{\Gamma(1 + \frac{m}{\alpha})}{\alpha \cdot \beta^{(1 + \frac{m}{\alpha})}}, \quad (5)$$

где  $\alpha > 0$ ;  $m \leq 0$ ;  $\beta > 0$ .

Вместо формулы (4) автор предлагает (при распределении Вейбулла):

$$r_n = \sum_{k=0}^n \frac{n!}{k!(n-k)!} R_{mn}^{n-k} \cdot \beta^{-\frac{k}{\alpha}} \Gamma(1 - \frac{k}{\alpha}). \quad (6)$$

Математическое ожидание – начальный момент первого порядка:

$$r_1 = M(R) = \bar{R} = \beta^{-\frac{1}{\alpha}} \Gamma(1 + \frac{1}{\alpha}) + R_{mn}. \quad (7)$$

Дисперсия – центральный момент второго порядка:

$$\mu_2 = r_2 - r_1^2 = D(R) = \sigma^2 = \beta^{-\frac{2}{\alpha}} \left[ \Gamma(1 + \frac{2}{\alpha}) - \Gamma^2(1 + \frac{1}{\alpha}) \right]. \quad (8)$$

Стандартное отклонение:

$$\sigma = \beta^{-\frac{1}{\alpha}} \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (9)$$

Центральные моменты третьего и четвертого порядков:

$$\mu_3 = r_3 - 3r_2 \cdot r_1 + 2r_1^3, \quad (10)$$

$$\mu_4 = r_4 - 4r_3 r_1 + 6r_2 r_1^2 - 3r_1^4. \quad (11)$$

Связь параметра  $\beta$  с математическим ожиданием

$$M(R - R_{mn})^\alpha = \frac{1}{\beta}. \quad (12)$$

Значение  $\varphi_\alpha$  (постоянная - функция от  $\alpha$ ) и вариационный коэффициент (изменчивость)  $w$  выражаются:

$$\frac{\sigma}{\bar{R} - R_{mn}} = \sqrt{\frac{\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right)}{\Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)} - 1} = \varphi_\alpha, \quad (13)$$

$$w = \frac{\sigma}{\bar{R}} \quad \text{или} \quad w = b \cdot \varphi_\alpha. \quad (14)$$

Отсюда получим

$$\bar{R} = \frac{\sigma}{\varphi_\alpha} + R_{mn}. \quad (15)$$

Связь между минимальной и средней прочностью

$$\bar{R} - \text{const.}, R_{mn} - \text{const.} \quad R_{mn} \leq \bar{R}, \quad (R_{mn}, \bar{R}) \in V$$

$$R_{mn} = \bar{R} \cdot a,$$

$$a \leq 1; \quad 1 - a = b, \quad (16)$$

где  $a, b$  - параметры вариационного ряда.

Зависимость стандартных отклонений  $\sigma$  и  $\sigma_0$  от размеров их образцов  $V$  и  $V_0$ :

$$\frac{\sigma}{\sigma_0} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad \text{или} \quad \sigma^\alpha \cdot V = \sigma_0^\alpha \cdot V_0 = \text{const.} \quad (17)$$

Постоянная  $\alpha$  выражается

$$\alpha = \frac{\ln\left(\frac{V_0}{V}\right)}{\ln\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)}. \quad (18)$$

Показатель асимметрии:

$$A_s = \frac{\mu_3}{\sigma^3} = \frac{\Gamma\left(1 + \frac{3}{\alpha}\right) - 3\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right)\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) + 2\Gamma^3\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)}{\left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{\alpha}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)\right]^{3/2}}. \quad (19)$$

Показатель эксцесса:

$$E_k = \frac{\mu_4}{\sigma^4} - 3,$$

$$E_k = \frac{\Gamma(1+\frac{4}{\alpha}) - 4\Gamma(1+\frac{1}{\alpha})\Gamma(1+\frac{3}{\alpha}) + 6\Gamma(1+\frac{2}{\alpha})\Gamma^2(1+\frac{1}{\alpha}) - 3\Gamma^4(1+\frac{1}{\alpha})}{[\Gamma(1+\frac{2}{\alpha}) - \Gamma^2(1+\frac{1}{\alpha})]^2} - 3. \quad (20)$$

Зависимость  $\bar{R}$  от  $\bar{R}_0$  где  $(\bar{R}_0, a_0, b_0) \in V_0, (R_{mn}, \bar{R}) \in V$

$$\frac{\bar{R}}{\bar{R}_0} = \frac{R_{mn}}{R_{0mn}} \cdot a_0 + b_0 \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{1}{2}}. \quad (21)$$

Эта формула совпадает с представленной В.В. Болотиным [2, с. 82 и 84], при условии, что  $\frac{R_{mn}}{R_{0mn}} = 1$ , т.е. когда минимальные значения прочностей постоянные, независимо от размеров образцов.

Зависимость  $\bar{R}$  от  $\bar{R}_0$  можно представить также в виде:

$$\bar{R} \cdot a \cdot q = \bar{R}_0 \cdot a_0 \cdot q_0 = R_\infty \cdot q_\infty = \text{const}. \quad (22)$$

Между параметрами  $a$   $b$  и  $q$  имеются следующие соотношения:

$$a_0 \cdot q_0 + b_0 = a \cdot q + b = q_\infty = \frac{1}{\varphi_\alpha \psi} = \frac{2}{j} = \text{const}, \quad (23)$$

где  $(a_0, b_0, q_0) \in V_0, (a, b, q) \in V, a \neq a_0, b \neq b_0, q \neq q_0,$

$$\psi = \frac{\bar{R} - \bar{R}_0}{\sigma - \sigma_0} \quad \text{или} \quad \psi = \frac{\bar{R} - R_\infty}{\sigma}, \quad (24)$$

или

$$\psi = j \psi^* = \frac{j}{2\varphi_\alpha}; \quad (25)$$

а

$$0 \leq j \leq 2; \quad (26)$$

$$0 \leq \psi \leq \frac{1}{\varphi_\alpha}. \quad (27)$$

Для практических расчетов целесообразно использовать формулы в виде:

$$\bar{R} = \bar{R}_0 + (\sigma - \sigma_0) \psi, \quad (28)$$

$$\bar{R} = R_\infty + \sigma_0 \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{1}{2}} \psi. \quad (29)$$

При необходимости получения прочностных данных для вариационного ряда экстремальных значений  $R_T \in V_T$  (где  $R_{Tmax} = a b c R_{Tmax} = R_T$ ;  $R_T$  - теоретическая прочность безде-

фектного идеального тела; при растяжении  $R_{pT} \approx 0, I E$ ;  $E$  - модель Юнга) параметр  $b_T$  нужно найти с помощью соотношения:

$$b_T = \frac{1 - \frac{R_{p\infty}}{\bar{R}_T^*}}{\varphi_\alpha \cdot \psi}, \quad (30)$$

где  $\bar{R}_T^*$  - найденное приближенное значение средней прочности вариационного ряда  $V_T$  (если не известны размеры объема  $V_T$ , считаем, что  $a_T^* = 0, b_T^* = I$ ).

С помощью  $b_T$  ( $b_T \geq 1$ ) можно по заданным формулам рассчитать  $\bar{R}_T, R_{Tmn}, \sigma_T, w_T$  и т.д.

Параметр  $\beta$  ( $\beta \in V$ ) выражается:

$$\beta = C \bar{n} \cdot V = \left[ \frac{\varphi_\alpha \cdot \Gamma(1 + \frac{1}{\alpha})}{\sigma} \right]^\alpha. \quad (31)$$

Значение прочности  $R_{[1-P]}$  с заданной доверительной вероятностью  $P$  выражается:

$$F(R_{[1-P]}) = R_{[1-P]} = \left[ \frac{1}{C \bar{n} V} \ln\left(\frac{1}{P}\right) \right]^{\frac{1}{\alpha}} + R_{mn}, \quad (32)$$

где  $P = 10^{-t}; t > 0$ .

В следующей таблице показана зависимость средних значений прочностей (где  $\bar{R}$  - средняя прочность,  $\hat{R}$  - мода,  $\vec{R}$  - медиана) от параметра  $\alpha$  в области симметрических распределений плотности Вейбулла. В точно симметрическом случае  $\alpha = 3,2588894$ ;  $\vec{R} = \hat{R} < \bar{R}$ . Среднее значение  $\bar{R}$  больше моды и медианы по той причине, что правая сторона кривой плотности  $R$  доходит до бесконечности - хотя фактическая максимальная прочность любого материала имеет реальную величину. Эта особенность при симметрическом распределении плотности Вейбулла учтена автором при получении действительных расчетных максимальных прочностей  $R_{mx}$  ( $R_{mx} \in V$ ) при разных значениях  $\alpha$ .

Формулы для практических расчетов:

$$R_{mn} = \frac{\sigma}{\varphi_\alpha} \cdot \frac{a}{b}. \quad (33)$$

$$\bar{R} = \frac{\sigma}{\varphi_\alpha} + R_{mn} \quad \text{или} \quad \bar{R} = \frac{\sigma}{\varphi_\alpha} \left(1 + \frac{a}{b}\right). \quad (34)$$

Мода:

$$\hat{R} = \frac{\sigma}{\varphi_\alpha} \left[ \frac{\left(1 - \frac{1}{\alpha}\right)^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma\left(1 + \frac{1}{\alpha}\right)} + \frac{a}{b} \right]. \quad (35)$$

Т а б л и ц а I

Связь и зависимость  $\bar{\bar{R}}, \hat{R}$  и  $\vec{R}$  от  $\alpha$  при симметрии

|                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| $\alpha > 3,44$               | $\bar{\bar{R}} < \vec{R} < \hat{R}$ |
| $\alpha = 3,44$               | $\bar{\bar{R}} = \vec{R} < \hat{R}$ |
| $3,3125 < \alpha < 3,44$      | $\vec{R} < \bar{\bar{R}} < \hat{R}$ |
| $\alpha = 3,3125$             | $\vec{R} < \bar{\bar{R}} = \hat{R}$ |
| $3,2588894 < \alpha < 3,3125$ | $\vec{R} < \hat{R} < \bar{\bar{R}}$ |
| $\alpha = 3,2588894$          | $\vec{R} = \hat{R} < \bar{\bar{R}}$ |
| $\alpha < 3,2588894$          | $\hat{R} < \vec{R} < \bar{\bar{R}}$ |

Медиана:

$$\vec{R} = \frac{\sigma}{\varphi_{\alpha}} \left[ \frac{0,693147 \alpha^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma(1 + \frac{1}{\alpha})} + \frac{a}{b} \right]. \quad (36)$$

Максимальные прочности:

$$R_{\max} = \frac{\sigma}{\varphi_{\alpha}} \left[ \frac{6,70382 \alpha^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma(1 + \frac{1}{\alpha})} + \frac{a}{b} \right]. \quad (37)$$

Стандартные отклонения на растяжение  $\sigma_{PT}$  при экстремальной прочности  $R_T \in V_T$ :

$$\sigma_{PT} = \frac{E \cdot \varphi_{\alpha}}{10} \left[ \frac{6,70382 \alpha^{\frac{1}{\alpha}}}{\Gamma(1 + \frac{1}{\alpha})} + \frac{a_T}{b_T} \right]^{-1}, \quad (38)$$

где  $V_T$  определяется по формуле (17).

При переходе от прочности на сжатие к прочности на растяжение (или обратно) постоянное  $C\bar{n}$  получается из соотношения:

$$C\bar{n}_p = C\bar{n}_{сж} \left( \frac{\bar{\bar{R}}_{сж}}{\bar{\bar{R}}_p} \right)^{\alpha}, \quad (39)$$

где  $\bar{\bar{R}}_{сж} = \bar{\bar{R}}$ ;  $C\bar{n}_p$  - постоянная при растяжении.

Коэффициент перехода от средней прочности  $\bar{R}$  к эталонной прочности  $\bar{R}_0$  ( $\bar{R} \in V$ ;  $\bar{R}_0 \in V_0$ ):

$$k = \left(1 - w_0 \Psi \left[1 - \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\frac{1}{\alpha}}\right]\right)^{-1}, \quad (40)$$

где  $k = \frac{\bar{R}_0}{\bar{R}}$ .

Показатель однородности прочностных показателей бетона (материала) можно представить в виде:

$$K = \frac{\bar{R}}{R^H} \left(1 - \frac{w}{\varphi_\alpha}\right); \quad K = \frac{R_{mn}}{R^H}, \quad (41)$$

где  $R_{mn} = \bar{R} \cdot a = \bar{R} \left(1 - \frac{w}{\varphi_\alpha}\right)$ ;  $K \in V$ ;  
 $R^H$  - нормативная прочность.

Отсюда следует, что  $K$  является коэффициентом безопасности материала. Можно применить числовую оценку материала (относительную), работающего на прочность:

$$\Omega = 1 - \Psi \cdot \varphi_\alpha, \quad (42)$$

где

$$\frac{\bar{R} - R_\infty}{\bar{R} - R_{mn}} = \Psi \cdot \varphi_\alpha = \text{const.}, \quad (43)$$

$$\Psi \cdot \varphi_\alpha \leq 1,$$

$\Omega_{mx} = 1$  - абсол. бездефектный материал,

$\Omega_{mn} = 0$  - абсол. неконструктивный материал.

По имеющимся сведениям формулы, начиная с 21-ой, даются впервые.

В таблице 2 представлены результаты расчетов опытных значений прочностей на сжатие кубиков из плотного известково-песчаного бетона  $V_1 = 7^3 \text{ см}^3$  и  $V_2 = 20^3 \text{ см}^3$ .

$\alpha$  - определяет форму кривой плотности распределения прочности  $R$  - асимметрию (19) и эксцесс (20).

$\Psi$  - определяет расположение кривой плотности на оси пределов прочности  $\bar{R}$ ; определяет также градиент средней прочности  $\bar{R}$  от величины образцов  $V$  (29).

В итоге можно отметить следующее:

I. Расчетные (нормативные) прочностные характеристики конструкционных материалов, выбираемые на основании теоретических соображений сопротивления материалов и особенностей условий работы конструкции, задаются нормативными до-

Итоги математической обработки экспериментальных результатов по прочности кубиков на сжатие

| Параметры | $V_{\infty} = \infty$ | $V = 1000^3$<br>см <sup>3</sup> | $V = 100^3$<br>см <sup>3</sup> | $V_0 = 15^3$<br>см <sup>3</sup> | $V = 7^3$<br>см <sup>3</sup> | $V_{пз} = 3,474^3$<br>см <sup>3</sup> | $V_{кр} = 2,329^3$<br>см <sup>3</sup> | $V_T = 4,512 \cdot 10^{-13}$<br>см <sup>3</sup> |
|-----------|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| $\bar{R}$ | 168                   | 172                             | 184                            | $\bar{R}_0 = 218$               | 247                          | 288                                   | 322                                   | 79709   |
| $R_{mn}$  | 168                   | 164                             | 151                            | $R_{0mn} = 114$                 | 82                           | 36                                    | 0                                     | $-87291 = Fikt R_{mn}$                          |
| $R_{max}$ | 168                   | 177                             | 204                            | $R_{0max} = 280$                | 364                          | 440                                   | 515                                   | 180000  |
| $\sigma$  | 0                     | 1,89                            | 7,61                           | $\sigma_0 = 24,02$              | 38,12                        | 58,27                                 | 74,24                                 | 38563,83  |
| $w$       | 0                     | 0,011                           | 0,0414                         | $w_0 = 0,1102$                  | 0,1543                       | 0,2016                                | $\varphi_{\alpha} = 0,23092$          | 0,4838  |
| $a$       | 1                     | 0,9526                          | 0,821                          | $a_0 = 0,5226$                  | 0,3317                       | 0,1255                                | $q_{кр} = 0$                          | -1,0951   |
| $b$       | 0                     | 0,0474                          | 0,179                          | $b_0 = 0,4774$                  | 0,6683                       | 0,8745                                | $b_{кр} = 1$                          | 2,0951  |

Первоначальные опытные данные:  $V_1 = 7^3$  см<sup>3</sup>;  $\bar{R}_1 = 247$  кгс/см<sup>2</sup>,  $\sigma_1 = 38,12$  кгс/см<sup>2</sup>,  
I кгс/см<sup>2</sup> =  $9,80665 \cdot 10^4$  Па.

(Известковый песчаный авто-  
клавный бетон; кубики на сжатие)  $V_2 = 20^3$  см<sup>3</sup>;  $\bar{R}_2 = 210$  кгс/см<sup>2</sup>;  $\sigma_2 = 20,18$  кгс/см<sup>2</sup>  
Найденные параметры распре-  
деления Вейбулла:  $\alpha = 4,952$ ;  $\varphi_{4,952} = 0,23092$ ;

$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{4,952}\right) = 0,91752; \psi = 2,0625836; C\bar{n} = 1,9842228 \cdot 10^{-14}$$

$$E_{бет.} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ кгс/см}^2; R_{pTmax} = R_{pT} = 0,1 E_{бет.} \text{ см. [6, с. 593, 594, 625].}$$

кументами. Практически вопрос о запасе прочности того или другого конструктивного материала определяется методами материаловедения, т.е. испытанием образцов данного материала.

Статистическая теория хрупкого разрушения позволяет более обоснованно и достоверно установить связь между методами испытания материалов и прочностными расчетными характеристиками. Образцы, изготовленные и испытанные на основе теории, позволяют после математической обработки экспериментального материала прогнозировать экстремальные и средние значения прочностей для любых интересующих нас размеров геометрически подобных образцов, также и любых промежуточных значений прочностей.

2. Результаты работы подтверждают, что статистическая теория хрупкого разрушения основана на схематизации явления и не учитывает некоторые факторы, влияние которых в реальных условиях является достаточно ощутимым. Вместе с тем ее применение позволяет теоретически подойти к вопросу, который до сих пор исследовался лишь чисто эмпирическим путем [2, с. 75].

3. Объем статьи не позволяет представить все формулы и выводы. Формулы этой статьи являются пригодными для проведения расчетов по экспериментальным данным. Требуется лишь две группы геометрически подобных, но разных по размерам образцов (в каждой группе должны быть одинаковые по величине образцы), а от их количества в группе зависит точность статистических расчетов - следовательно, и теоретических выводов.

## Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ II.007-75 (СТ СЭВ 877-78). Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров распределения Вейбулла.

2. Б о л о т и н В.В. Статистические методы в строительной механике. М., Изд-во лит. по строит. 1965.

3. Б о л о т и н В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений. М., Стройиздат, 1982.

4. А й з е н А.М. Методика математико-статистического анализа прочности строительных материалов и определения коэффициента однородности. Киев, ОФП Киеворгтехстроя, НИИСМИ, 1965.

5. Н о в г о р о д с к и й М.А. Испытание материалов, изделий и конструкций. М., Высшая школа, 1971.

6. Физический энциклопедический словарь. М., Советская энциклопедия, 1963.

7. ГОСТ 10180-78. Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение.

8. ГОСТ 10180-67. Бетон тяжелый. Методы определения прочности.

9. К р ы л о в Н.А., К а л а ш н и к о в В.А., П о - л и щ у к А.М. Радиотехнические методы контроля качества железобетона. М.-Л., Изд-во лит. по строительству, 1966.

H. Ennik

About the Possibility of the More Precise  
Determination of the Safety Factor of the  
Constructional Material in Case of Brittle  
Failure

Summary

This paper presents the principal standpoints of the theory of the failure of brittle materials based on the Weibull distribution law (ГОСТ 11.007-75; СТ СЭВ 877-78), in mathematical form. It is a sequel to the corresponding works by W.Weibull and V.V. Bolotin.

The formulae of this theory enable to determine the safety factor of the strength of materials more precisely, and make use of the theory in other theoretical and technological problems.

## ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) оставляют некоторую свободу выбора методов электробезопасности как в производстве, так и в быту. В связи с этим возникают проблемы определения относительной эффективности способов увеличения электробезопасности. На базе статистики электротравматизма Эстонской ССР сравнивается относительная эффективность зануления, защитного отключения, двойной изоляции, а также разных организационных мероприятий.

### Причины электротравматизма в Эстонии

В Советском Союзе отсутствует единая и достаточно детальная классификация причин электропоражений. На учетных картах электротравм отражаются лишь наиболее важные технические характеристики условий несчастного случая и некоторые аспекты административной ответственности. Эти карты предусмотрены лишь для статистики производственных электротравм и совсем не годятся для анализа бытовых электротравм. Поэтому в статье предлагается своя, приспособленная для условий Эстонской ССР общая классификация причин электротравматизма.

Проанализируем причины электротравматизма с уточнением условий несчастных случаев и с выявлением наиболее эффективных мер защиты в каждом конкретном случае.

### 1. Ошибочная подача напряжения возникает:

а) при неправильном отключении объекта работы (невнимательность, рассеянность, незнание схемы электропитания, частичное отключение);

б) при неправильном включении нулевого и фазного провода, вследствие чего корпус электрооборудования оказывается под фазным напряжением;

в) при преждевременной подаче напряжения на обесточенный объект работы.

Количество электротравм с ошибочной подачей напряжения можно значительно уменьшить при помощи устройства защитного отключения (УЗО), более тщательной организации работ, соблюдения правил техники безопасности (проверка отсутствия напряжения, наложение переносных заземлений, использование индивидуального замка и т.д.).

2. Прикосновение к воздушной линии под напряжением при выполнении разных работ в непосредственной близости этих линий является наиболее типичной электротравмой на производстве, частота которой в период  $T_2$  возросла более чем на 50 %. Причины:

а) стрела автокрана или другой металлический предмет касается изолированного провода воздушной линии;

б) непосредственное прикосновение к проводам воздушной линии при выполнении работ под напряжением;

в) прикосновение к оборванному проводу под напряжением (особенно в сельской местности).

Электротравмы 2 а) возникают обычно при выполнении работ под воздушными линиями без соответствующего разрешения, игнорируя элементарные правила техники безопасности. Число несчастных случаев с автокранами можно снизить, если снабдить стрелы автокранов специальными устройствами, которые сигнализируют водителю об опасном приближении стрелы к воздушной линии под напряжением.

3. Прикосновение к неизолированным частям электрооборудования при выполнении работ под напряжением из-за невнимательности. Так как в большинстве случаев эти травмы

возникают при напряжении 220/380 В вследствие однополюсного контакта, то их уменьшения можно достичь при помощи УЗО.

4. Электротравмы от ожогов электрической дугой характерны только для производства, где напряжение и токи электроустановок значительно выше бытовых. Чаще всего возникает электрическая дуга от короткого замыкания рабочим инструментом или другими металлическими предметами. Предотвращению подобных электротравм способствуют организационные мероприятия, осторожность и внимательность при выполнении работ под напряжением, правильное использование индивидуальных защитных средств.

5. Прикосновение к кабелю или штепсельному разъему с поврежденной изоляцией характерно для бытовых электротравм, среди которых оно занимает первое место. Причинами электрического удара могут быть:

а) старение или повреждение изоляции;

б) составление удлинительного провода из отрезков кабелей или проводов, не предусмотренных для питания переносных электроприборов;

в) использование текстильной изоляционной ленты при влажности больше 75 %;

г) замена штепсельного разъема скручиванием проводов или другим видом неизолированного временного контакта; Уменьшению количества подобных электротравм способствует расширение продажи населению качественных одно- и трехфазных удлинительных проводов с соответствующими штепсельными разъемами, более широкое применение влагостойких изоляционных лент взамен текстильных, УЗО.

6. Замыкание на корпус электроустановки вследствие пробоя изоляции или механических повреждений чаще всего вызвано неудовлетворительной конструкцией, особенно при эксплуатации во влажных условиях или в агрессивной среде. Основным защитным средством против замыкания на корпус используется зануление и двойная изоляция. Практика показывает, что зануление защищает человека от электрического удара неудовлетворительно. Более эффективным средством (особенно в бытовых условиях) является УЗО.

7. Основные виды самодельных опасных электроустановок, требующих жертв почти каждый год – проволочные ограждения под напряжением 220 В, электрические устройства для ловли рыбы, самодельные нагревательные приборы и т.д. Уменьшению подобного вида несчастных случаев может помочь разъяснительная работа среди населения, более строгие меры наказания лиц, использующих опасные для жизни электроустановки.

8. Самовольное вторжение на территорию подстанции может заканчиваться весьма трагично. Для предотвращения несчастных случаев следует надежно запирают ворота и двери, ремонтировать ограждения, вывешивать предупредительные плакаты.

9. Электротравмы детей вызваны главным образом их невежеством – они засовывают металлические предметы в штепсельные розетки, повреждают изоляцию проводов, открывают корпуса электроприборов под напряжением и т.д. Для уменьшения электротравм с детьми желательно установить УЗО, использовать только розетки с закрытыми отверстиями, предвидеть и устранить все возможности получения электрического удара.

10. Труднопрогнозируемые причины электротравматизма (неожиданное ухудшение изоляции, взрыв масляного резервуара выключателя, возникновение электрической дуги вследствие плохого контакта и т.д.) вызваны несовершенством диагностики неисправностей в электроустановках, ошибками в конструкции, случайными дефектами в структуре материалов. Часть подобных травм можно предотвратить усовершенствованием техники безопасности, но полностью ликвидировать очень редко встречающиеся несчастные случаи не удается.

### Прогнозирование уровня электробезопасности

Фактический уровень электротравматизма и структура причин несчастных случаев, определяемых по статистическим данным, весьма точно характеризует уровень электробезопасности народного хозяйства в целом или одной достаточно большой подсистемы (отрасли, региона, большого города и т.д.). Более сложной задачей является оценка и прогнозирование уровня электробезопасности отдельных электроустановок, предприятий или других маленьких подсистем народного хозяйства

после внедрения разных электрозащитных мероприятий. Но именно такую задачу приходится решать при выборе объемов и методов повышения электробезопасности. Рассмотрим разные подходы для решения подобных задач.

Уровень электробезопасности зависит от вероятности возникновения опасной для жизни человека ситуации  $P_I(t)$  и вероятности электропоражения человека  $P_2(I, \tau)$  током  $I$ , проходящим через его тело, при длительности воздействия  $\tau$  [2, 3].  $P_I(t)$  является результатом совмещения опасных состояний электроустановок, защитных устройств и обслуживающего персонала, характеризуемых средним временем опасного  $T_0$  и безопасного  $T_\sigma$  состояния. Вероятность нахождения  $i$ -того элемента системы "электроустановки-защитные устройства-человек" в опасном состоянии в произвольно выбранный момент времени определяется по формуле

$$q_i = \frac{T_{oi}}{T_{oi} \cdot T_{\sigma i}}$$

Поток опасных состояний  $\omega_0$  всей системы является результатом совмещения (конъюнкции) опасных состояний и элементов:

$$\omega_0 = \sum_{i=1}^n \omega_i \prod_{j \neq i} q_j$$

Выражение за знаком суммирования имеет смысл удельного числа опасных ситуаций за счет возникновения опасного состояния  $i$ -того элемента системы при нахождении всех остальных ( $j$ -х элементов) в опасном состоянии. Параметр можно определить как частоту опасных ситуаций:

$$\omega_i = \frac{1}{T_{\sigma i}}$$

Если опасные ситуации распределяются с экспоненциальной закономерностью, то для промежутка времени  $t$

$$P_1(t) = 1 - \exp(-\omega_0 t)$$

Численная оценка вероятности электропоражения человека  $P_2(t)$  значительно сложнее, так как параметры  $I$ ,  $\tau$  зависят в свою очередь от множества труднопрогнозируемых условий электрического удара - от площади и сопротивления контакта, влажности и температуры воздуха, скорости реакции и опыта человека, состояния кожи и индивидуальных защитных средств и т.д. Поэтому обычно ограничиваются вы-

числением только  $P_I(t)$ . Но и здесь много спорных вопросов, особенно в связи с определением исходных параметров  $T_{oi}$  и  $T_{\sigma i}$  для электроустановок, защитных устройств и человека. В расчетах приходится опираться на справочные данные о длительности безотказной работы (если они имеются) или на усредненные показатели надежности, вычисленные по частоте отказов в производстве или по результатам специальных испытаний. Весьма условными являются  $T_o$  и  $T_{\sigma}$  для электроперсонала или для населения. Вследствие этого точность и достоверность  $P_I(t)$  колеблется в весьма широких пределах в зависимости от адекватности исходных данных к реальным условиям, а также от качества математического моделирования опасных ситуаций.

Второй способ оценки и прогнозирования электробезопасности, предложенный автором, заключается в тщательном анализе электротравматизма с выявлением мероприятий электрозащиты, которые в каждом случае предотвратили бы электропоражение человека.

Цель анализа - технико-экономическое обоснование методов электробезопасности, определение наиболее эффективного метода уменьшения электротравматизма в конкретном регионе или отрасли. Критерием эффективности является сумма приведенных затрат на одну предотвращенную электротравму.

Преимуществом такого способа оценки эффективности методов электробезопасности является адекватность к реальным условиям, так как в принципе учитываются все реально действующие факторы электротравматизма. Отпадает трудоемкая и сложная работа по моделированию опасных ситуаций и вычислению  $P_I(t)$  и  $P_2(t)$ . Основная тяжесть оценки электробезопасности переносится на анализ причин электротравмы (который уже проведен при расследовании несчастного случая и зафиксирован в материалах расследования) и на выявление потенциальной эффективности оцениваемого метода электробезопасности для предотвращения рассматриваемой электротравмы. Кроме того, необходимо определить приведенные затраты (капитальные вложения и расходы на эксплуатацию) электротразащитных мероприятий в данном регионе (отрасли).

Описанный способ оценки основывается на предпосылке о стабильности причин электротравматизма, которая упрощает

действительность. При очень детальном анализе каждый несчастный случай является уникальным, никогда не повторяющимся событием. Однако для выбора наиболее эффективного метода электробезопасности существенны лишь некоторые параметры электротравмы. Ограничение количества рассматриваемых параметров позволяет выявить типичные причины электропоражений, на основе которых можно соединить одинаковые электротравмы в группы и следить за их динамикой. Динамические ряды отдельных видов электротравматизма позволяют прогнозировать (при помощи экстраполяции или более сложных моделей) уровень электробезопасности в будущем.

Анализ эффективности электрозащитных мероприятий усложняется тем, что границы множеств электротравм по причинам не совпадают с границами множеств по видам методов электробезопасности. Каждый метод имеет свою сферу применения, но итоговый показатель — количество предотвращенных электротравм по всем причинам электропоражений является общим и универсальным индикатором эффективности любого метода. При помощи этого индикатора можно сравнивать между собой не только технические, но и организационные мероприятия. Результаты анализа удобно представить в виде таблицы.

В таблице 2 приведены экспертные оценки уменьшения электротравматизма в Эстонии на базе структуры электропоражений 1980—1983 гг. За каждым методом электробезопасности указывается относительное уменьшение электротравм (%) в разрезе 10 причин (см. табл. 1). В последнем столбце стоит сумма экспертных оценок, т.е. эффект от внедрения данного метода (при экономически реальных затратах, дающих максимальный эффект). Так как области применения разных методов частично перекрываются, суммарный эффект всех рассмотренных методов явно меньше суммы экспертных оценок по столбцу.

Если таблицу 2 составить не в относительных единицах, а указать по причинам количество предотвращенных электротравм, то в итоге можем оценить реальный эффект каждого метода. Сопоставив его с приведенными затратами, находим экономическую эффективность увеличения электробезопасности.

## Преимущества и недостатки основных методов электробезопасности

Существующее положение электробезопасности обусловлено главным образом стремлением снижения стоимости электрооборудования, уменьшения эксплуатационных расходов. Именно этим объясняется массовое использование зануления и плавких предохранителей, преобладание воздушных линий в системе энергоснабжения. Хотя ПУЭ оставляют свободу выбора электрозащитных устройств, на практике диктуется этот выбор экономическими критериями. Даже административные меры и установление государственных нормативов не смогут изменить существующего положения, если устройства электробезопасности изготавливаются в недостаточном количестве и их просто не достать. Например, ГОСТ 12.4.113-82 "Работы учебные лабораторные" требует установления в лабораториях разделительных трансформаторов и УЗО. Выполнить это требование, к сожалению, практически невозможно. Какова цена замедления производства новых прогрессивных электрозащитных устройств? Насколько они технически эффективнее старых методов электробезопасности? Где и в каких условиях дают эти устройства наибольший эффект? Ответить на эти вопросы поможет анализ положительных и отрицательных сторон основных методов электробезопасности, уточнение сфер их применения. Рассмотрим для примера сети до 1000 В.

### I. Зануление

Зануление превращает замыкание на корпус в однофазное короткое замыкание с целью вызвать большой ток, способный обеспечить срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную электроустановку от питающей сети. Кроме того, заземление корпусов через нулевой проводник снижает в аварийный период их напряжение относительно земли [4, с. 222-256]. Отключение осуществляется лишь при замыкании на корпус. Следовательно, исправное зануление в Эстонской ССР сможет предотвратить еще около 10 % электроtraвм на производстве и в быту (см. табл. I), если оно действительно установлено на всех электроустановках и регулярно проверяется работоспособность зануления. Ввиду очень

широкого применения зануления общее количество предотвращенных электротравм может быть весьма внушительным.

Но в числе электротравм в Эстонской ССР с замыканием на корпус около половины были такими, когда зануление по разным причинам не срабатывало. Кроме того, 90 % электротравм в принципе не смогут быть предотвращены при помощи зануления, из чего следует, что в настоящее время зануление исчерпало свои возможности. Наиболее существенные недостатки зануления: большое время отключения, вынос потенциала по нулевому проводу, отказ в работе при обрыве нулевого провода, опасность подключения фазного провода вместо защитного, сложность контроля сопротивления фаза-нуль и т.д. [5].

## 2. Режим нейтрали и разделительные трансформаторы

Режим нейтрали определяется в основном технологическими требованиями. Предпочтение отдается четырехпроводной сети с заземленной нейтралью, которая позволяет использовать два рабочих напряжения (линейное и фазное). Более безопасной является в период нормального режима сеть с изолированной нейтралью, а в аварийный период – сеть с глухозаземленной нейтралью.

Сферу применения сети с изолированной нейтралью ограничивают кроме технологических соображений еще увеличение емкости проводов относительно земли. Уже при емкости одной фазы сети с изолированной нейтралью напряжением 380 В выше 15 мкф необходимо компенсировать емкостные токи. Придется отказаться от сети с изолированной нейтралью в том случае, если ток однофазного замыкания больше тока однофазного к.з. сети с заземленной нейтралью того же напряжения. Такое условие выполняется при емкости 265 мкф и напряжении 380 В. Формула для расчета критических емкостей [6]:

$$C_{кр} = \frac{1}{3\omega\sqrt{r(r+2R)}},$$

где  $\omega = 2\pi f$  – угловая частота;

$r$  – сопротивление рабочего тела заземления;

$R$  – сопротивление тела человека.

Разделительные трансформаторы можно применять по ПУЭ только для одного потребителя с током нагрузки до 15 А, но

это вызывает значительные неудобства, удараживает эксплуатацию электроустановок и поэтому при этих условиях применяется только при крайней необходимости (например, в медицинской аппаратуре). Серийный выпуск разделительных трансформаторов весьма ограничен.

### 3. Устройства защитного отключения

УЗО обеспечивают безопасность человека в случае прикосновения к заземленному корпусу при замыкании на него фазы, или к токоведущей части, находящейся под напряжением. Они могут применяться в сетях любого напряжения и режима нейтрали, однако наибольшее распространение УЗО получили в сетях до 1000 В с заземленной или изолированной нейтралью. Особенно большой защитный эффект получается в УЗО в быту, где они могут предотвратить более половины электротравм. Это связано с тем, что в быту можно использовать достаточно чувствительные УЗО благодаря маленьким токам нагрузки (обычно до 25 А). Сфера применения УЗО в производстве значительно уже - максимальный защитный эффект до 30 %. Основные преимущества УЗО - маленькое время отключения (сотые доли секунды), высокая чувствительность (10-30  $\mu$ А), селективность, простота контроля, малые габариты (в США устанавливаются УЗО прямо в штепсельные розетки).

Недостатки УЗО - сложность конструкции и сравнительно высокая стоимость (по сравнению, например, с плавкими предохранителями), более высокие требования к изоляции защищаемого объекта, необходимость вспомогательного заземления, отсутствие самоконтроля у большинства видов УЗО. Однако эти недостатки незначительны по сравнению с универсальностью и эффективностью защиты человека от электропоражений. Стоимость обычно не превышает 40-50 рублей, вспомогательное заземление должно иметь сопротивление порядка 50-80 Ом что весьма легко осуществить. Отсутствие самоконтроля можно компенсировать периодической проверкой работоспособности УЗО (достаточно нажать на контрольную кнопку). Трудности возникают при применении УЗО во влажных помещениях с некачественной изоляцией проводов: возможны ложные отключения. В этом случае нужно выявить причины повышенного тока утечки и заменить некачественную изоляцию новой.

#### 4. Организационные мероприятия

Анализ электротравматизма показывает, что большинство электропоражений обусловлено плохой организацией работ, недисциплинированностью электроперсонала, неграмотностью населения, алкоголизмом. С аварией или дефектом электроустановки связано не больше 10–15 % электротравм. Из этого следует, что при помощи организационных мероприятий можно значительно снизить электротравматизм. Особенно большой резерв на производстве, где внедрение дополнительных организационных мероприятий и повышение культуры производства осуществимы гораздо легче чем в быту.

В заключение отметим, что выбор методов электробезопасности носит во многих случаях еще слишком узкий технический или экономический характер, мало связан с конкретными причинами электротравматизма. Отсутствует эффективная обратная связь между электротравматизмом и электротехнической промышленностью, слишком медленно внедряются новые прогрессивные методы увеличения электробезопасности, например, УЗО. Решение названных проблем облегчается усовершенствованием системы технико-экономического обоснования электробезопасности.

#### Л и т е р а т у р а

1. Л и п а н т ь е в а Н.Н., Я к о б с А.И., Х а л и н Е.В. Оценка экономической эффективности применения электрозащитных средств. - Промышленная энергетика, 1984, № 4.

2. Ш у ц к и й В.И., Б у р л а к о в А.А. Об ошибках в применении теории вероятностей для оценки уровня электробезопасности. - Промышленная энергетика, 1984, № 4.

3. Ш у ц к и й В.И., Б у р л а к о в А.А. О вероятностной оценке уровня электробезопасности. - Электричество, 1982, № 2.

4. Д о л и н П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. М., Энергоатомиздат, 1984, 448 с.

5. О с л о н А.Б. Зануление как способ обеспечения электробезопасности. - Промышленная энергетика, 1981, № 5.

6. К с е н о ф о н т о в А.П., Ш е с т о п а л о в Ю.А. Критерии выбора режима нейтрали в сетях напряжением до 1000 В. - Промышленная энергетика, 1983, № 6.

E. Kareda

Some Problems of Electrical Safety  
Devices Planning

Summary

The valuation of social and economic losses of electrical injuries is very complicated and can be performed only partially. More fitted for the purpose of planning the electrical safety devices are relative retrospective assessments of efficiency of these devices. Efficiency assessments of various electrical safety devices and other precautionary measures in the article are based on statistics of electrical injuries in Estonia from 1976 to 1983. This assessment method has some advantages - there is no need for complicated danger situations modeling, the assessments are adequate to real conditions. The potential efficiency of safety devices and other precautionary measures is estimated after the thorough causal analysis of the accidents.

## О ПРИЧИНАХ ТЯЖЕЛОГО ТРАВМАТИЗМА В ЭСТОНСКОЙ ССР В 1980 ГОДУ

В последнее время психологи уделяют особое внимание безопасности деятельности человека [1]. Для решения этой проблемы требуются исследования взаимоотношений в единой системе "человек - машина - производственная среда". До сих пор части этой системы рассматривались отдельно. Эффективность функционирования системы зависит, однако, от учета особенностей человека и машины, в т.ч. ограничений и потенциальных возможностей [2].

Так как сколько-нибудь значительное изменение свойств человека невозможно, то при проектировании системы "человек - машина - среда" приходится приспособлять технику к возможностям человека. В СССР эргономическая оценка изделия является с 1974 г. обязательным элементом технического предложения эскизного и технического проектов (это не касается существующего оборудования).

Ниже приводятся результаты исследования причин тяжелого травматизма в Эстонской ССР в 1980 году. Работа проведена на кафедре охраны труда Таллинского политехнического института Х. Павельсоном (руководитель работы) и автором настоящей статьи. Данные обрабатывались на электронно-вычислительной машине "Минск".

При анализе причин несчастных случаев исходили из возможностей человека, принимающего и обрабатывающего информацию в производственных условиях. Предлагалось, что система "человек - машина - среда" возмущается при отсутствии (или несоответствии действительности) информации об опасных или вредных<sup>х</sup> производственных факторах [3].

<sup>х</sup> Далее сокращенно "опасные факторы".

Последнее возможно в трех ситуациях:

1) информация, касающаяся опасных факторов, представлена в такой форме или поступает в таком количестве, что правильное принятие решения и адекватное действие исключаются;

2) какой-то, исходящий из конкретной ситуации, фактор (условия работы, здоровье, влияние алкоголя), влияет на работу организма так, что принятая информация не достигает уровня решения и действий;

3) человеку не удается реализовать необходимые действия (например, требуется слишком быстрая реакция).

При анализе причин травматизма мы пользовались, с одной стороны, данными о возрасте, поле, семейном положении, образовании, стаже (общем и на данной работе) пострадавших, и, с другой стороны, случайно выбранных лиц из контингента рабочих организации пострадавшего. Использовались также имеющиеся сведения о специальности, инструктаже, поведении пострадавших, времени несчастного случая; количестве, частоте появления, степени опасности производственных факторов, способе получения информации о них, об условиях труда, применении средств или приспособлений защиты, тяжести (последствиях) травм. Сравнение данных пострадавших и случайно выбранных лиц было использовано для сравнения структуры пострадавших со структурой всего состава работающих организации (предприятия) по полу, возрасту и другим данным.

Часть данных о пострадавших и обстоятельствах несчастных случаев, необходимых для анализа, пришлось из-за отсутствия их в актах расследования дополнительно добывать; часть данных было вообще невозможно выяснить.

#### I. Получение человеком информации об опасных факторах в производственных процессах

По данным нашего исследования информация об опасных факторах получалась пострадавшими в большинстве случаев визуально (21,7 % от несчастных случаев<sup>х</sup>) или в результате

---

<sup>х</sup> ниже называются сокращенно "случаями".

своих действий (31,0 %). Удельный вес аудиальной информации составлял только 0,5 %.

Наличие опасного фактора не удалось установить в 15,5 % случаев. Отсутствие информации об опасных факторах явно способствовало возникновению 19,0 % случаев.

Особенно опасным является положение, когда человек должен распределять свое внимание на несколько аспектов трудового процесса (вместе с опасными факторами) – с этим связано 31,6 % случаев.

Травматизму способствует особенно неожиданное появление опасных факторов, что имело место в 46,3 % случаев (нарушение технологии, поломка или отказ оборудования или предохранительных устройств). Эта причина встречалась чаще на третьем рабочем часу и после восьми часов работы (12 %). Постоянно существующие опасные факторы вызывали 15 % случаев.

## 2. Опасные производственные факторы

1. Средней оценкой опасности рабочих операций оказалось 3 % (при максимально принятой 10 %). Степень опасности трудовых операций не удалось оценить для 26,7 % случаев с мужчинами и 28,8 % с женщинами. Из этого следует, что это было не под силу и самим пострадавшим. Выяснилось, что количество случаев (особенно с женщинами) увеличивается с уменьшением опасности операции. Количество случаев с мужчинами учащается в некоторой мере при оцененной опасности операций 6 %. Влияет, видимо, беспечность при выполнении менее опасных операций, с одной стороны, и существующая структура степени опасности рабочих операций, с другой стороны.

2. Количество явных опасных факторов при выполненной пострадавшими работе не удалось выяснить в 45,7 % случаев; один фактор действовал в 25,2 %, два фактора в 19,6 % и три фактора в 7,0 % случаев. Операций с большим числом опасных факторов (6...10) было 1...2 %. Таким образом подтверждается вышеприведенное неопределенное положение или небольшое количество опасных факторов встречается чаще и обуславливает большее число случаев чем их большое количество (т.е.

производственные процессы с большим количеством опасных факторов встречаются редко).

3. Время действия опасного фактора (от продолжительности смены) не удалось определить в 56,0 % случаев; в 12,9 % это воздействие продолжалось 1...5 %, в 10,8 % больше 40 % от продолжительности смены. Итак, несчастные случаи встречаются значительно чаще при операциях и процессах, в которых воздействие опасного фактора является кратковременным (менее 5 % от продолжительности смены). При длительном воздействии опасного фактора (более чем 40 % от продолжительности смены) вероятность несчастного случая относительно невелика.

4. Периодичность появления опасных факторов не удалось оценить в 61,5 % случаев; опасный фактор появился один раз в смену - 24,3 %; два раза - 12,0 %.

Место вызвавшего случай опасного фактора по степени опасности не удалось оценить в 53,3 % случаев; этот фактор занимал первое место по опасности в 36,0 %, второе место в 9,9 % и третье место в 0,5 % из случаев. Следовательно, опасный фактор обуславливает тем больше несчастных случаев, чем большую опасность он представляет. Ситуация усложняется, если степень опасности фактора неизвестна.

Существует обратно пропорциональная зависимость между количеством опасных факторов и частотой случаев, и пропорциональная зависимость между степенью опасности и временем воздействия опасного фактора, с одной стороны, и частотой случаев, с другой стороны. Неожиданное появление опасного фактора вызывает случай в любое время, но особенно перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня. Отсутствие информации об опасных факторах является особенно опасным при продолжительности работы больше восьми часов.

5. По характеру опасных факторов (с чего событие началось) наиболее частыми являются падения человека или материалов (предметов), составляющие 28 % случаев); наезды на человека дали 9,0 %; захватывание конечности или т.п. - 7,9 %; воздействие факторов среды (температура, газ, едкие или горячие жидкости) 5,8 % случаев. Удельный вес захватывания за одежду превышал 2 %; спотыкания, скольжения, потери равновесия - 0,5 %. Из этого следует, что во многих случаях допускаются отсутствие или неиспользование индиви-

дуальных или коллективных средств защиты, низкий уровень механизации и автоматизации производственных процессов. Человек не может избежать попадания в опасную зону.

6. Характер полученной травмы связан также с характером опасных факторов. Большой удельный вес среды травм (76,4 %) сдавливаний, ударов или переломов связан непосредственно с падениями человека, предметов и наездов на него.

Удельный вес ожогов и отравлений составил 7,2 % от общего количества случаев. Таким образом, воздействие факторов производственной среды не только мешает получению информации, но и является непосредственно опасным фактором.

Резаные раны (6,4 %) и электроудары (2,3 %) указывают на опасность оборудования и систем (возможное отсутствие или отказ предохранительных устройств, неприменение средств индивидуальной защиты).

Из поврежденных частей тела первое место занимали руки и ноги (вместе 40,4 % случаев). Большой удельный вес составляют повреждения головы и общие повреждения (17 %), что часто вызывает инвалидность. Травмы туловища и внутренних органов составляли вместе почти 22 % из общего количества случаев.

7. Предотвращение воздействия опасных факторов возможно путем применения существующих предохранительных устройств. Неиспользование их способствовало 28,7 случаев, в том числе прежде всего у строительных рабочих (3 % от общего количества пострадавших) и у слесарей-ремонтников и электромонтеров-ремонтников (2,6 %).

43,4 % случаев можно было бы предотвратить путем применения предохранительных приспособлений.

### 3. Условия работы

На получение и обработку человеком информации об опасных факторах производства воздействуют условия работы со своими факторами (токсичные вещества, пыль, шум, вибрация, метеорологические условия, освещение, тяжесть физической работы, монотонность труда, умственное напряжение и др.). Эти данные обычно не отражаются в актах расследования.

При очень высоком уровне шума произошло 2,0 %, высоким уровне 23,2 %, умеренном - 32,1 % (всего 55,3 %) случаев.

Высокий и очень высокий уровень вибрации были при 13 %, умеренный - при 30,7 % несчастных случаев. Известно, что вибрация уменьшает чувствительность и скорость реакций человека, увеличивает мышечное напряжение; человек быстрее устает.

Примерно в 10 % случаев данные об условиях среды было невозможно установить. Крайне неблагоприятные условия встречаются редко (например, по токсичным веществам, повышенной температуре, пыли и умственному напряжению), но вызывает тогда несчастные случаи. "Средние" условия наблюдаются часто (по уровню шума, вибрации, физической тяжести и монотонности работы) и могут способствовать возникновению несчастных случаев.

#### 4. Инструктаж и обучение

Оценка рабочим получаемой информации зависит, кроме других факторов, также от уровня его знаний. Инструктаж и обучение формируют знание опасных факторов, характера их воздействия и отношение к ним.

По данным нашего исследования, недостаточные инструктаж и обучение явно способствовали возникновению 27,2 % случаев (из них - 3,2 % со слесарями-ремонтниками, 3,1 % шоферами и 2,1 % - строительными рабочими).

Исключительно важны инструктаж и обучение для молодых рабочих; из-за недостаточности подготовки произошло 70 % случаев с мужчинами в возрасте до 19 лет и 100 % женщинами того же возраста, при этом у 65 % мужчин - при выполнении назначенной работы. 76,5 % из пострадавших мужчин имели стаж (на данной работе) меньше года.

#### 5. Время несчастного случая

По дням недели наибольшее количество несчастных случаев произошло в четверг (21,7 % случаев с мужчинами и 23,2 % женщинами); на следующем месте у мужчин - понедельник (19,6 %) и у женщин - пятница (21,2 %). В пятницу с мужчи-

нами было 18,7 % случаев. Большое количество случаев с мужчинами в понедельник указывает на рабочие дни в субботу и воскресенье (в эти дни с ними также произошло соответственно 5,9 и 3,1 % случаев).

По времени рабочего дня максимальное количество случаев пришлось на сверхурочные часы с девятого по двенадцатый (с мужчинами 12,8 %, с женщинами – 13,4 % случаев). На восьмом рабочем часу произошло 11,4 % случаев с мужчинами и 13,5 % с женщинами. У женщин максимумы частоты несчастных случаев пришлось на четвертый час – 15,4 % случаев.

Среди месяцев наиболее опасными были для женщин март (15,4 % случаев), январь и май (оба 13,5 %): для мужчин – сентябрь (11,0 %) и март и июнь (оба 10,3 %). Из этих месяцев март и сентябрь являются последними месяцами квартала, а также переходными периодами между временами года. У мужчин сезонность работ отличается от сезонности работ женщин, что отражается и в разном распределении случаев.

Из вышеприведенного следует, что женщины устают быстрее мужчин и для них первая половина рабочего дня не должна превышать трех часов, а рабочий день – семи часов. Рабочая неделя мужчин не должна превышать пяти дней.

## 6. Специальность пострадавших

Среди специальностей (по выполняемой в момент несчастного случая работе) у мужчин выделяются шофера (17 % случаев с мужчинами), несчастные случаи с которыми произошли главным образом из-за отсутствия информации, в т.ч. об опасных факторах (30,6 % случаев); опасный фактор появился внезапно в 43 % случаев; имеющиеся защитные приспособления и устройства не применялись в 18,5 % случаев. На втором месте (10,2 % случаев с мужчинами) слесари-ремонтники.

Третье место занимают строительные рабочие, для которых опасный фактор возникает неожиданно в 60 % случаев, а также грузчики и транспортные рабочие (неожиданность в 45 % случаев); далее следуют сварщики (2,4 % случаев с мужчинами), больше половины которых пренебрегали применением защитных средств и устройств; для всех сварщиков опасный фактор появлялся неожиданно.

В случаях с технологическими рабочими опасный фактор появлялся неожиданно в 48 %, имеющимися защитными устройствами однако пользовались редко.

Таким образом, работники специальностей, характеризующихся повышенной опасностью (слесари-ремонтники, ремонтные электрики, сварщики, машинисты и обслуживающий персонал кранов, строительные рабочие) в среднем в 50 % случаев не применяют имеющиеся защитные средства или устройства. Предотвращению этого может помочь улучшение качества инструктажа и контроля.

## 7. Опасное поведение человека

Опасное поведение человека может способствовать воздействию опасных факторов и выражаться в необоснованном риске или покидании рабочего места, занятии другими работами, не предусмотренными для данного рабочего. Самым опасным можно считать поведение пьяного человека.

По результатам исследования, вероятность несчастного случая была наибольшая (42,7 % случаев) при оценке риска в 40...70 %; при риске 60...70 % произошло 16,1 % случаев.

Поведение человека зависит от его образования. Диапазон риска малообразованных людей шире (от 30 до 100 %) и имеет более случайный характер, чем у рабочих с образованием 7...14 лет (соответственно 60...70 %). Последние, видимо, рискуют преднамеренно по каким-то причинам (из-за отсутствия надзора, плохого примера и т.д.). Поведение человека обусловлено его демографическим и социальным положением (пол, возраст, стаж, семейное положение и др.), что определяет цели его действий. На мотивацию действий человека влияют также моральное и материальное стимулирование, которое, к сожалению, направлено на продуктивный, а не на безопасный труд.

На недостаточность надзора со стороны администрации указывает большое количество нетрезвых пострадавших (всего 19,9 % из пострадавших, в т.ч. 22 % из пострадавших мужчин и 7,7 % из женщин), преимущественно шоферы, слесари-ремонтники и технологические рабочие. Одна треть нетрезвых

пострадавших имела стаж на данной работе меньше одного года (преимущественно строительные рабочие и шоферы). У половины нетрезвых пострадавших случай произошел при выполнении непорученной им работы, у 40 % - вообще не при выполнении работы. Причины случаев с нетрезвыми людьми существенно не отличались от причин трезвых, т.е. опьянение не явилось единственной причиной случая.

## Выводы

Существует прямая зависимость между опасностью поведения человека и несчастными случаями. Опасность поведения является решающей при специальностях, связанных с неожиданным появлением и большим количеством опасных факторов или отсутствием информации о них, а также при возможности ошибочной оценки опасных факторов человеком, т.е. в случаях, когда имеются недостатки в организации производственных процессов. Следовательно, на такие специальности (шоферы, слесари-ремонтники, грузчики, крановщики, строительные рабочие) приходится выбирать рабочих, прежде всего, по свойствам характера, влияющим на поведение, и больше внимания уделять контролю их поведения.

## 8. Заключение

1. В актах специального расследования недостает данных о причинах тяжелых случаев, о пострадавших и об условиях труда, что существенно затрудняет выяснение картины случаев.

2. Инструктаж и обучение вновь принятых рабочих являются недостаточными, особенно в отношении характера, частоты появления, значимости опасных и вредных производственных факторов, а также в образовании отношения к ним и к риску у рабочих. При этом не учитываются особенности поведения в зависимости от половой и возрастной структуры работающих.

3. Технологические процессы являются опасными, в т.ч. по следующим причинам:

1) тяжелая физическая работа недостаточно механизирована:

2) машины и оборудование не снабжены защитными устройствами, или существующие не применяются;

3) расположение коммуникаций или оборудования обуславливает воздействие на работающих опасных факторов;

4) отсутствует информация об опасных факторах в производственных процессах (большое количество случаев, обусловленных скрытыми опасными факторами, воздействие которых невозможно выяснить или неожиданно появляющихся опасных факторов, в т.ч. из-за неисправности машин или нарушения технологического режима);

5) уровень вредных факторов производства прямо обуславливает травмы (высокая температура, токсические газы) или затрудняет получение информации, в т.ч. об опасных факторах (шум, вибрация), погодные условия (для работ, выполняемых вне помещений).

4. Имеются недостатки в организации работ:

1) неудовлетворительный надзор, особенно за молодыми рабочими, а также на специальностях с повышенной опасностью. Так на рабочие места и в опасные зоны попадает много в нетрезвом состоянии лиц; рабочие рискуют из-за слабого контроля;

2) недостатки в режиме рабочего дня - монотонность работы, продолжительность рабочего дня, превышающая 8 часов; превышение допустимой продолжительности рабочего дня несовершеннолетних; слишком поздний обеденный перерыв (после четвертого рабочего часа), продолжительность рабочей недели мужчин больше пяти дней;

3) направление на другую работу, в т.ч. с повышенной опасностью, без соответствующей подготовки и официального оформления;

4) применение неопытных рабочих на работах с повышенной опасностью, где им угрожает большое количество и неожиданное появление опасных факторов;

5) форсирование работ в конце квартала;

6) отсутствие фронта работы (способствует употреблению алкоголя и уходу с рабочего места;

7) недостаточное стимулирование безопасной работы;

8) несоответствие профессионального отбора (в части личностных факторов) и подготовки кадров на специальности повышенной опасности (особенно среди шоферов).

Из приведенного следует, что положением в части получения и обработки человеком информации об опасных производственных факторах во многом определяется безопасность деятельности человека, существенную роль в опасной ситуации имеет поведение человека. При наличии технических недостатков оборудования и машин от человеческих факторов (способности и поведение) зависит компенсирование или усиление этих недостатков. Последнее может привести к несчастным случаям.

## Л и т е р а т у р а

1. К о т и к М.А. О теории и практике в вопросах безопасности труда. Тезисы докладов республиканской научной конференции "Психологические вопросы безопасности деятельности", Таллин, декабрь 1981. Тарту, ТГУ, 1981. 171 с., с. 9-10.

2. Proceedings of 6-th Congress of the International Ergonomics Assotiation, University of Maryland, USA, 1976.

3. S a a r i J. Ergonomisen tapaturmamallin kokeilu kahdella teollisuudenalalla. Nr. 130. Helsinki, Työterveyslaitos, 1977. 210 s.

The Reasons of Heavy Occupational Accidents  
in the Estonian SSR in 1980

Summary

For some time psychologists have been giving much attention to the safety of human behaviour. For solution of this assignment investigations of mutual defence in the system "man - machine - environment" are needed. Efficiency of this system depends on accepting personality characteristics and behaviour integration possibility. In this article the reasons of heavy occupational accidents in the Estonian SSR in 1980 are observed. It was concluded, that the situation of receiving and processing the information about dangerous and harmful production effects is determining the safety of human behaviour. Technical defects of a machine or production processes can be compensated or increased by personality characteristics of the worker.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРАВОВОЙ ОХРАНЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ  
СОБСТВЕННОСТИI. Роль патентов и лицензий в мировой  
экономической жизни

В условиях научно-технической революции происходит интенсификация международного обмена технологическими знаниями. В последние годы в рамках углубления научно-технического и промышленно-экономического сотрудничества СССР с зарубежными странами, а также социалистической экономической интеграции стран-членов СЭВ постоянно возрастает значение международного обмена патентами, лицензиями, "ноу-хау" и инжиниринга. В Заключительном акте Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе, подписанном 1 августа 1975 г. в Хельсинки, отмечалась необходимость развития промышленного сотрудничества и, в частности, таких конкретных форм, как совместное производство и сбыт, сотрудничество в производстве промышленных комплексов, обмен "ноу-хау", патентами и лицензиями. За последние десятилетия Советский Союз заключил со многими промышленно-развитыми капиталистическими и развивающимися странами соглашения об экономическом, промышленном и научно-техническом сотрудничестве. Так, например, в соглашении между Правительством СССР и Правительством ФРГ о развитии экономического, промышленного и технического сотрудничества от 19 мая 1973 г. предусматривается, что сотрудничество стран в рамках соглашения будет охватывать, в частности, обмен патентами и "ноу-хау".

С каждым годом ширятся внешнеторговые связи СССР с другими странами. Быстрыми темпами развивается и наша

внешняя торговля. В настоящее время Советский Союз имеет торговые связи со 144 странами мира. Советский Союз имеет межправительственные соглашения об экономическом и техническом сотрудничестве более чем с 80 странами<sup>1</sup>. В настоящее время коммерческие операции, связанные с патентами "ноу-хау" и услугами типа "инжиниринг" играют большую роль в международной передаче технологии. Значение и рост объема международной лицензионной торговли объясняется тем обстоятельством, что в условиях бурной научно-технической революции необходимо сократить сроки освоения новых научных идей. Лицензии "ноу-хау" и услуги "инжиниринг" позволяют повысить конкурентоспособность экспортных товаров и ускорить технический прогресс. Так, например, согласно оценке западных экономистов лицензии на изобретения ускоряют технический прогресс на 7-8 лет, ноу-хау - на 3-5 лет, тогда как внешняя торговля обычными товарами - на 1-2 года. Сейчас общий объем мировой торговли лицензиями составляет 12-15 млрд. долларов. Анализ международной торговли лицензиями показывает, что по одним данным в 1970 г. в капиталистических странах насчитывалось 100 тыс. действующих международных лицензионных соглашений.

На быстрое развитие лицензионной торговли влияют следующие основные факторы:

- 1) различие масштабов проведения научных исследований и мощи научно-технической базы в экономике отдельных стран;
- 2) путем торговли научно-техническими достижениями монополии стремятся обойти таможенное, валютное и другое регулирование импорта, а также импортные ограничения, осуществляемые многими странами;
- 3) продукция, выпускаемая в какой-либо стране по лицензиям, обладает на рынке этой страны большей конкурентоспособностью, чем аналогичные импортные товары.

Следует отметить, что при прочих равных условиях из цены товара в таком случае выпадают транспортные, страховые, таможенные и другие накладные расходы.

---

<sup>1</sup> Фесенко А. Способствовать эффективному развитию внешне-экономического сотрудничества. - Внешняя торговля, 1982, № 12, с. 17.

4) приобретение лицензии позволяет выиграть время, что особенно важно в современной конкурентной борьбе в связи с сокращением срока морального старения товаров, и фирмы экономят на стоимости научно-исследовательских работ;

5) наличие в капиталистических странах патентной монополии на изобретения и невозможность в связи с этим организовать производство новой технологии без приобретения лицензий.

Определенного успеха в лицензировании научно-технических достижений достигла Япония. Поражение Японии во второй мировой войне оказало отрицательное воздействие на развитие науки и техники в стране. Японские монополии при поддержке государства встали на путь заимствования передовой иностранной технологии. Отметим, что Япония расходует на закупку иностранных лицензий 12-13 % всех ассигнований на НИР и ОКР в год. Так, например, фирма "Тосиба" ежегодно подает около 20 тыс. заявок в Патентное ведомство Японии и около 2 тыс. заявок в патентные ведомства других стран, причем патентными операциями занято около 270 сотрудников фирмы<sup>1</sup>. По количеству ежегодно подаваемых заявок фирма "Тосиба" занимает первое место не только в Японии, но и в мире.

Больших успехов в патентно-лицензионной деятельности достигла также Швейцария. Швейцарские фирмы успешно выступают на мировых рынках. В 60-х годах в Швейцарии изобрели новый в медицине психотропический агент, который был запатентован во всем мире. Несмотря на острую конкуренцию, в течение 15 лет доход, полученный от проданной лицензии на основе одного патента на продукт, и только в одной стране, составил около 250 млн. швейц. фр.<sup>2</sup>. Этот доход позволил Швейцарии не только компенсировать часть затрат на научно-исследовательские работы, но и оправдать все затраты на патентование изобретений в течение 15 лет.

---

<sup>1</sup> См. Кодзиро Озу. Осуществление патентных операций в японской промышленности. М., ТПП СССР, 1982, с. 7.

<sup>2</sup> См. подробнее: Юккер Е.М. Патенты и экспорт (доклад). М., ТПП СССР, 1980, с. 4-5.

## 2. Тенденции международной интеграции патентной системы

В условиях усиления международных торговых, производственных и научно-технических связей государств возросла тенденция к унификации права в области промышленной собственности. Идея унификации патентного права и создания единого патента в региональном масштабе нашла реальное применение в Африке, где в соответствии с Либервильским соглашением от 13 сентября 1962 г. было создано Афро-Малагосийское ведомство промышленной собственности<sup>1</sup>. Исполнительный комитет Парижского Союза по охране промышленной собственности отметил, что страны, в которых существует правовая охрана изобретений, вынуждены рассматривать постоянно растущий объем сложных заявок. В каждой стране большое количество заявок, относящихся к одному и тому же изобретению, дублируется в силу необходимости подавать в каждое национальное патентное ведомство самостоятельную заявку. Комитет экспертов БИРПИ (Международного бюро по охране промышленной собственности), образованный в октябре 1967 г. в Женеве, разработал первый проект Договора о патентной кооперации (РСТ). Проект был принят на дипломатической конференции в Вашингтоне 19 июня 1970 г. РСТ вступил в силу 24 января 1978 года среди первоначальной группы, состоящей из 13 государств. Советский Союз ратифицировал РСТ 23 декабря 1977 г.<sup>2</sup> и он вступил в силу для СССР с 1 июня 1978 г. Всего в договоре участвуют 32 государства.

Международное бюро Всемирной организации интеллектуальной собственности (ВОИС) разработало Инструкцию, которая обязательна для всех стран, подписавших Договор о патентной кооперации. Инструкция предусматривает основные требования к составлению, оформлению, подаче международной заявки и к экспертизе.

Цель разработки Договора о патентной кооперации - облегчить подачу заявок на охрану одного и того же изобретения и их экспертизу в нескольких странах путем экономии

<sup>1</sup> См.: Лебедева Л.А. Договор о патентной кооперации и региональные соглашения о правовой охране промышленной собственности. - Вопросы изобретательства, 1973, № 7, с. 13.  
<sup>2</sup> См.: Ведомости СССР, 1978, № 1, ст. 2.

труда, времени и денежных затрат заявителей, а также снижения административных расходов национальных патентных ведомств<sup>1</sup>. Экономия усилий для заявителя заключается в том, что он сможет подавать только одну заявку, которая будет иметь, при условии выполнения определенных требований, охрану. Для национальных патентных ведомств экономия усилий состоит в том, что они будут получать сообщения о решерше и предварительной экспертизе заявки. Основная сущность Договора РСТ заключается в том, что на одно и то же изобретение подается одна Международная заявка (статья 3 Договора) для патентования в нескольких указанных заявителем государствах из числа участников Договора<sup>2</sup>.

Во время принятия текста Договора в 1970 г. Международный центр патентной документации еще не работал, и поэтому РСТ предусматривал создание Международного фонда документации. Минимум патентного фонда состоит из документов семи государств - Японии, Советского Союза, ФРГ, Великобритании, Швейцарии и США и глубиной 50 лет. Международными поисковыми органами и органами предварительной экспертизы являются: Австралийское патентное ведомство, Австрийское патентное ведомство, Госкомизобретений СССР, Шведское патентное ведомство, Японское, а также Европейское патентное ведомство. США является международным поисковым центром, а патентное ведомство Великобритании - органом Международной предварительной экспертизы.

На первой фазе процедуры по РСТ одна международная заявка подается заявителем на одном языке и в одно патентное ведомство (получающее) - национальное или региональное (например, Европейское патентное ведомство имеет статус получающего ведомства) с указанием тех стран Договора, где он желает получить правовую охрану на свое изобретение. Получающее патентное ведомство проверяет заявки с формальной стороны и международным поисковым органом проводится поиск по выявлению предшествующего уровня техники. На основе поиска составляется отчет со ссылкой на существенные для экс-

<sup>1</sup> Лебедева Л.А., Матвеев Г.А. Договор о патентной кооперации. М., ЦНИИПИ, 1974, с. 7.

<sup>2</sup> Иноземцев Л.А., Чихачев Н.А. Патентование советских изобретений в зарубежных странах. М., Машиностроение, 1979, с. 31.

пертизы документы. Отчет направляется заявителю, который имеет возможность изменить патентные притязания. После этого международная заявка вместе с отчетом о поиске направляется в национальное патентное ведомство страны (указанной заявителем) или в Европейское патентное ведомство (при истребовании прохождения заявки по системе Европейского патента). Одновременно с этим международная заявка публикуется Международным бюро через 18 месяцев начиная с даты приоритета.

На второй фазе РСТ, заявителю предоставляется возможность истребовать проведение международной предварительной экспертизы изобретения, являющегося предметом его международной заявки, с тем чтобы узнать, является ли оно новым, неочевидным и применимым в промышленности, причем в своем требовании заявитель должен выбрать те из указанных выше стран, в которых он желает провести экспертизу<sup>1</sup>. Международный поисковый орган проводит экспертизу по критериям патентоспособности, сделает выводы в отчете о международной предварительной экспертизе, который направляется заявителю и национальным или региональным патентным ведомствам выбранных стран. Экспертиза и прохождение заявки в национальных или региональных патентных ведомствах начнутся по истечении 25-го месяца с даты приоритета. Патентование по процедуре РСТ целесообразно, когда желательно получить более быструю охрану за рубежом, когда нет необходимости в проведении дополнительных работ по выявлению, например, работоспособности изобретения, его экономических, технических и других аспектов, а также, когда охрана испрашивается в небольшом числе стран<sup>2</sup>.

Конвенция о европейской системе выдачи патентов предусматривает, что Европейское патентное ведомство может действовать в качестве получающего ведомства, международного поискового органа, а также органа международной предварительной экспертизы по РСТ. В связи с этим большое практическое значение имеют вопросы патентования изобретений по

<sup>1</sup> См.: Пфаннер К. Договор о патентной кооперации. М., ТПП СССР, 1980, с. 7.

<sup>2</sup> См.: Кукрус А. Международная интеграция патентной системы. - Советское право, 1982, № 6, с. 435-442.

системе РСТ в западноевропейских странах с учетом предполагаемого ввода в действие европейской патентной системы. Например, во Франции охрана изобретений в соответствии с процедурой, предусмотренной РСТ, возможна только путем испрашивания Европейского патента.

Система РСТ определяет порядок патентования исключительно на международной стадии. Патентование в соответствии с процедурой, предусмотренной РСТ, дает ряд преимуществ: подготовка единого текста заявки для всех стран патентования; более длительный срок для выявления возможной реализации изобретения на внешнем рынке, возможность внесения изменений в формулу изобретения по результатам международного поиска до направления международной заявки в национальные патентные ведомства. Присоединение СССР к Договору о патентной кооперации приносит значительные выгоды, так как облегчает и упрощает патентование отечественных изобретений за рубежом.

Наряду с Договором о патентной кооперации разрабатывались региональные соглашения, имеющие целью упростить и удешевить процедуру оформления патентных прав путем более широкой унификации их, проведения единой экспертизы, выдачи единого патента и т.д. К указанным соглашениям относится и Конвенция о Европейском патенте, которая была разработана по инициативе ряда стран Общего рынка. Конвенция по выдаче европейских патентов (Европейская патентная конвенция) подписана в Мюнхене 5 октября 1973 года. Названная система вступила в силу 1 июня 1978 года.

15 декабря 1975 г. на конференции в Люксембурге девять государств-членов ЕЭС подписали конвенцию о европейском патенте для "Общего рынка".

Мюнхенская конвенция предусматривала централизацию патентной экспертизы на всех стоящих на выдачу единого патента, имеющего силу в странах, подписавших конвенцию. Она вступает в силу спустя три месяца после даты, когда были сданы ратификационные грамоты шести государств. Любая ратификация или присоединение после вступления в силу настоящей Конвенции начинают действовать в первый день третьего месяца после сдачи на хранение ратификационной грамоты или акта присоединения. Каждое государство, которое пос-

ле вступления настоящей Конвенции в силу ратифицирует Конвенцию, должно уплатить вступительный взнос. Споры между договаривающимися государствами о толковании или применении настоящей Конвенции представляются Административному совету. Конвенция заключается на неограниченный срок. 19 октября 1977 года Европейское патентное ведомство стало действовать и в 1980 году Европейское патентное ведомство выдало первый европейский патент. Срок действия европейского патента составляет 20 лет, считая со дня подачи заявки.

Наряду с европейским патентом сохраняется в странах-участницах и национальная системы патентования для выдачи национальных патентов. Функционирование двух систем подчеркивает, что подобная унификация рассчитана как орудие монополистических организаций по охране изобретений европейского региона. Конвенция исходит из определенного соотношения унифицированного "европейского права", закрепляемого в ней, и неунифицированного национального права государств-участниц в регулировании отношений, возникших ввиду выдачи европейского патента<sup>1</sup>.

Система европейского патента характеризуется следующими чертами:

- 1) европейский патент обеспечивает владельцу те же права, которые ему обеспечивал бы национальный патент, выданный в том государстве;
- 2) условия использования европейского патента определяются нормами национального законодательства;
- 3) защита от патентных нарушений должна осуществляться в национальных судах на основе национального законодательства;
- 4) решение о недействительности патента будет иметь силу лишь в отношении территории данного государства.

Европейский патент, оставаясь единым патентом, юридически не становится национальным, он имеет в каждом государстве эффект национального патента, поскольку его режим индивидуализируется в широких пределах. Так приобретает европейский патент вольный характер комплекса национальных

<sup>1</sup> Свядосц Ю.И. Унификация патентного законодательства капиталистических стран. - Вопросы изобретательства, 1975, № 2, с. 16.

патентов. Президент нидерландского патентного ведомства и генеральный докладчик на Мюнхенской конференции Ж.Б. Бентам отметил, что "европейский патент, будучи выданным, образует лишь сеть национальных патентов в обозначенных странах..."<sup>1</sup>.

15 декабря 1975 г. на конференции в Люксембурге девять государств-членов ЕЭС подписали конвенцию о европейском патенте для "Общего рынка". Как известно, в соответствии с Мюнхенской конвенцией Европейское патентное ведомство будет выдавать европейские патенты, приравненные к национальным и подчиняющиеся национальному законодательству.

В Люксембургской конвенции рассматриваются страны-участницы как одно государство в смысле действия конвенции. Если в заявке на европейский патент будет указана хотя бы одна страна "Общего рынка", то заявитель должен указать и все остальные страны ЕЭС. Патенты, выдаваемые для стран "Общего рынка", носят название "патентов сообщества". Патент сообщества является "единым", так как действует на всей территории государств-участниц.

При этой конвенции сохраняется и возможность получения национальных патентов. Двойная охрана изобретения путем получения на одно и то же изобретение и патента сообщества и национального патента запрещается. Главное отличие между европейским патентом и патентом "Общего рынка" — юридическое. Именно любое решение судебных властей, касающееся патента сообщества в одной стране, будет действовать и в других странах "Общего рынка". Всеми вопросами, связанными с патентом сообщества, будет заниматься специальный отдел Европейского патентного ведомства, который, в свою очередь, будет контролироваться особым комитетом, в который войдут представители стран-членов ЕЭС. Апелляция на решения об аннулировании патента "Общего рынка" и претензии, возникшие в связи с различным толкованием условий второй конвенции, будет рассматривать суд ЕЭС в Люксембурге.

В 1967 г. на Стокгольмской дипломатической конференции была принята конвенция об учреждении Всемирной орга-

<sup>1</sup> Свядосц Ю.И. *Op.cit.*, с. 17.

низации интеллектуальной собственности (ВОИС). Целями деятельности ВОИС являются:

- 1) укрепление широкого сотрудничества между государствами на основе уважения их суверенитета и равенства, а также во имя их взаимной выгоды;
- 2) содействие охране интеллектуальной собственности во всем мире, что будет стимулировать творческую деятельность;
- 3) модернизация управления существующих союзов по охране промышленной собственности и по охране произведений литературы и искусства<sup>I</sup>.

Эта конвенция вступила в силу 26 апреля 1970 г. Членами ВОИС являются 105 государств (на 1 января 1984 г.), в том числе СССР, Белорусская ССР и Украинская ССР.

В рамках ВОИС функционируют специализированные союзы. Следует отметить, что СССР активно принимает участие в международном сотрудничестве по охране интеллектуальной и промышленной собственности. Советский Союз является членом Парижского союза (с 1965 г.), Мадридского союза по международной регистрации товарных знаков (с 1976 г.), Страсбургского Союза по международной классификации изобретений (с 1976 г.), Ниццкого Союза по международной классификации товаров и услуг для регистрации товарных знаков (с 1971 г.), а также Локарнского Союза по международной классификации промышленных образцов (с 1972 г.). 12 июня 1973 г. в Вене был подписан Договор о регистрации товарных знаков (TRT). В 1980 г. СССР ратифицировал Будапештский договор о международном признании депонирования микроорганизмов для целей патентной процедуры и в 1978 г. подписал Женевский договор о международной регистрации научных открытий.

### 3. Формы международной передачи технологии

В советской коммерческой практике применяются следующие формы лицензионной торговли.

---

<sup>I</sup> См. Шатров В.П. Международное сотрудничество в области изобретательского и авторского права. М., Международные отношения, 1982, с. 123.

Лицензионные договоры. В большинстве случаев в лицензионной практике наряду с изобретениями, которые имеют патентную охрану за границей, передается также "ноу-хау" и предоставляется "инжиниринг" (либо отдельно или наряду с изобретениями). Следует отметить, что в мировой коммерческой практике примерно 30 % лицензий составляют лицензии на "ноу-хау".

Часто при покупке лицензии на производство сложных машин лицензиат наряду с "ноу-хау" для быстреего освоения объекта лицензий ставит условия о поставке готовых узлов и деталей. В этих случаях договор охватывает и лицензию и "ноу-хау", а также поставку оборудования, деталей и т.д.

Экспортно-импортные соглашения. Этими соглашениями предусматривается продажа машин и оборудования, а также поставка комплексного оборудования. Часто в объект соглашения входят лицензии, "ноу-хау" и услуги типа "инжиниринг".

Компенсационные соглашения. В начале 70-х годов внешнеторговые отношения Советского Союза вступили в новую фазу экономических отношений с промышленно-высокоразвитыми капиталистическими странами. В связи с этим большое значение имеет сотрудничество на компенсационной основе (особенно в химической промышленности). В рамках компенсационных соглашений развивается сотрудничество с зарубежными фирмами при строительстве новых крупных промышленных предприятий в Советском Союзе. За счет полученного от зарубежных партнеров долгосрочного кредита мы получим от западных фирм лицензии, "ноу-хау", материалы и оборудование для строительства промышленных объектов. Полученный кредит компенсируется после выпуска нового промышленного объекта в строй с процентами либо готовой продукцией, либо поставками сырья.

Договоры о кооперации. В рамках кооперационных соглашений организацию производства объектов новой техники осуществляют совместно с зарубежным партнером. Унификация объекта кооперации производится часто путем купли-продажи лицензий (в том числе "ноу-хау" и услуг типа "инжиниринг") на объект кооперации. Производственная кооперация, как и лицензионная торговля, служит средством ускорения внедрения прогрессивной технологии, повышения эффективности общест-

венного производства, создания дополнительных экспортных ресурсов<sup>1</sup>. Промышленную кооперацию осуществляют в следующих формах:

- 1) совместное производство;
- 2) совместные предприятия;
- 3) подрядное кооперирование.

Контакты на прикладные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы. Такие договоры проводятся совместно с зарубежным партнером в рамках научно-технического сотрудничества. В таких работах могут принять участие научно-исследовательские, проектно-конструкторские и технологические организации двух или нескольких стран. Такая форма сотрудничества широко распространена в рамках СЭВ. В настоящее время в научно-техническом сотрудничестве стран-членов СЭВ принимает участие свыше 3000 научно-исследовательских, проектно-конструкторских организаций и высших учебных заведений<sup>2</sup>. Для совместного проведения научных исследований созданы также специализированные международные организации, например, Объединенный институт ядерных исследований в г. Дубна. Советские организации активно сотрудничают также с крупными фирмами капиталистических стран, такими как ФИАТ, "Монтэдисон" (Италия), "Оутокумпу Ой" (Финляндия), "Рон-Пулэнк" (Франция) и т.д. Расширение научно-технического сотрудничества привело к проведению совместных научных исследований, в рамках которых создаются совместные изобретения.

Договоры об аренде. Термин "лизинг" происходит от английского "leasing" что представляет собой разновидность традиционной аренды. Основным отличием лизинга от аренды является предоставление возможности арендатору купить оборудование по окончании срока договора, при этом в договор включается условие о праве покупки (или опцион на покупку), которым арендатор может воспользоваться или нет по своему усмотрению<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> См.: Малькевич В. Промышленное сотрудничество СССР со странами Запада. - Внешняя торговля, 1983, № 9, с. 3.

<sup>2</sup> См.: Эффективность внешнеэкономических связей: актуальные проблемы / Под ред. В.А. Брыкина и Г.М. Тучкина. М., Международные отношения, 1983, с. 138.

<sup>3</sup> См.: Кабатова Е. Лизинг машин и оборудования. - Хозяйство и право, 1979, № 8, с. 78.

Лизинговые договоры создают дополнительные возможности для сотрудничества с зарубежными организациями и содействуют обмену научно-техническими достижениями и "ноу-хау". Первым опытом продажи лицензий с элементом "лизинга" являются сделка с фирмами "Дрилекс Ю.К." (Великобритания) и "Дрилекс оверсиз" (Багамские острова) по винтовым гидравлическим забойным двигателям, предназначенным для бурения нефтяных и газовых скважин<sup>1</sup>. По этому соглашению лицензиату предоставлено право сдачи объекта лицензии в аренду, причем соответствующий процент от полученной лицензиатом арендной платы (роялти) перечисляется советскому лицензиару.

Сдача оборудования в лизинг также имеет плюсы: лизинг дает возможность иностранным потребителям ознакомиться с советским оборудованием, испытать его в эксплуатации, что, в свою очередь, приводит к увеличению числа потребителей, рекламе образцов отечественного оборудования и росту экспорта<sup>2</sup>.

Договоры о проектировании и строительстве промышленных объектов. При выполнении договоров о проектировании и строительстве промышленных объектов за рубежом заказчику передается проектная и технологическая документация, которая включает изобретения "ноу-хау", "инжиниринг" и т.д.

В коммерческой практике реализации научно-технических достижений применяются и комбинированные договоры.

#### 4. Сотрудничество стран-членов СЭВ в области изобретательства

На XXV заседании сессии СЭВ в 1971 году была принята Комплексная программа дальнейшего углубления и совершенствования сотрудничества и развития социалистической экономической интеграции стран-членов СЭВ. Советский Союз и другие страны-члены СЭВ активно сотрудничают в области изобретательства. Придавая большое значение вопросам охраны промышленной собственности, Советский Союз заключил в последние годы ряд многосторонних и двусторонних соглашений в этой области, одним из первых ратифицировал Договор о патентной

<sup>1</sup> См.: Малькевич В. Промышленное сотрудничество СССР со странами Запада. - Внешняя торговля, 1983, № 9, с. 3.

<sup>2</sup> Кабатова Е. Лизинг машин и оборудования. - Хозяйство и право, 1979, № 8, с. 8С.

кооперации 1970 г., принимает активное участие в подготовке пересмотра Парижской конвенции по охране промышленной собственности, новый текст которой, в частности, призван отразить существование в современном мире двух правовых форм охраны изобретений: патента и авторского свидетельства<sup>1</sup>.

Развитие международного научно-технического сотрудничества выдвигает ряд новых проблем как экономического, так и организационно-правового характера<sup>2</sup>. При проведении совместных научно-исследовательских работ возникает ряд вопросов по организации правовой охраны изобретений, являющихся результатами таких научных исследований. 12 апреля 1973 года было заключено Соглашение о правовой охране изобретений, промышленных общепользных образцов и товарных знаков при осуществлении экономического и научно-технического сотрудничества (далее "Соглашение"). Соглашение было подписано Народной Республикой Болгария, Венгерской Народной Республикой, Германской Демократической Республикой, Республикой Куба, Монгольской Народной Республикой, Польской Народной Республикой, Социалистической Республикой Румыния, Союзом Советских Социалистических Республик и Чехословацкой Социалистической Республикой. Оно регулирует также вопросы правовой охраны изобретений, промышленных общепользных образцов и товарных знаков.

5 июля 1975 г. было заключено межправительственное Соглашение об унификации требований и составлению и подаче заявок на изобретения. Соглашение имеет большое практическое значение для облегчения и упрощения составления и взаимной подачи заявок на изобретения в целях получения правовой охраны в странах-участницах Соглашения, а также способствует унификации требований к составлению и подаче заявок на изобретения и сближению соответствующих национальных правовых норм в области промышленной собственности.

<sup>1</sup> Богуславский М.М. Международное экономическое и научно-техническое сотрудничество и развитие советского законодательства об изобретениях. Материалы Советской национальной группы АИППИ. М., ТПП СССР, 1980, с. 15.

<sup>2</sup> См.: Воробьева О.В. Правовые отношения между советскими организациями, возникающие при осуществлении международного научно-технического сотрудничества. Автореферат дис. на соискание ученой степени канд. юридических наук. М., 1979, с. 1.

18 декабря 1976 г. было подписано межправительственное Соглашение о взаимном признании авторских свидетельств и иных охранных документов на изобретения. Порядок правовой охраны изобретений на основе взаимного признания странами-членами СЭВ авторских свидетельств, патентов и иных охранных документов, предусмотренный Соглашением, дает странам-участницам право неограниченного использования заявленных изобретений, обеспечивает надежную охрану государственных и авторских интересов, а также экономию трудовых и материальных средств<sup>1</sup>.

До 60-х годов научно-технический обмен между странами-членами СЭВ осуществлялся главным образом безвозмездно. На начало 1976 г. страны социалистического содружества обменялись технической документацией в количестве свыше 70 тыс. комплектов на безвозмездной основе, что позволило им сэкономить более 20 млрд. долларов, которые были бы израсходованы при приобретении лицензий на капиталистическом рынке<sup>2</sup>.

В 1967 году на XXV заседании Исполкома СЭВ были приняты предложения о введении лицензионных форм передачи технологии между странами-членами СЭВ, а в 1970 году на 48-м заседании - предложения о порядке передачи научно-технических результатов между заинтересованными странами-членами СЭВ. В странах СЭВ подается ежегодно свыше 140 тыс. заявок на изобретения и выдается более 65 тыс. охранных документов, что составляет соответственно 33 и 20 % мировых показателей. Так, например, за период 1971-1975 гг. страны-члены СЭВ заключили с зарубежными партнерами свыше 700 соглашений о продаже лицензий. Совокупный объем импорта лицензий странами-членами СЭВ в последние годы составляет примерно 500 млн. долларов ежегодно<sup>3</sup>. В настоящее время доля торговли лицензиями между социалистическими странами составляет примерно 10 % объема мировой торговли лицензиями.

<sup>1</sup> Текст Соглашения и правила по его применению см.: Вопросы изобретательства, 1977, № 5, с. 57-65.

<sup>2</sup> См.: Симановский С. Состояние и перспективы развития лицензионного обмена в странах-членах СЭВ. - Внешняя торговля, 1980, № 2, с. 21.

<sup>3</sup> Там же, с. 18.

В 1971 году Исполнительным комитетом СЭВ на его 56-м заседании был создан постоянный орган СЭВ - Совещание руководителей ведомств по изобретательству стран-членов СЭВ. Совещание имеет целью содействовать дальнейшему расширению, углублению и совершенствованию экономического и научно-технического сотрудничества стран путем изучения, разработки и решения вопросов, связанных с правовой охраной и использованием всех видов промышленной собственности.

A. Kukrus

Actual Problems Concerning Legal  
Protection of Industrial Property

Summary

A few patent-legal problems concerning industrial property protection have been examined in the article.

At the present time much attention is paid to the legal-economic problems in the whole world, concerning the legal protection of industrial property. The Soviet Union takes an active part (within the bounds of deepening scientific-technical and industrial-economic cooperation with foreign countries) in international cooperation in the field of the legal protection of intellectual and industrial property.

The role of patents and licences in the world economic life, as well as the factors affecting the rapid international technology exchange, have been analysed in the present article. The main tendencies in the international patent system integration have been considered: the main principles of Patent Cooperation Treaty (PCT), the European patent and the "Common Market" patent.

ТЕОРЕТИЧЕСКИ-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД ПРИ  
ИССЛЕДОВАНИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Заболеваемость - это показатель распространения болезней, выявленных и зарегистрированных в течение определенного периода времени (часто года) среди населения в целом или в его отдельной группе, исчисляемый на определенное количество человек. Различают общую заболеваемость с утратой трудоспособности и специально регистрируемые виды заболеваемости (разными болезнями). На производстве учет заболеваемости ведут обычно в случаях и календарных или рабочих днях на 100 работающих.

Что касается понятия "болезнь", то оно происходит от обыденного представления страдания человека. В науке в настоящее время общепринятого понятия не существует и нередко ведутся дискуссии. (Таким образом, данные заболеваемости разных контингентов часто не сравнимы, и не являются безупречными показателями здоровья)

На потери рабочего времени, связанные с временной нетрудоспособностью, косвенно влияет кроме здоровья самих работающих и характера их работы, условий труда и быта, также ряд других факторов. В первую очередь следует учитывать:

1) возможность обратиться к врачам (если это невозможно, больничного листка не будет);

2) заинтересованность обратиться к врачам; так иногда считают, что в течение жизни у человека бывает около 600 расстройств здоровья, а из них только 140 раз человек обращается к врачам;

3) заинтересованность в труде (при интересной работе человек не хочет с ней расстаться);

4) количество домашней работы (необходимость быть дома может содействовать обращениям ко врачу);

5) на тяжелые и вредные работы идут люди, имеющие хорошее здоровье и, наоборот, на легкие работы поступают чаще имеющие разные хронические заболевания;

6) врачи не допускают на тяжелые и вредные работы людей, имеющих некоторые хронические заболевания и рекомендуют перейти на более легкие. (Это одна из причин, почему на тяжелой физической работе мало людей с гипертонической болезнью.)

Нередко на предприятиях ведется полицейской учет и анализ временной нетрудоспособности. Углубленная проработка материалов проводится часто на ЭВМ. Такие исследования посвящены выяснению роли социальных и профессиональных факторов (возраст, половой состав, профессиональный стаж работы, условия труда, размер жилой площади, количество членов семьи, подушевой доход семьи и т.д.) в формировании временной утраты трудоспособности. Иногда стараются выяснить роль таких факторов, как индивидуальный подход к выдаче больничных листков у врача, отношение к медицинской помощи у больного и т.д.

Все же при использовании статистического метода требуется определенная осторожность. Статистика может быть легко использована для выяснения в конкретных условиях связи между каким-то фактором среды и здоровьем. Значительно труднее выяснить, что связь причинная и действует намного шире, чем в этих конкретных условиях. Причины обычно оказывают влияние раньше, чем появляются симптомы. Поэтому статистические данные разных авторов часто не согласуются друг с другом, а иногда явно противоречат.

Так если у некоторых исследователей [5] влияние на заболеваемость с утратой трудоспособности таких факторов, как возраст, материальное положение, жилищные условия, вредные привычки, сильно выражено, то другие [3] не находят никаких связей.

Еще чаще встречаются не прямые противоречия, но различия полученных данных. Так, например, авторами [1] было найдено, что на текстильных предприятиях в зданиях фонар-

ного типа показатели временной нетрудоспособности в 1,5 раза выше, чем в зданиях бесфонарного типа. Автор объясняет повышенные трудовые потери в зданиях фонарного типа большей запыленностью и микробной обсемененностью воздушной среды. Такие значительные различия в заболеваемости из-за конструктивных особенностей зданий не вполне согласуются с большинством исследований, где они вообще не принимаются во внимание.

Обобщая вышеприведенное, можно сказать, что логика исследователей заболеваемости часто такова: вести (прямой) поиск факторов, от которых зависит заболеваемость — это якобы позволяет разрабатывать целенаправленные конкретные меры снижения трудовой.

По-видимому, существуют и другие пути.

Исходя из современной теории стратегии научного исследования часто целесообразно начинать исследование с совсем другой научной области.

Для снижения заболеваемости ценными могут быть, например, исследования преморбидных состояний и физиологических сдвигов в здоровом организме. Положительными сторонами таких подходов является то, что открывается возможность зарегистрировать ранние отклонения (что особенно важно для профилактики!) интегральных показателей состояния организма от близких к оптимальным величинам, проведение исследований в ситуации, где причина и следствие отделены небольшим временным интервалом, легкое проведение экспериментов (которые на предприятии невозможны при изучении самих болезней). При этом методы исследования существенно отличаются от тех, которые используются при выяснении заболеваний.

Если при установлении болезни часто особенно важны симптомы, характерные данной болезни, то при преморбидных стадиях [2] из-за меньших и менее специфических сдвигов особенно важны чувствительность, простота, быстрая проводимость, информативность, достоверность метода, сравнимость данных, автоматизированность их обработки.

Что касается физиологических исследований на предприятиях, то их проводят немало, в основном для разработки мероприятий улучшения условий труда, следовательно, и для

снижения заболеваемости. Все же в большинстве случаев их главная цель не в снижении трудопотерь, связанных с заболеваемостью.

Существенное значение при снижении общей заболеваемости могут иметь физиологические исследования для выяснения следующих моментов:

1) отношение ухудшения здоровья к выдаче листков нетрудоспособности;

2) степень повышения функционального напряжения в самых жизненно важных системах организма в течение смены;

3) рост утомления в результате процесса труда;

4) целесообразные практические мероприятия оптимизации процесса труда.

Первостепенные требования к методам этих исследований: высокая чувствительность – возможность установления небольших сдвигов в организме, легкая применимость в условиях цеха.

Большое значение имеет диагностика утомления.

Ценную информацию можно получить путем исследования частоты сердечных сокращений (как интегрального показателя функционального напряжения), критической частоты слияния мельканий (показателя утомления), локализации субъективных симптомов утомления, а также температуры кожи, потоотделения, небольших изменений периметров конечностей, шагометрии.

Частота сердечных сокращений увеличивается при динамических и статических нагрузках, при нервной напряженности, при неблагоприятных условиях труда (неоптимальный микроклимат, шум), при начальных стадиях многих заболеваний. Одним из преимуществ метода является легкая проводимость. В последние годы найдены тесные связи между показателями заболеваемости и частотой сердечных сокращений в процессе труда [4]. Чем выше частота сердечных сокращений, тем выше общее количество трудопотерь из-за заболеваемости и особенно из-за болезней сердечно-сосудистой системы, периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата.

Приведенные методы не требуют сложной аппаратуры, легко проводимы в условиях цеха, дают значительное количество информации. Целесообразно их комплексное использование, при котором они дополняют друг друга. Нужен также поиск новых методов.

### Л и т е р а т у р а

1. Зилисов Б.А., Синицына А.И., Павлютина З.И. и др. Условия труда и заболеваемость рабочих текстильных предприятий. - Здравоохранение Белоруссии, 1977, № 9, с.54-57.

2. Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. Л., Медицина. 1980. 208 с.

3. Оглезнев Г.А. Социально-гигиенические аспекты заболеваемости рабочих, занятых в производстве каучука. - Советское здравоохранение, 1977, № 7, с. 39-42.

4. Солонин Ю.Г., Масленцева С.Б., Кузнецова З.М. и др. Функциональное состояние при трудовой деятельности, работоспособность и здоровье человека. - Физиология человека, 1984, т. 10, № 1, с. 66-71.

5. Шапиро И.Я., Телишевская М.Г., Лапидус М.И. Влияние некоторых социально-гигиенических факторов на заболеваемость с временной утратой трудоспособности рабочих автомобильной промышленности. - Советское здравоохранение, 1979, № 4, с. 16-20.

U. Kristyukhan

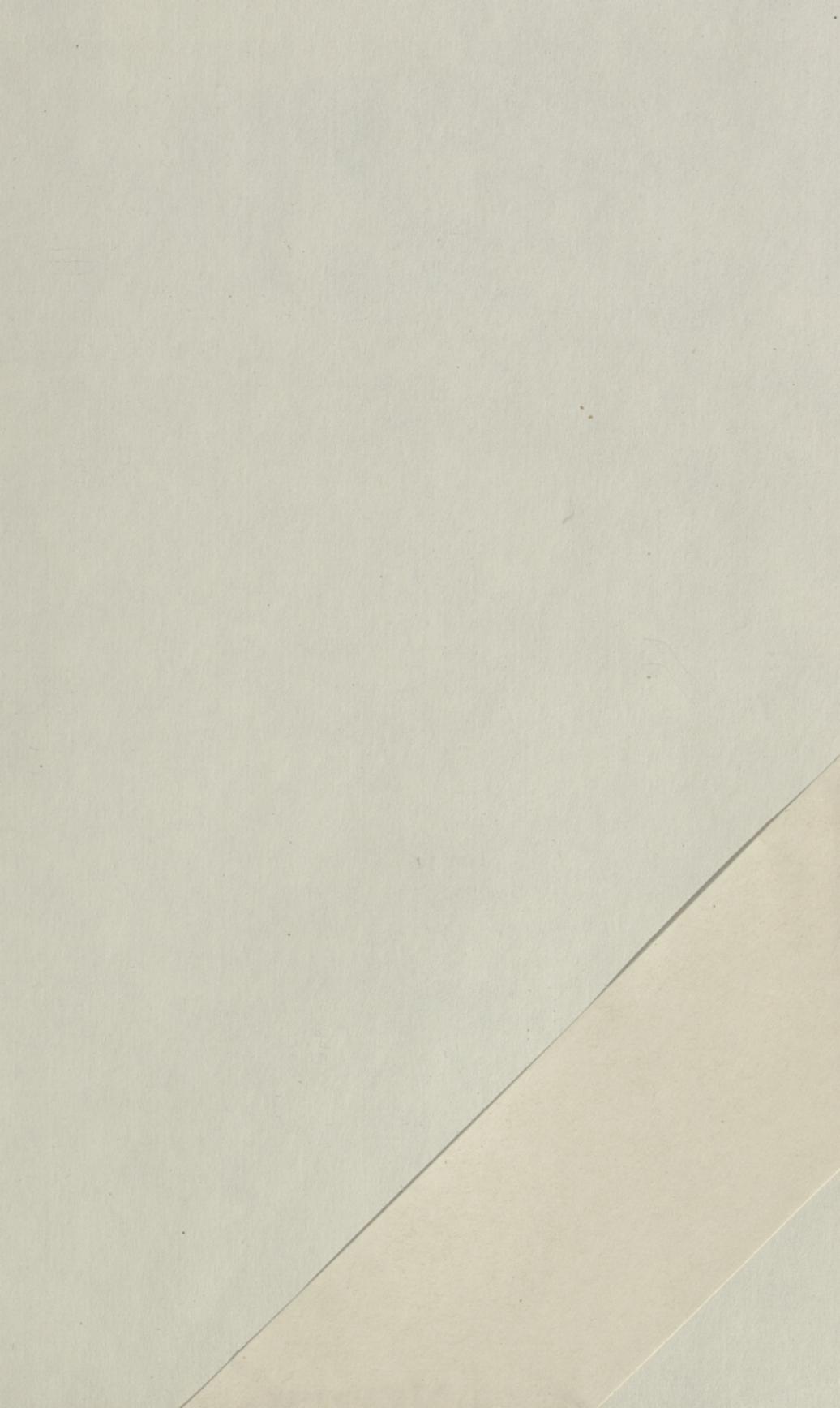
#### Theoretical-experimental Attitude of Investigation of the Morbidity of Workers

#### Summary

The analysis of reasons that the temporary disability depends on is presented in this paper and also the methods of their investigation. In order to work out the activities for lessening the morbidity of most importance is physiological research.

## С о д е р ж а н и е

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| I.  | Х. Павельсон. Методологические проблемы анализа обстоятельств несчастных случаев.....  | 3   |
| 2.  | Х. Павельсон. Вероятность травмирования от стажа и возраста работающего.....   | 13  |
| 3.  | Г. Кийвет. Методологические вопросы создания интегрированной системы данных условий труда в ЭССР.....                                      | 19  |
| 4.  | Г. Кийвет, Х. Тоссо. Формализованное описание комплексной системы условий труда "WCRCQN" ...   | 33  |
| 5.  | Х. Тоссо. Принципы создания модели данных, позволяющей принимать управленческие решения об условиях труда.....                             | 39  |
| 6.  | Ю. Кристьяхан. Исследование новых методов количественной оценки повседневного утомления на производстве.....                               | 45  |
| 7.  | Х. Энник. О возможности более точного определения коэффициента безопасности конструктивного материала по прочности хрупкого разрушения.... | 51  |
| 8.  | Э. Кареда. Проблемы технико-экономического обоснования методов электробезопасности.....  | 63  |
| 9.  | М. Паалманн. О причинах тяжелого травматизма в ЭССР в 1980 году.....   | 75  |
| 10. | А. Кукрус. Актуальные вопросы правовой охраны промышленной собственности.....  | 87  |
| II. | Ю. Кристьяхан. Теоретически-экспериментальный подход при исследовании заболеваемости на производстве.....                                  | 103 |



EESTI AKADEEMILINE RAAMATUKOGU



1 0200 00089865 4

Цена 80 коп.