



УПРАВЛЕНИЕ

УДК 331.45:519.2

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В УПРАВЛЕНИИ ОХРАНОЙ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

С.А. Ворошилов, С.В. Стецюра, А.С. Ворошилов, В.Е. Куренков*, С.В. Якимов**

Саратовский государственный университет,
кафедра материаловедения, технологии и метрологии материалов

E-mail: voroshilov@sgu.ru

* ОАО «ТНК-ВР Менеджмент»

E-mail: vekurenkov@tnk-bp.com

** ОАО «Саратовский НПЗ»

E-mail: yakimov@npz-saratov.ru

Проведено описание методов статистического управления процессом применительно к деятельности по обеспечению охраны труда и промышленной безопасности предприятия. Предложена методика их применения, позволяющая не только количественно оценивать уровень деятельности в различных подразделениях, планировать целевые показатели на определенные промежутки времени, но и своевременно принимать меры по предотвращению возможных происшествий.

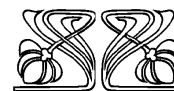
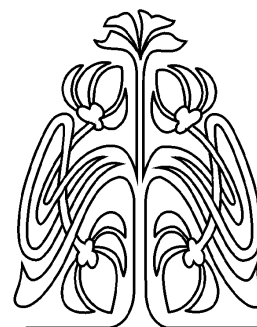
Application of Statistical Methods in the Occupational Health and Safety Analysis Management

S.A. Voroshilov, S.V. Stetsura, A.S. Voroshilov, V.E. Kurenkov, S.V. Yakimov

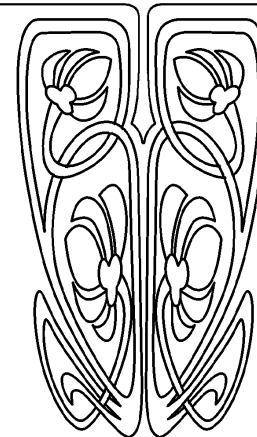
The description of statistical control processes methods applicable to the activity for assurance of occupational health and safety analysis has been carried out. The procedure of this application allowing us not only to evaluate the activity level in various subdivisions and plan necessary indices in different time but also to take measures to prevent possible breakdown is presented this article.

Среди многих направлений деятельности предприятий особое значение имеет деятельность по контролю и управлению охраной труда (ОТ) и промышленной безопасностью (ПБ), так как от своевременных и обоснованных действий в этой сфере зависит жизнь и здоровье сотрудников. Международным стандартом на системы менеджмента ОТ и ПБ OHSAS¹ 18001 (ГОСТ Р 12006)² использование статистических методов обработки и анализа данных рассматривается как составная часть управления безопасностью персонала. Их применение позволяет устранить многие из существующих и потенциальных причин происшествий.

Непременным условием функционирования комплексной системы управления ОТ и ПБ на предприятии является наличие минимально необходимого количества показателей, характеризующих состояние ОТ и ПБ, и полнота реализации управленческих решений в производственных подразделениях и функциональных службах. Поэтому дополнительно к общепринятым показателям оценки деятельности в области ОТ и ПБ (количество, частота и тяжесть несчастных случаев и профессиональных заболеваний и др.) в перечень показателей целесообразно ввести показатели, позволяющие оперативно и постоянно оценивать состояние деятельности в этом направлении и, что более важно, своевременно осуществлять корректирующие и предупреждающие действия. Перечень показателей, порядок сбора, обработки и анализа первичной информации



НАУЧНЫЙ
ОТДЕЛ





устанавливаются администрацией предприятия во внутренних нормативных документах. Эта информация должна содержать данные о подразделениях, видах и причинах несоответствий, количественных значениях параметров, а также другие атрибуты, характеризующие состояние исследуемого процесса. Расширенный перечень показателей, характеризующих состояние ОТ и ПБ, может включать, в частности³:

- 1) количество эксплуатируемых опасных производственных объектов;
- 2) количество единиц эксплуатируемого оборудования, подлежащего обязательной сертификации на соответствие требованиям промышленной безопасности;
- 3) число проведенных освидетельствований и контрольных испытаний оборудования;
- 4) количество работников организации, прошедших в отчетном году подготовку и аттестацию в области промышленной безопасности;
- 5) количество нарушений требований промышленной безопасности, выявленных органами Госгортехнадзора России, в том числе количество устраненных нарушений;
- 6) численность работников, занятых эксплуатацией опасных производственных объектов;
- 7) численность работников, осуществляющих функции производственного контроля;
- 8) число аварий, имевших место за отчетный период;
- 9) число инцидентов, имевших место за отчетный период;
- 10) количество контрольно-профилактических проверок, выполненных службами производственного контроля;
- 11) количество нарушений требований промышленной безопасности, выявленных службами производственного контроля;
- 12) количество предложений, внесенных службами производственного контроля руководству предприятий (организаций) по обеспечению промышленной безопасности;
- 13) количество приостановок ведения работ в опасных условиях;
- 14) число работников, привлеченных к ответственности за нарушения требований промышленной безопасности (по представлению служб производственного контроля).

Источниками информации о значениях показателей являются внутренние документы предприятия (отчеты, протоколы, акты и др.), в том числе результаты внутренних аудитов, которые подразделяются на производственный контроль (ПК), направленный на проверку реализации технических норм и правил, и поведенческий аудит безопасности (ПАБ), ориентированный на контроль действий персонала. Собранный массив значений показателей состояния ОТ и ПБ за установленные промежутки времени (квартал, год и др.) с точки зрения

принятия управленческих решений представляет интерес только после соответствующей обработки и анализа данных. Для этих целей используют методы статистического управления процессами, которые условно подразделяют на основные и дополнительные⁴.

Основные методы (инструменты), применяемые для анализа первичной информации, включают:

- блок-схемы,
- контрольные листки,
- гистограммы,
- диаграммы Парето,
- причинно-следственные диаграммы,
- диаграммы рассеяния (разброса),
- контрольные карты управляемости.

Дополнительные методы (инструменты) не развивают и не дополняют основные, имеют самостоятельное значение и используются для установления целей и промежуточных шагов по решению проблем. К таким методам, прежде всего, относят⁵:

- метод расслоения (стратификации);
- древовидную диаграмму;
- корреляционный и регрессионный анализ.

В качестве методологической основы применения основных и дополнительных методов целесообразно использовать цикл Шухарта–Деминга (PDCA): планируй (Plan) – осуществляй (Do) – контролируй (Check) – корректируй (Act). В соответствии с циклом PDCA предлагаются следующие этапы и порядок применения инструментов для сбора и анализа данных о состоянии ОТ и ПБ.

1. Этап определения целей, задач, объема работ – использование блок-схем, древовидных и причинно-следственных диаграмм. Возвращение к этапу производится по мере необходимости (например, 1 раз в год) для внесения изменений в схемы и диаграммы в результате накопившихся уточнений и дополнений.

2. Этап сбора данных – применение контрольных листков. Периодичность и частота устанавливается графиком проведения ПАБ и ПК.

3. Этап корректировки и регулирования процесса – использование гистограмм, контрольных карт управляемости, диаграмм Парето. Выполняется при плановой обработке данных (раз в месяц, в квартал, в полгода, в год и др.).

4. Этап подведения итогов и прогнозирования – применение диаграмм рассеяния (разброса), корреляционного и регрессионного анализа, метода расслоения (стратификации). Выполняется при подготовке отчетов в установленные сроки (раз в полгода, в год и др.).

Рассмотрим подробнее назначение, содержание и последовательность использования инструментов применительно к анализу деятельности в сфере ОТ и ПБ.



1 этап

Блок-схема процесса определяет последовательность выполнения процесса. Рекомендуется для описания проведения ПК, ПАБ, включая шаги по корректировке последовательности действий в зависимости от результатов проверки. Например, повторные нарушения, выявленные при ПАБ, могут являться поводом (сигналом) для принятия решения о необходимости обучения персонала.

Древовидная диаграмма применяется для сбора и группировки информации по признаку

однородной связи. Позволяет обеспечить выполнение систематических действий по разрешению существенной проблемы (установление причин происшествий, инцидентов и нарушений, их систематизация и классификация). Древовидная диаграмма строится в виде многоступенчатой древовидной структуры (горизонтальной или вертикальной), элементами которой являются различные средства и способы решения проблемы⁶ (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма причин нарушений правил техники безопасности

При построении диаграммы необходимо выполнить следующие действия:

- 1) составить список причин происшествий, инцидентов и нарушений;
- 2) систематизировать причины и сгруппировать их в логические подгруппы с использованием ключевых слов;
- 3) объединить подгруппы по общим признакам.

Проведенная группировка позволяет построить причинно-следственную диаграмму.

Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы) – инструмент, используемый для визуального представления и анализа возможных причин возникающей проблемы, а также для планирования действий, направленных на их устранение⁷ (рис. 2). Применяется после систематизации и классификации причин происшествий, инцидентов и нарушений (с помощью древовидной диаграммы).

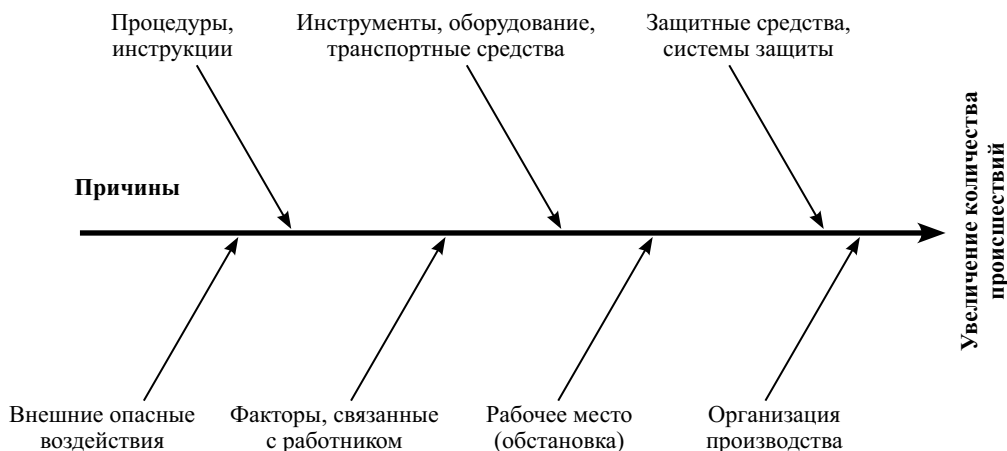


Рис. 2. Причинно-следственная диаграмма



При детализации основных причин рекомендуется ограничить количество блоков причин: при количестве больше 10 теряется наглядность и снижается эффективность анализа. Вводимые дополнения и уточнения (единичные, подгруппы, группы) необходимо с помощью древовидной диаграммы разнести по уже выделенным блокам причин, что, возможно, потребует изменения названий блоков.

2 этап

Известно, что самый большой ущерб производству наносят не отдельные случайные ошибки исполнителей (как бы чувствительны они ни были), а неверные управленческие решения. Решения оказываются неверными главным образом потому, что опираются на ложную или неполную информацию.

Контрольные листки – это бланки-формуляры или специальные формы, предназначенные для регистрации данных, в частности, фиксирования факта, насколько часто встречаются различные виды нарушений.

Для эффективного использования этого инструмента необходимо:

- 1) достигнуть соглашения о том, какие события подлежат регистрации;
- 2) определить период регистрации данных и его деление на интервалы;
- 3) убедиться в том, что все принимающие участие в сборе данных одинаково понимают суть происходящего;

- 4) разработать формы (бланка) контрольного листка, используемого для регистрации;
- 5) производить сбор данных в течение всего согласованного периода времени.

Рекомендуется одновременно со сбором статистических данных о количестве нарушений и их видах собирать информацию о причинах, приводящих к конкретным нарушениям. Для выявления закономерностей, устанавливающих связь с нарушением правил техники безопасности или совершением опасных действий, достаточно в контрольном листке указать вид (группу), к которой относится причина нарушений (по результатам построения древовидной диаграммы и группирования причины нарушений по видам). Контрольный лист нарушений по видам работ облегчает идентификацию причин и позволяет регистрировать частоту, с которой они происходят.

По окончании сбора данных следует провести анализ для выявления событий, имеющих наибольшую частоту появления, т.е. выделить проблемные области, приоритетные для решения.

Применение контрольного листа, представленного на рис. 3, упрощает процедуры проведения ПАБ или ПК и позволяет уменьшить разброс в количестве обнаруживаемых нарушений руководителями подразделений, линейными руководителями и внешними аудиторами.

Аудитор (контролер) _____
 Контролируемое подразделение _____
 Дата проведения ПАБ или ПК _____

Категория нарушения	Причины нарушения				
	A	B	C	D	F
1	///		/		/
2	///	//			/
3				//	
4					
5		////			

Рис. 3. Контрольный лист

3 этап

Гистограмма – основной инструмент для представления рассеяния значений показателя (например, количества нарушений). Гистограмма, называемая также частотным распределением, – это вид столбиковой диаграммы, которая служит для обобщения и упорядочения цифровых данных. Информация на гистограмме отображается с помощью серии прямоугольников одинаковой ширины. Высота прямоугольников указывает на количество данных в каждом классе. Характер распределения

полученных данных, сведенных в гистограмму, позволяет обнаружить суть проблемы и установить основные причины нарушений. Чтобы провести оценку гистограммы, необходимо знать центральную тенденцию, а также рассеивание данных.

Диаграмма Парето – инструмент, позволяющий определить проблемы (или факторы), оказывающие наиболее существенное влияние и имеющие приоритетное значение для решения⁸. Построение диаграммы представляет собой графическую интерпретацию так называемого пра-



вила Парето (правило «80/20») в виде скошенного распределения. Суть этого правила заключается в том, что часто примерно 80% всех возможных проявлений обусловлены примерно 20% всех возможных причин. Поэтому целесообразно работу по улучшению начать именно с этих 20% причин. Это вовсе не означает, что остальные 80% причин можно игнорировать, их решением следует заняться позже.

Сортировка причин может проводиться по степени важности, по частоте возникновения, по затратам, по уровню показателей и т.д. Повышение информативности диаграммы Парето обеспечивается построением на ней кривой накопленных частот (кумулятивной кривой).

Для выявления причин, наиболее часто приводящих к происшествиям (инцидентам или нарушениям), при построении диаграммы Парето необходимо выполнить следующие действия:

- 1) определить потенциальные причины возможных происшествий;
- 2) определить, какой количественный показатель будет использоваться при сравнении возможных причин; в качестве такого показателя можно взять, например, частоту возникновения разного рода проблем (или их следствий в единицах денежных затрат);
- 3) определить период времени, в течение кото-

рого будут собраны данные (часто эта работа выполняется ранее – при заполнении контрольных листов);

4) расположить причины слева направо вдоль горизонтальной оси диаграммы Парето по убыванию степени их относительной важности и затем построить столбцы диаграммы, высота которых соответствует относительной частоте проявления соответствующей причины.

Диаграмму Парето целесообразно применять совместно с причинно-следственной диаграммой⁹.

Диаграмма Парето, примененная для анализа работы подрядчиков (рис. 4), позволяет выделить подрядные организации, в которых при проведении ПК обнаружено наибольшее количество запрещенных видов работ.

Контрольные карты управляемости – инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и принимать решения о необходимости воздействия на него с целью предупреждения отклонений от предъявляемых требований¹⁰. На карте отмечается диапазон неизбежного рассеивания, который лежит в пределах верхней и нижней допустимых границ.

Контрольные карты графически отражают динамику процесса (например, результатов ПАБ или ПК), т.е. изменение показателей во времени, и

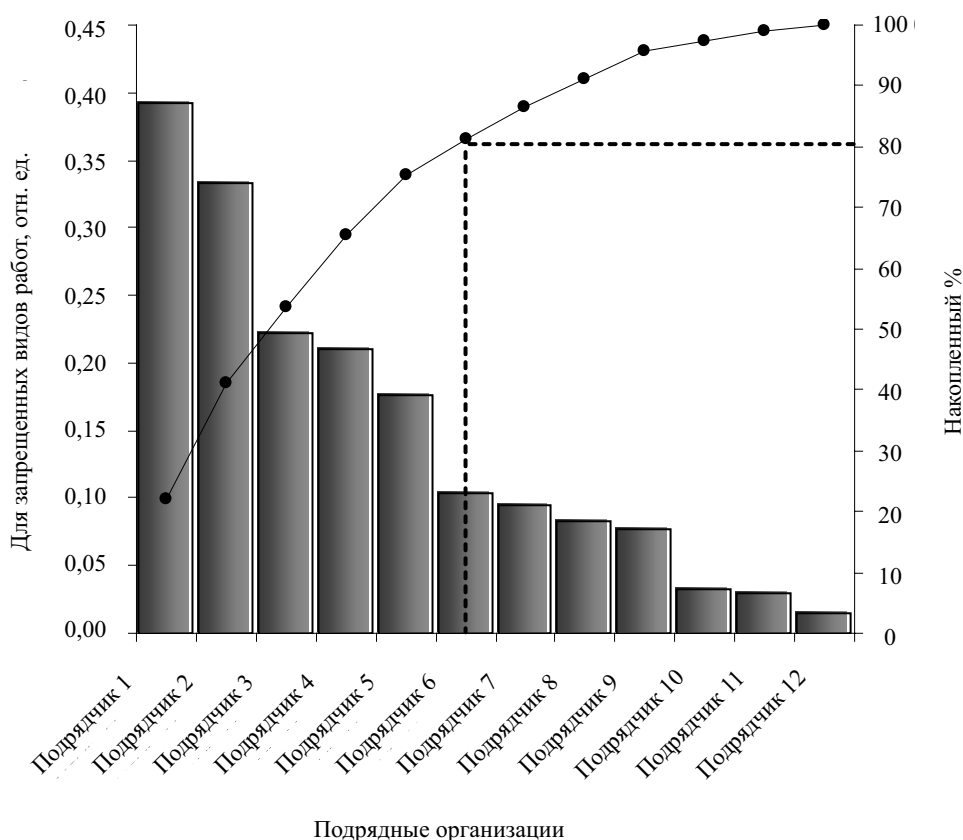


Рис. 4. Диаграмма Парето



позволяют оперативно проследить начало дрейфа по какому-либо показателю при реализации процесса для того, чтобы провести корректирующие и/или предупредительные действия и не допустить серьезных происшествий.

Оценку состояния ОТ и ПБ возможно проводить с применением контрольных карт p -типа. Обычно в контрольных картах данного типа строится график процента обнаруженных дефектных изделий (в расчете на партию, в день, на станок и т.д.). В случае ПАБ в качестве дефекта может выступать нарушение (нарушение правил техники безопасности, опасные действия, опасные условия). Расчет числа нарушений, обнаруженных при одном наблюдении, позволяет исключить влияние на

результаты анализа количества проводимых аудитов (перейти к относительным единицам) и проводить сопоставление данных ПАБ по различным подразделениям. Так как количество нарушений является дискретной величиной, а число наблюдений, т.е. объем выборки, в разных подразделениях может значительно отличаться, то контрольная карта p -типа зависимости относительной частоты нарушений от времени является наиболее подходящей для обработки данных ПАБ. На рис. 5 приведен пример контрольной карты доли нарушений, обнаруженных при проведении ПАБ, которая иллюстрирует изменение количества нарушений по различным подразделениям по сравнению со средним показателем по предприятию.

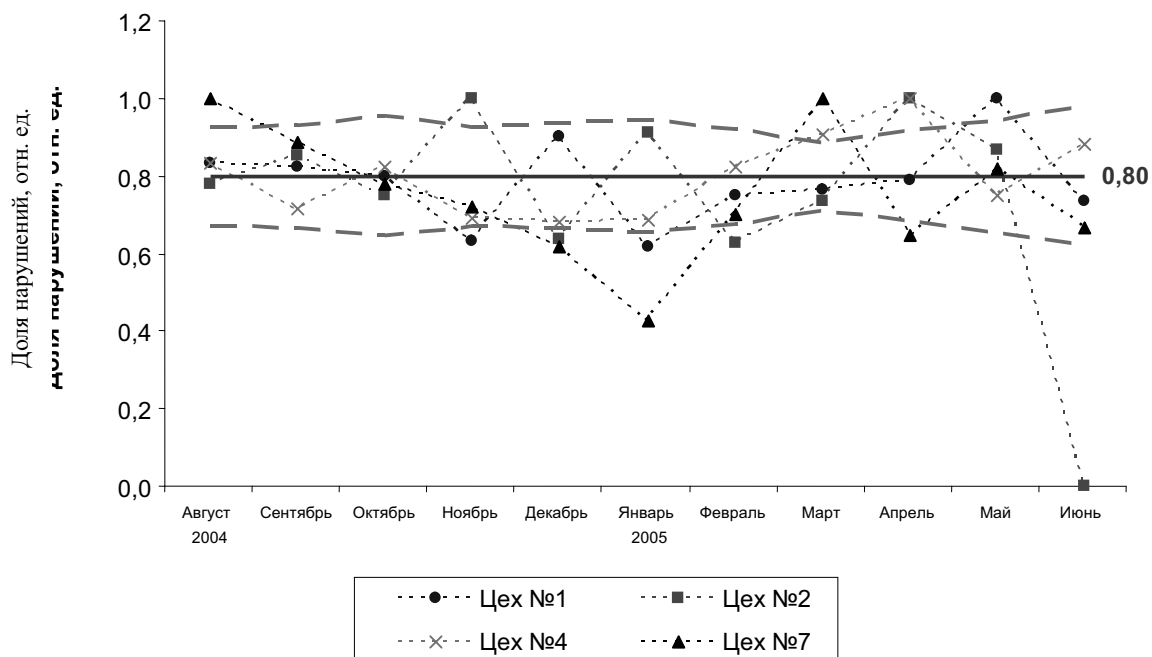


Рис. 5. Контрольная карта доли нарушений

На контрольной карте показана линия, соответствующая среднему значению показателя, и нанесены верхний и нижний допустимые пределы (границы регулирования процесса). При анализе состояния процесса необходимо использовать сигнальные признаки, указанные в соответствующих стандартах¹¹.

4 этап

Метод расслоения (стратификации) позволяет произвести группировку статистических данных по признакам, связанным с условиями их получения, и служит основой для применения других инструментов обработки данных, например, диаграмм Парето или диаграмм рассеивания. Такое сочетание инструментов позволяет сделать анализ более результативным. При поиске причин важно помнить, что статистические характеристики (показатели) обязательно испытывают разброс.

Метод расслоения может быть использован для оценки работы в сфере ОТ и ПБ, проводимой в подразделениях. Для этого все подразделения предприятия следует разделить (стратифицировать) по степени опасности с учетом следующего факта. Количество нарушений в производственном подразделении с источниками повышенной опасности даже при удовлетворительном выполнении правил и инструкций может превышать число нарушений в подразделениях, не имеющих опасных процессов или оборудования, но пренебрегающих выполнением установленных норм и предписаний служб ОТ и ПБ.

Первый шаг в работе – это определение опасных факторов, существующих в подразделениях. Перечень факторов, которые могут приводить к повышенному травматизму, созданию опасных условий или могут способствовать совершению



опасных действий, составляется путем анализа отчетной документации и показателей, используемых при контроле ОТ и ПБ. Анализ, проведенный авторами, позволил выделить следующие основные факторы:

- количество сотрудников;
- количество опасного оборудования;
- количество проводимых опасных видов работ;
- время эксплуатации оборудования;
- доля нарушений, выявленных в процессе аудиторских проверок безопасности, приходящихся на общее число наблюдений.

Если необходимо установить зависимость количества нарушений сразу от нескольких факторов, то берутся только независимые друг от друга факторы.

Диаграмма рассеивания (разброса) – инструмент, позволяющий определить вид и силу связи между парами соответствующих переменных. В изучении взаимосвязей количественных признаков с помощью корреляционного и регрессионного анализа можно выделить три стадии, заключающиеся в поиске ответов на вопросы:

- существует ли взаимосвязь (корреляция) между признаками?
- какова форма этой связи?
- какова сила этой связи?

При построении диаграммы рассеивания выполняют следующие действия:

- 1) выбирают фактор, по которому будет проводиться анализ (например, количество происшествий), и перенную величину, от которой этот фактор, возможно, зависит;
- 2) для каждого значения фактора измеряется соответствующее значение зависимой переменной

(эти два значения образуют пару данных, которые наносятся точкой на график; обычно берут не менее 30 точек);

3) значения независимого фактора откладываются по оси абсцисс, а значения зависимой переменной – по оси ординат;

4) полученные пары данных наносят точками на график и проводят анализ полученного результата на наличие корреляционной зависимости, что позволяет установить, действительно ли изучаемая проблема (изношенность оборудования, периодичность проведения ПАБ и др.) влияют на исследуемый фактор.

Пример диаграммы рассеивания, полученной при анализе взаимосвязи между количеством происшествий (включая инциденты) и количеством проводимых на предприятии опасных видов работ, приведен на рис. 6, где r – коэффициент корреляции Пирсона, p – уровень значимости (значимой считается корреляция при $p < 0.05$).

В заключение отметим, что представленная в работе методика применения статистических методов применительно к процессу управления ОТ и ПБ предприятия позволяет не только количественно оценивать уровень деятельности в различных подразделениях, планировать целевые показатели на определенные промежутки времени, но и, что более важно, своевременно принимать меры по предотвращению возможных происшествий. При этом в зависимости от конкретных ситуаций и решаемых проблем могут использоваться различные наборы инструментов. Состав инструментов и порядок их применения должен быть установлен в нормативной документации предприятия.

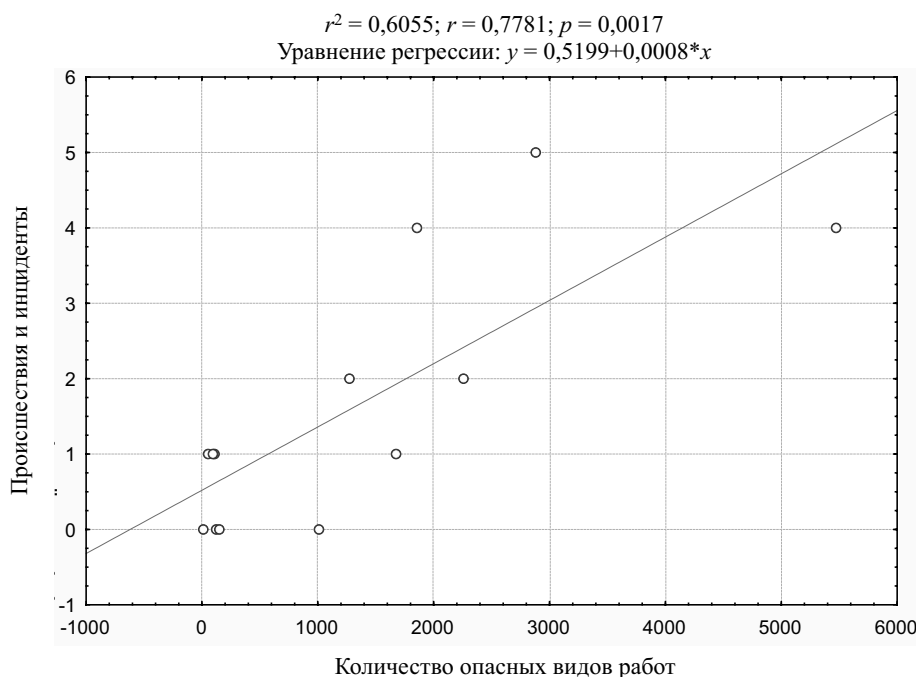


Рис. 6. Диаграмма рассеивания



Примечания

- 1 OHSAS 18001:1999 Occupational health and safety management systems.
- 2 ГОСТ Р 12.0.006-2002 Общие требования к управлению охраной труда в организации. М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001.
- 3 <http://www.rosugol.ru>
- 4 См.: Статистические методы повышения качества / Пер. с англ.; под ред. Х. Кумэ. М.: Финансы и статистика, 1990; Управление качеством / Под ред. В.Н. Азарова. Т. 1. Основы обеспечения качества. М.: МГИЭМ, 1999; Т. 2. Принципы и методы всеобщего руководства качеством. М.: МГИЭМ, 2000.
- 5 См.: Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; Под ред. О.П. Глудкина. М.: Радио и связь,

- 1999; Статистические методы повышения качества...; Управление качеством. Т. 2.
- 6 Всеобщее управление качеством...; Управление качеством. Т. 2.
- 7 См.: Статистические методы повышения качества...; Всеобщее управление качеством...; Управление качеством. Т. 2.
- 8 См.: Всеобщее управление качеством...
- 9 См.: Статистические методы повышения качества...
- 10 Там же; Всеобщее управление качеством...; Управление качеством. Т. 1.
- 11 ГОСТ Р 50779.41 – 96 Статистические методы. Контрольные карты для арифметического среднего с предупреждающими границами. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1996; ГОСТ Р 50779.42 – 99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1999.

УДК 373.5014:[808.2+82]

МОНИТОРИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАК ОСНОВА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБРАЗОВАНИИ

С.А. Ворошилов, И.В. Ткаченко*, Н.М. Грачева*, М.А. Ягубова**, А.В. Бурмистров***, А.С. Ворошилов, О.А. Шаманова****

Саратовский государственный университет, кафедра материаловедения, технологии и метрологии материалов

E-mail: voroshilov@sgu.ru

* Министерство образования Саратовской области

E-mail: minobr.sar@seun.ru

** Саратовский государственный университет, кафедра русского языка и речевой коммуникации

*** Саратовский государственный университет,

кафедра физики полупроводников

E-mail: burmistrov@cpk.sgu.ru

**** Саратовский государственный университет,

управление довузовского обучения

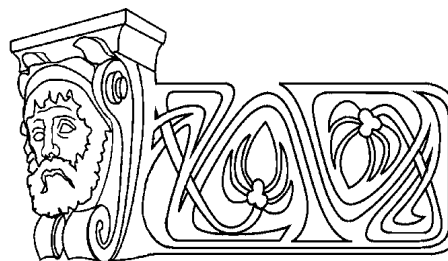
E-mail: oasham@mail.ru

Описана методика проведения регионального мониторингового исследования достижений школьников, основанная на выборочном контроле уровня подготовки выпускников I, II и III ступеней по русскому языку и литературе. По результатам мониторинга разработаны рекомендации управленческого характера для региональной системы образования.

Monitoring Investigation as the Basis of Education System Management

S.A. Voroshilov, I.V. Tkachenko, N.M. Gracheva, M.A. Yagubova, A.V. Burmistrov, A.S. Voroshilov, O.A. Shamanova

Procedures of regional monitoring on pupils' achievements are described. They are based on the chosen control of pupils' progress



of the first, second and third stages in Russian and Russian literature are presented. According to the results of monitoring management recommendations have been developed for the regional education system.

Введение

Качество образования – важная составляющая качества жизни населения страны, позволяющая обеспечить удовлетворение потребностей граждан, социальное и экономическое развитие общества. Именно поэтому одна из главных задач, сформулированных в Концепции модернизации российского образования, – повышение его качества на всех уровнях системы образования. Практические меры по развитию системы образования предпринимаются в рамках приоритетного национального проекта «Образование». Необходимым условием успешной реализации задач, сформулированных в этих документах, является обеспечение эффективности управления. Основу для принятия оправданных управленческих решений представляют результаты контроля функционирования системы образования. Реализация функции контроля в системе общего образования требует внедрения новых методов обработки и анализа данных о процессе предоставления образовательных услуг.

В статье описана методика организации и проведения регионального мониторингового исследования достижений школьников. Методика апробирована в 2002 г. при оценке качества