

UDC 648(07)

DOI 10.52171/herald264

Aggregated Labor Safety Assessments in the Development of their Management Systems at Industrial Enterprises

S.R. Rasulov¹, S.A. Solod², E.Z. Yagubov², R.Y. Ganieva¹

¹ *Azerbaijani State University of Oil and Industry (Baku, Azerbaijan)*

² *Maykop State Technological University (Adygea, Russian)*

For correspondence:

Rasulov Sakit / e-mail: rasulovsakit@gmail.com

Abstract

This article discusses the issue of aggregation of occupational safety assessments in the development and implementation of occupational safety management systems at machine-building enterprises. Aggregated BT assessments sufficiently fully and objectively characterize the degree of complexity of professional activity and with their help organizations can be ranked (ranked by activity, productivity, etc.) by the level of risk of harm to workers, then such assessments can play a multifaceted role in BT research.

Keywords: occupational safety management system, aggregated occupational safety assessment, professional activity, working conditions.

Submitted 5 December 2024

Published 23 June 2025

For citation:

S.R. Rasulov, S.A. Solod, E.Z. Yagubov, R.Y. Ganieva

[Aggregated Labor Safety Assessments in the Development of their Management Systems at Industrial Enterprises]

Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2025, vol. 17 (2), pp. 83-93

Sənaye müəssisələrində onların idarəetmə sistemlərinin işlənilib hazırlanması zamanı ümumi əməyin mühafizəsinin qiymətləndirilməsi

S.R. Rəsulov¹, S.A. Solod², E.Z. Yaqubov², R.Y. Qəniyeva¹

¹ *Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti (Bakı, Azərbaycan)*

² *Maykop Dövlət Texnologiya Universiteti (Adıgey, Rusiya)*

Xülasə

Məqalədə maşınqayırma müəssisələrində əməyin mühafizəsi idarəetmə sistemlərinin işlənilib hazırlanması və tətbiqi zamanı əməyin mühafizəsi qiymətləndirmələrinin məcmu məsələsi müzakirə olunub. Əməyin mühafizəsi üzrə ümumi qiymətləndirmələr peşəkar fəaliyyətin mürəkkəblik dərəcəsini kifayət qədər tam və obyektiv səciyələndirir və onların köməyi ilə təşkilatlar işçilərin sağlamlığına zərər vurma risk səviyyəsinə görə sıralana bilər (fəaliyyət, məhsuldarlıq və s.) və bu halda belə qiymətləndirmə əməyin mühafizəsinin tədqiqatında çoxşaxəli rol oynaya bilər.

Açar sözlər: əməyin mühafizəsi idarəetmə sistemi, ümumi qiymətləndirmələr, əməyin mühafizəsi, peşə fəaliyyəti, əmək şəraiti.

Агрегированные оценки безопасности труда при разработке их систем управления на промышленных предприятиях

С.Р. Расулов¹, С.А. Солод², Э.З. Ягубов², Р.Я. Ганиева¹

¹ *Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности (Баку, Азербайджан)*

² *Майкопский государственный технологический университет (Адыгея, Россия)*

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос агрегирования оценок безопасности труда (БТ) при разработке и внедрения систем управления безопасностью труда на предприятиях машиностроения. Агрегированные оценки БТ достаточно полно и объективно характеризуют степень сложности профессиональной деятельности. С их помощью организации могут быть ранжированы по деятельности, производительности и т.д. в зависимости от уровня риска причинения вреда здоровью рабочим. Такие оценки могут быть полезны в исследованиях по безопасности труда.

Ключевые слова: система управления безопасностью труда, агрегированные оценки безопасности труда, профессиональная деятельность, условия труда.

Введение

Тенденция к созданию обобщенных, комплексных (или агрегированных) оценок БТ существует относительно не так давно. Интерес к таким оценкам объясняется следующими обстоятельствами. Если предположить, что агрегированные оценки БТ достаточно полно и объективно характеризуют степень сложности профессиональной деятельности и с их помощью организации могут быть выстроены в ряд (или ранжированы) по уровню риска причинения вреда здоровью рабочим, то такие оценки могут играть многогранную роль в исследованиях по БТ [1-8]. Во-первых, их использование позволяет выявить организации, в которых сама система обеспечения БТ нуждается в адаптации к существующим реалиям. На сегодняшний день по множеству разрозненных факторов в системе безопасности труда это сделать крайне трудно (если это вообще возможно) из-за различной значимости и противоречивости факторов. Во-вторых, появляется большая возможность количественных и более качественных исследований реальных причин травматизма и заболеваемости. Появляется обобщенный показатель, который аккумулирует в себе эффекты влияния отдельных факторов условий труда (УТ) и, соответственно, может выступать в качестве функционального признака при изучении роли каждого конкретного фактора в БТ. Иными словами, измеряя влияние каждого отдельного фактора на обобщенную, агрегированную оценку БТ, можно определить сравнительную значимость факторов и вклад каждого из них в БТ.

Помимо этого, агрегированные оценки создают необходимые условия для исследования динамики состояния БТ, и,

соответственно, возможность качественного прогнозирования уровня травматизма и профессиональной заболеваемости. Это проявит себя при исследовании механизмов управления БТ в организациях.

К сожалению, подавляющее большинство существующих разработок по комплексной оценке безопасности труда практического применения не нашли в силу сложности их практической реализации в условиях отсутствия необходимой информации. Необходимо проведение специальных, трудоемких исследований. Многочисленные попытки агрегированной оценки безопасности труда в целом и производственной среды в частности, на основе экономических показателей, результатов не принесли.

Экономическая оценка, как правило, заключается в определении экономических потерь из-за производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и связанных с ними косвенных расходов – по восстановлению испорченного оборудования, переподготовке кадров и т.д. Ограниченность в использовании экономических показателей в оценке БТ объясняется их недостаточно тесной связью с показателями травматизма и профессиональной заболеваемости, вследствие чего экономический критерий может быть использован лишь совместно с некоторыми другими показателями УТ, дополняя, но ни в коем случае не подменяя их [9-11].

Был выполнен математико-статистический анализ взаимосвязей показателей травматизма и профессиональной заболеваемости с затратами на возмещение вреда [12].

Использованные в анализе данные включали в себя показатели: численность

пострадавших на производстве в расчете на 1000 человек; работающих (далее в математических моделях обозначается как X_1); численность пострадавших на производстве со смертельным исходом в расчете на 1000 человек работающих (X_2); число дней нетрудоспособности в расчете на одного пострадавшего (X_3); затраты по возмещению вреда в % к фонду оплаты труда (Y).

Выполненный корреляционный анализ позволяет утверждать, что исследуемые показатели обладают высокой степенью устойчивости статистических связей. Коэффициенты корреляции между ними изменяются год от года столь незначительно, что по статистическим критериям их временные отличия следует признать несущественными.

Постановка задачи

Основное внимание было уделено исследованию взаимосвязей показателя: «затраты по возмещению вреда в % к фонду оплаты труда» со всеми другими отобранными показателями с целью получить ответ на вопрос: в какой мере данный показатель отражает уровень производственного травматизма и заболеваемости на производстве, может ли он рассматриваться в качестве обобщающего, интегрального показателя этого уровня и использоваться в качестве единственного критерия установления классов профессионального риска.

Решение задачи

Данный вопрос решался с помощью построения уравнений регрессии показателя «затраты по возмещению вреда» от всех других рассматриваемых показателей.

Полученные регрессионные модели – линейная и наилучшая по статистическим

критериям из нелинейных квадратическая модель – представлены ниже.

1. Линейная модель:

$$Y = -2,181 + 0,18 \cdot X_1 - 0,292 \cdot X_2 + 0,0604 \cdot X_3$$

Основные характеристики модели:

коэффициент множественной корреляции

$R = 0,831$; коэффициент множественной детерминации $D = 69,1\%$.

2. Квадратическая модель:

$$Y = -0,692 + 0,00527 \cdot X_1^2 - 0,386 \cdot X_2^2 + 0,0333 \cdot X_3$$

Основные характеристики модели:

множественное корреляционное отношение $\eta = 0,873$; коэффициент множественной детерминации $D = 76,3\%$.

Итак, если оценивать связь показателя «Затраты на возмещение вреда в % к ФОТ» с тремя другими показателями в нелинейном виде, он содержит лишь порядка 76 %, той информации, которая содержится в этих трех важнейших показателях травматизма и заболеваемости вместе взятых.

Показатель «затраты на возмещение вреда в % к ФСС» выступает лишь как некий «коэффициент затрат» – коэффициент, характеризующий фактические расходы организации на возмещение вреда, причиненного травматизмом и профессиональными болезнями, а не как объективный показатель сложности профессиональной деятельности.

Таким образом, объективная классификация организаций по условиям труда возможна лишь на основе обобщения, агрегирования показателей состояния БТ в организациях. Для оценки состояния БТ в организациях различных видов деятельности необходим многокритериальный подход. При этом наиболее приемлемой будет система показателей, которая является, с одной стороны, достаточно информативной, а с другой – доста-

точно компактной. В этом случае будет гарантирована как объективность оценок БТ, так и разумная трудоемкость их получения, не препятствующая их практическому применению.

Сравнение организаций между собой по степени сложности и с целью их классификации возможно благодаря многокритериальности оценки БТ. Действительно, две сравниваемые организации могут различаться между собой по всем критериям, будучи, по существу, близкими друг к другу. Лишь после грамотного сведения множества критериев к одному, результирующему критерию можно однозначно судить о степени их сходства или различия.

Расчетно-аналитический метод агрегирования показателей БТ

Предлагаемый метод агрегирования показателей БТ призван создать единую научную основу для сравнения между собой как рабочих мест, так и организаций по уровню БТ и определения резервов его повышения.

Вследствие универсальности предлагаемых методических подходов целесообразно их обсудить на примере объектов одного уровня управления, что может позволить существенно упростить изложение материала. Разработанные подходы по объединению показателей БТ применяются ко всем объектам, принятым организацией, вне зависимости от их типа.

Применительно к отдельно взятой организации предлагаемая агрегированная оценка БТ является обобщением, количественным эквивалентом всего многообразия рабочих мест и оценки на этих рабочих местах условий труда, влияющих на уровень травматизма и заболеваемости рабочих. При

этом предполагается, что БТ в данной организации оценивается с единых для всех организаций позиций, исходя из некоторого единого (средне выведенного) уровня требований к качеству системы обеспечения БТ.

Объективность и практическая пригодность агрегированных оценок БТ находятся в прямой зависимости от того, насколько обоснованно отобраны частные показатели, из которых формируется агрегированная оценка, какова степень учета ими всего многообразия условий профессиональной деятельности, влияющих на травматизм и заболеваемость в организации.

При выборе подхода к взвешиванию частных показателей было выдвинуто следующее положение: значимость частного показателя тем выше, чем больше его доля в общей информации, которую несут в себе все частные показатели уровня благоприятности условий труда на рабочих местах вместе взятые.

Справедливость данного положения можно доказать. Прежде всего, необходимо учесть, что отобранные частные показатели по построению являются оценками, хотя и с разных сторон, результата влияния УТ на травматизм и заболеваемость. Следовательно, всю содержащуюся в них информацию с полным основанием можно рассматривать как информацию об одном и том же явлении. Отсюда, чем большая часть этой информации приходится на долю того или иного частного показателя, тем в большей мере она отражает изучаемое явление.

Исходя из того, что понятия информативности и значимости в данном случае совпадают, для взвешивания частных показателей по значимости было решено использовать *методы факторного анализа*.

В терминах факторного анализа уровень благоприятности УТ в организации – это латентный фактор, явными признаками которого являются его частные оценки – частные показатели УТ (скрытый фактор характеризуется тем, что непосредственно измерить его нельзя и уравнение его связи с явными признаками неизвестно). Задача взвешивания частных показателей предстает при этом как одна из типичных задач факторного анализа: определить количественную меру проявления скрытого фактора в каждом из явных, измеряемых признаков. Эта количественная мера в общем случае выступает как степень информативности данного явного признака. В нашем же случае она, кроме того, будет отражать и его относительную значимость в системе отобранных частных показателей. Отсюда вытекает возможность сформировать из частных оценок УТ интегральную их оценку. При этом уравнение связи интегральной оценки с частными будет иметь вид формулы взвешенной суммы:

$$Q = a + \sum y_i q_i \quad (1)$$

где q_i – i -я частная оценка (н-р, коэффициент частоты травматизма); y_i – относительный вес данной оценки; a – свободный член уравнения, компенсирующий различия масштабов измерения частных оценок q_i .

Если частные оценки измерять в едином стандартизованном масштабе, то необходимость в свободном члене уравнения отпадает.

Методы факторного анализа позволяют вскрыть логическую структуру изучаемого явления, отделить взаимозаменяемое от независимого, существенное от несущественного. Это в нашем случае чрезвычайно важно, поскольку, во-первых, частные оценки q_i заведомо перекрываются, т.е.

в той или иной мере отражают одни и те же аспекты БТ, а во-вторых, вычислены в той или иной мере приближенно и содержат некоторые ошибки.

В целом методы факторного анализа позволяют представить в виде единой оценки Q всю содержащуюся в частных оценках полезную информацию без каких-либо искажений. С этой точки зрения они могут считаться адекватными методами, наиболее соответствующими характеру рассматриваемой проблемы.

Известно, что результаты всех факторных методов (центроидного, главных компонент PCA, биполярных факторов и др.) могут быть взаимно преобразованы друг в друга. Рекомендован для расчета весовых характеристик метод главных компонент PCA. В качестве основной причины этого можно указать на существование стандартных программ, реализующих названный метод на персональных компьютерах. Его использование позволит избежать излишних трудностей при выполнении расчетов по оценке показателей БТ, влияющих на травматизм и заболеваемость.

Применительно к задаче оценки БТ главные компоненты являются некоторыми новыми переменными F_j , сформированными на базе частных оценок этих условий q_i . Каждая из главных компонент представляет собой некоторую комбинацию частных оценок. Главные компоненты различаются между собой относительными весами, с которыми каждая из частных оценок входит в ту или иную компоненту.

Во-первых, переход от частных оценок q_i к главным компонентам F_j осуществляется без какой-либо потери информации. Во-вторых, характеристики значи-

мости, веса оценок q_i в рамках каждой в отдельности главной компоненты оказываются однозначно определенными. Это и создает предпосылки для определения значимости каждой из частных оценок q_i во всей информации о степени благоприятности условий труда, которую они содержат вместе взятые.

Весьма важным свойством главных компонент является их некоррелированность (линейная независимость), т.е. они не перекрывают друг друга. Неперекрываемость главных компонент позволяет достоверно оценивать значимость каждой из них.

Таким образом, оказывается возможным оценивать, с одной стороны, значимость частных оценок в рамках каждой компоненты, с другой стороны – сравнительную значимость самих компонент. Отсюда логически вытекает возможность сравнивать частные оценки q_i по их значимости вообще, а не только в границах той или иной компоненты.

Метод главных компонент можно использовать для определения весов отдельных показателей БТ и их объединения в общую оценку. Этот метод имеет понятную геометрическую интерпретацию, которая демонстрирует его эффективность при объединении показателей с заранее неизвестными весами. В целях большей наглядности целесообразно допустить, что состояние безопасности труда в организациях характеризуется только двумя оценками – q_1 и q_2 .

Если рассматривать частные оценки конкретной организации как координаты точек на плоскости с осями q_1 и q_2 , то все анализируемые части можно представить в виде множества точек, расположенных на этой плоскости. Число таких точек будет равно числу организаций и, вместе взятые,

они будут образовывать некоторую плоскую фигуру, так называемый «эллипс рассеивания» (рис.). Данный подход позволяет визуализировать данные и проводить анализ их распределения. В такой интерпретации главные компоненты представляют собой главные оси образованного точками эллипса. Эти оси, как нетрудно заметить, соответствуют направлениям, в которых происходит рассеивание точек.

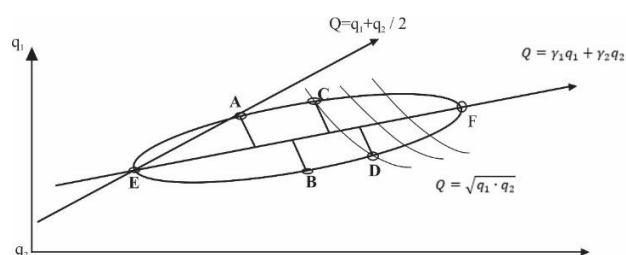


Рисунок – Сравнение методов агрегирования показателей

Figure – Comparison of methods of aggregation of indicators

Предположим, что рассеивание точек вдоль одной из главных осей эллипса оказывается несущественным по статистическим критериям и, следовательно, им можно пренебречь, данное допущение принципиальной роли не играет и сделано лишь в целях простоты рассуждений.

Рассмотрим, каковы при этом причины рассеивания соответствующих организациям точек на плоскости в направлении другой оси эллипса, т.е. в направлении существенной главной компоненты.

Эта ось, как видно из рисунке, направлена из области низких оценок q_1 и q_2 в область высоких их значений. Чем выше оценки q_1 и q_2 , тем хуже положение дел в организации. Отсюда вывод: вблизи точки

Е находятся точки, соответствующие организациям с наиболее лучшим положением дел в области обеспечения БТ, точки же, соответствующие худшим в этом смысле организациям, группируются вблизи точки F. Следовательно, существенная главная компонента характеризует собой тенденцию улучшения положения дел в организациях при понижении оценок q_1 и q_2 .

Если соответствующие конкретным организациям точки спроектировать на главную компоненту, то на новой оси отсчета – главной компоненте – эти точки и организации оказываются ранжированными по принципу: чем лучше положение дел в организации, тем меньше координата соответствующей точки на новой оси отсчета.

Таким образом, использование главной компоненты в данном случае позволяет при заданных значениях частных показателей БТ q_1 и q_2 (т.е. применительно к конкретной организации) однозначно ответить на вопрос, насколько благоприятно или неблагоприятно сочетание этих оценок с позиций обеспечения БТ в организации.

Очевиден и смысл весовых характеристик. Каждая из них в отдельности характеризует смещение точек в направлении существенной главной компоненты, когда одна из оценок меняется, а другая остается неизменной. Следовательно, веса показывают, в какой мере агрегированная оценка уровня БТ зависит от роста или снижения уровня одного частного показателя при неизменном уровне другого.

Интегральное оценивание уровня БТ по формуле среднеарифметической $Q=(q_1+q_2)/2$ представляет собой результат проецирования соответствующих организаций точек на биссектрису координатного

угла. Сами по себе оценки Q при этом равны по величине расстоянию от начала координат до проекции этих точек, измеренному в масштабе, в котором откладывались на осях q_1 и q_2 частные оценки организаций, (имеется ввиду, что на осях q_1 и q_2 масштаб измерения один и тот же. Соблюсти данное условие, очевидно, не представляет труда.)

Недостатки такого способа формирования агрегированной оценки Q вытекают из того, что он полностью абстрагируется от реально существующих тенденций снижения частных показателей q_1 и q_2 по мере перехода от организаций с неудовлетворительными показателями к организациям с хорошими показателями. Положение оси отсчета агрегированной оценки Q (биссектрисы координатного угла) при любом расположении эллипса рассеивания точек с координатами q_1 и q_2 всегда остается неизменным, т.е. эта ось не реагирует на природу изучаемого явления и специфику рассматриваемых объектов.

В силу отмеченных обстоятельств данный способ интегрального оценивания приводит к ошибочным выводам. Нельзя, например, согласиться с тем, что точки А и В на рисунке соответствуют организациям с одинаковой степенью опасности УТ. Если эти точки проектировать не на биссектрису координатного угла, а на главную ось эллипса рассеивания, отражающую собой тенденцию улучшения УТ, то те же две организации получают совершенно разные, существенно отличные друг от друга оценки Q .

Аналогичным недостатком обладает и второй из рассматриваемых способов формирования обобщенных оценок – способ их определения как среднегеометрических величин. Отличие его от рассмотренного

выше заключается в том, что в данном случае интегральное оценивание осуществляется с помощью семейства параллельных кривых. Каждой кривой поставлено в соответствие конкретное значение обобщенной оценки Q , т.е. каждая из таких кривых рассматривается как кривая равного уровня, и при попадании на нее нескольких точек соответствующие им организациям получают равные оценки Q (см., например, точки С и D на рисунке).

И в этом случае реальная природа отличий организаций по уровню БТ оказывается неучтенной: кривые равного уровня не меняют своей конфигурации и постоянны независимо от того, с какими конкретно объектами имеем дело и каковы реально существующие связи между показателями q_1 и q_2 .

Приведенные рассуждения могут быть распространены и на многомерный случай, когда каждая организация характеризуется не двумя частными показателями БТ q_1 и q_2 , а некоторым их множеством, превышающим две оценки. В частности, можно было бы рассмотреть 3-мерный случай. Для этого потребовалось бы построение уже не эллипса, а эллипсоида рассеивания в 3-мерном пространстве. Соответственно, рассуждения несколько бы усложнились. Однако в конечном счете они привели бы к тем же выводам.

Непосредственно расчет весовых характеристик частных оценок по методу главных компонент основан на использовании собственных значений и собственных векторов матриц коэффициентов корреляции между оценками.

Рассмотрим метод этих расчетов в общем виде, т.е. не оговаривая конкретно число частных показателей, по которым

определяется интегральная оценка БТ (обсуждаемый далее метод представляет собой уточнение и развитие автором теоретических положений метода главных компонент). Предположим, что агрегированное оценивание БТ в каждой из рассматриваемых i организаций предполагается производить с использованием m частных оценок – некоторых оценок q_1, q_2, \dots, q_m . Тогда матрица коэффициентов корреляции между частными оценками будет иметь m собственных значений и столько же собственных векторов.

Все ее собственные значения (некоторые величины λ_k ; $k = 1 \div m$) могут быть найдены как корни уравнения, которое получается при раскрытии и приравнении к нулю определителя матрицы $(R - \lambda_k I)$, где R – данная корреляционная, а I – единичная матрицы. Координаты же собственных векторов можно определять в результате очередной подстановки найденных собственных значений λ_k в матричное уравнение 2:

$$(R - \lambda_k I) a_k = 0 \quad (2)$$

где a_k – k -й собственный вектор матрицы R .

Отыскание собственных значений и векторов матрицы R позволяет заменить исходную систему оценок q_1, q_2, \dots, q_m столь же нормативной, но значительно более удобной при интегральном оценивании системой показателей – главных компонент F_1, F_2, \dots, F_m . Между теми и другими переменными существуют строго функциональные связи. Наиболее компактно эти связи можно выразить, если перейти к стандартизованному масштабу измерения оценок q_1, q_2, \dots, q_m , т.е. измерять оценки в их среднеквадратических отклонениях (в «сигмах»).

Если обозначить оценки q_1, q_2, \dots, q_m ,

измеренные в стандартизованном масштабе, как z_1, z_2, \dots, z_m , то справедливо следующее соотношение:

$$F_{ki} = \sum_{j=1} a_{kj} z_{ji} \quad (3)$$

где F_{ki} – значение k -й компоненты для i -й производства; z_{ji} – значение j -й частной оценки i -й производства (в стандартизованном масштабе); a_{kj} – j -я координата k -го собственного вектора a_k .

Нетрудно заметить, что величины a_{kj} в выражении (3) выступают в качестве весов, с которыми входят стандартизованные оценки z_j в k -ю главную компоненту. Тем самым значимость каждой из частных оценок БТ в рамках отдельных главных компонент оказывается выявленной. Остается лишь решить вопрос о том, какие из m главных компонент при формировании агрегированных оценок БТ следует принять во внимание, а какие из них должны быть отсеяны.

О степени значимости каждой из компонент F_k можно судить по величине соответствующего данной компоненте собственного значения λ_k : чем больше собственное значение, тем более значима компонента. Для того, чтобы установить строгие границы значимости, отсеять несущественные компоненты и тем самым устранить эффект перекрываемости частных оценок q_1, q_2, \dots, q_m в агрегированной оценке

БТ, в настоящей работе предлагается использовать критерий значимости парных коэффициентов корреляции. При этом необходимо уточнить, о какой именно корреляции в данном случае идет речь.

Заклучение

Поскольку сравнительная значимость главных компонент F_1, F_2, \dots, F_m известна, то вся их совокупность без труда может быть сведена к одной единственной переменной – некоторой взвешенной их сумме Q , которая будет нести в себе всю исходную информацию. На проверке существенности парной корреляция каждой из компонент с этой результирующей переменной Q и может быть основан принцип отбора наиболее значимых из них. Это тем более оправдано, что понятие парной корреляции в данном случае совпадает с понятием частной корреляционной связи. Следовательно, на связь любой из компонент с результирующей переменной Q другие компоненты не оказывают никакого влияния, что и позволяет в рассматриваемом случае ставить знак равенства между парной и частной связями.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

REFERENCES

1. **Novikov V., Zhuravleva D.** (2010). Approach to modelling a personnel control subsystem by means of formal logic at the engineering enterprises. Vestnik of Don State Technical University. 10 (3): 364–368.
2. **Chertikovtsev V.K.** (2000). Mnoqourovnevoe tselovoye imitasionnoye modelirovaniye slojnix mnoqofaktornix sistem dlya resheniye orqanizatsionnix zadach oxrani truda. Diss. Dokt. tekhn. nauk. Samarskiy politexnicheskiy ins-t, Samara.

3. **Kozlov V.D.** (2000). Upravleniye orqanizatsiy. M. 196 s.
4. **Rusak O.N.** (2003). Prioritetniye razrabotki po bezopastnosti truda i zashitte okrujayushey sredi uchenix qoroda na Neve: nauch-prak. i uch.-metodich. jurnal. Bezopastnost jiznideyatelnosti, № 6. S. 6-8
5. **Fedosov A.V., Abdraxmanov N.X., Rasulov S.R.** (2019). Osnoviye texnicheskovo requirovaniya. Ufa: izd-vo UQNTU, 128 s.
6. **Alyayev Y.A.** (2006). Diskretnaya matematika i matematicheskaya logika / S.F. Tyurin. M.: “Finansi i Statistika”, 366 s.
7. **Ryabinin I.A.** (2000). Nadejnost i bezopastnost slojnix sistem // Politexnika, 248 s.
8. **Nasirova E.A.** (2022). Architecture of modeling process of flexible manufacture systems actions. Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, vol. 14, no.1, pp. 106-116
9. **Shlikov V.N.** (1994). Issledovaniye riska travmatizma i razrabotka metodov eqo snijeniya (na primere stroitelnoqo proizvodstvo). Diss. na soiskaniye uch. stepeni dokt. texn. nauk. Mosk. qosud. universitet putey soobsheniy (MIIT) - M., 412 c.
10. **Fedosov A.V., Idrisova K.R., Rasulov S.R. i dr.** (2018). Teoreticheskiye osnovie promishlennoy bezopastnosti. Ufa: izd.-vo UQNTU, 129 s.
11. **Gardashova L.A., Hasanli N.I.** (2018). Analysis of methods based on evolutionary computing, vol. 10, №2, pp. 92-99.
12. **Solod S.A., Novikov V.V. i dr.** (2010). Otsenka sostayaniya oxrani truda v reqione na osnove analiza travmatizma. Krasnodar: Izdatelskiy Dom Yuq, 128 s.