

УДК:658012

## ЗНАЧИМАСТЬ МЕТОДА МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБЛАСТИ ОХРАНА ТРУДА

**Юлдашев Орунбой Рахмонбердиевич**

к.т.н , доцент профессор кафедры института гражданский защиты при  
Академии МЧС РУз

**Абдиев Иброхим Махаммадсодиқ ўғли**

Магистрант 1-го курса института гражданский защиты при Академии МЧС РУз

*Аннотация:* Данная статья посвящена анализу результатов по проведенных научно-исследовательских работ в рамках инновационного НИР. В статье приведены роль мобильных приложений в жизни современного человека разнообразный социально-экономических вопросов в области охраны труда. А также использование методов математического моделирования для оценки отдельных сторон взаимодействий человека с производственной средой и для исследования зависимостей между параметрами в лабораторных полупромышленных установках.

*Ключевые слова:* Безопасность шум, вибрация, пыль, газ, теплообмен, исследования, программное обеспечения, создание, охрана труда.

## THE SIGNIFICANCE OF THE METHOD OF MATHEMATICAL MODELING IN THE FIELD OF LABOR PROTECTION

**Yuldashev Orunboy Rakhmonberdievich**

Professor of the Department of the Institute of Civil Protection under the Academy of  
the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan Ph.D.,  
Associate Professor

**Abdiyev Ibrohim Maxammadsodiq o'g'li**

Master of the 1st course of the Institute of Civil Protection under the Academy of the  
Ministry of Emergency Situations of the Republic of Uzbekistan

*Abstract:* This article is devoted to the analysis of the results of the research work carried out in the framework of innovative research. The article presents the role of

*mobile applications in the life of a modern person and a variety of socio-economic issues in the field of labor protection. As well as the use of mathematical modeling methods to evaluate individual aspects of human interactions with the production environment and to study the dependencies between parameters in laboratory semi-industrial installations.*

**Keywords:** Safety, noise, vibration, dust, gas, heat exchange, research, software, creation, labor protection.

## MEHNATNI MUHOFAZA QILISH SOHASIDA MATEMATIK MODELLASHTIRISH USULINING AHAMIYATI

**Yuldashev Orinboy Raxmonberdievich**

O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi qoshidagi  
Fuqaro muhofazasi instituti kafedrası professorı t.f.n., dotsent

**Abdiyev Ibrohim Maxammadsodiq o‘g‘li**

O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi qoshidagi  
Fuqaro muhofazasi instituti 1-kurs magistri

**Annotasiya:** *Ushbu maqola innovatsion ilmiy-tadqiqot ishlari doirasida olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari natijalarini tahlil qilishga bog‘ishlangan. Maqolada mobil ilovalarning zamonaviy inson hayotidagi o‘rni ko‘rsatilgan turli xil ijtimoiy - iqtisodiy masalalar sohasida mehnatni muhofaza qilish. Shuningdek, insonning ishlab chiqarish muhiti bilan o‘zaro ta‘sirining individual tomonlarini baholash va laboratoriya yarım sanoat inshootlarida parametrlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganish uchun matematik modellashtirish usullaridan foydalanish.*

**Kalit so‘zlar:** *xavfsizlik, shovqin, tebranish, chang, gaz, issiqlik uzatish, tadqiqot, dasturiy ta‘minot, yaratish, mehnatni muhofaza qilish.*

В последнее время методы математического моделирования используются при решении задач охраны труда. Этот метод позволяет определять пути совершенствования различных технологических процессов, проводить анализ режимов эксплуатации и выбрать среди них оптимальные по критериям безопасности. Кроме того, появляется возможность предсказывать тенденции изменения интересующих показателей во времени и проверять выдвинутые гипотезы о структуре и механизме процессов.

Для охраны труда характерны многообразие решаемых задач и наличие направлений, связанных с фундаментальными естественными науками. Так, вопросы теплозащиты тесно

связаны с классической теорией массой и теплообмена, при решении которых с успехом используются уравнения теории конвективного и лучистого теплообмена [1]. При организации защиты от вибрации и шума применяются методы классической механики, теории колебаний и акустики.

Исследование вентиляции производственных помещений тесно связано с аэродинамической или гидроаэромеханикой.

В основе решения вопросов защиты от поражения электрическим током лежат законы электротехники и электромагнетизма.

Создание физических аспектов улавливания пыли и газов опирается на законы классической гидроаэромеханики, статистической и молекулярной физики [2]. И наконец, эргономика опирается на достижения медицинских, психологических, биологических наук.

Таким образом, специфика мероприятий по охране труда, для которых характерен значительный объем экспериментальных работ на стадии лабораторных, промышленных, и исследований, предопределяет перспективность применения, во-первых, аналитических, во-вторых, экспериментально статистических методов моделирования.

В первом случае уравнения динамики и статики составляются на основе анализа физико-химической сущности процессов, происходящих в объекте, и применения законов сохранения энергии и вещества. Во втором случае при неполном знании механизма процессов и сущности внутренней структуры, когда значения выходной величины не находятся в однозначной зависимости с входными воздействиями, исследование процессов проводится с использованием статистически-вероятностных методов.

Наиболее рациональной является такая схема исследования когда общее математическое описание находят с помощью аналитических методов, позволяющих на основе физической сущности процесса получить общее решение задачи. Экспериментально-статистические методы в этом случае помогают установить для конкретного объекта диапазон изменения констант, пределы варьирования управляющих параметров, допустимость зон варьирования для обеспечения безопасности и др.

Конечной целью математического моделирования является определение функциональных зависимостей входных и выходных параметров, объектов принятия решений моделей, прогнозирование значений выходных величин

процесса по времени, разработка рекомендаций (или систем) по его безопасному управлению.

Исходя из сказанного при исследованиях в области охраны труда можно наметить следующие направления для эффективного применения упомянутых методов:

1. Использование методов математического моделирования для оценки отдельных сторон взаимодействия человека с производственной средой и для исследования зависимостей между параметрами в лабораторных, полупромышленных и промышленных установках

2. Математическое описание и оптимизация проектируемых или находящихся в эксплуатации сложных процессов, для которых характерны отрицательно воздействующие на человека факторы.

3. Создание автоматизированных систем управления охраной труда и ее контроля с применением счетно-решающих алгоритм механизма, Каждое из названных направлений включает определенные группы задач. Решение которых обеспечивается соответствующими методами математического моделирования. На стадии предварительного изучения объекта исследования, когда из большого числа факторов нужно выделить наиболее важные, а мнения об их важности в литературе носят противоречивый характер, используется метод априорного ранжирования факторов, или метод ранговой корреляции [3]. Данный метод применяют в случаях, когда варьируемые качественные признаки не могут быть показателями. На следующем этапе, при сравнительно большом числе факторов (более 5-7), оказывающих влияние на процесс, задача их сокращения решается методом случайного баланса [3]. В работе [4] иллюстрируется применение метода ранговой корреляции при выявлении степени влияния энергетических характеристик вибрации (уровень в скорость вибрации, характер и продолжительность воздействия и др) вызываемые ею заболевания.

На этапах предварительного исследования объектов, когда изучаются характеристики отдельных параметров, возникает нахождения распределения случайных величин. В данном случайных знание законов распределения способствует правильному выбору методов статистической обработки и оценки характеристик изучаемых параметров. Это позволяет прогнозировать возникновение опасных ситуаций и разрабатывать мероприятия, на предотвращение причин, вызывающих профессиональную заболеваемость и на травматизм.

Нахождение законов распределения в области исследований по охране труда часто является самостоятельной задачей. Знание этих законов приводит к непосредственному определению безопасных режимов работы оборудования. Например, отказы технологического оборудования, имеющие прямую связь с травматизмом, распределены по закону Пуассона, поэтому безопасность оборудования оценивается на основе данного распределения [5]. Распределение несчастных случаев по тяжести хорошо аппроксимируется у (p)-распределением [6].

Наиболее удобно представление различного вида распределений в виде уравнений. С этих позиций распределение несчастных случаев по производству в целом по отдельной профессии хорошо описывается уравнениями множественной нелинейной регрессии [7].

При выполнении работ, связанных с решением задач первого направления, когда определяются: зависимость травматизма и профессиональных заболеваний от технологических, психофизиологических, организационных причин и социально-гигиенических условий труда [8]; характер влияния освещенности, шума, запыленности и других факторов на производительность труда [9]; связь между эксплуатационной надежностью оборудования [10]; влияние технологических факторов на вибро- и шумоактивность машин и механизмов в условиях нормальной эксплуатации и при диагностике их неисправностей [11]; координаты установки датчиков состояния воздушной среды [12]; успешно используется на метод корреляционного анализа, позволяющий получить парные между причинно-следственными факторами. При определении совокупности оценки влияния причинных факторов на условия труда работающих используются методы многофакторного дисперсионного и регрессивного анализов с оценкой достоверности полученных данных по соответствующим статистическим критериям. Здесь же решаются задачи определения уровней значимости расчета доверительных границ проверки гипотез с привлечением аппарата теории вероятностей прикладной статистики [13]. Применение этих методов позволяет использовать полученный из пассивного эксперимента статический материал для построения модели отражающей одновременность воздействия комплекса входных факторов, оценить влияние отдельно каждого фактора, провести анализ и интерпретацию моделей в соответствии с физической сущностью исследуемого процесса.

В практике работ по охране труда часто решаются задачи определения вероятности событий, экспериментальное которых затруднено. Обычно подобная оценка производится для выявления наиболее рациональных

конструктивных параметров элементов безопасной в перспективе техники. В основе таких работ лежат теоремы о сложении и умножении вероятностей, понятие полной вероятности и ТЕОРЕМА ГИПОТЕЗ (формула Бейеса) [14].

Примерами применения вероятностного подхода служат решения задач по моделированию и аналитической оценке условий безопасности труда [15]. оценке уровня безопасности разработок и по прогнозированию вероятности производственных травм .

При оценке безопасности оборудования производственных комплексов со сложной структурой с различными условиями эксплуатации предпочтение отдается статистическому методу Монте-Карло ( в основе- закон больших чисел и предельные теоремы ).

Неотъемлемой частью большинства лабораторных и полупромышленных исследований в области охраны труда является решение сложных многофакторных задач. В основе этого решения лежат экспериментальные исследования при возможности активного воздействия на управляющие параметры. Такие задачи встречаются, например, в эргономике, газопылеулавливании, вентиляции, где зачастую исследования проводятся на модельных или натуральных установках, позволяющих активно воздействовать на управляющие параметры.

Традиционные методы исследований, используемые для этих целей, связаны с трудоемким экспериментом, основанным на поочередном варьировании отдельных независимых переменных, когда остальные переменные сохраняются на неизменном уровне.

Указанные задачи наиболее эффективно решаются путем использования математических методов планирования и анализа эксперимента (19), позволяющих резко сократить количество опытов. Однако эти методы, к сожалению, не нашли еще широкого применения в области исследований по охране труда.

При решении задач второго направления часто возникает необходимость определения максимальных или минимальных значений выходных параметров. Нахождение соотношения значений выходных параметров, достигается методами оптимизации. Оптимизация может быть осуществлена на основе математической модели или путем непосредственного поиска оптимальных условий на объекта в зависимости от выбранного метода. Согласно классификации методов оптимизации приведенной в работе , различают следующие методы поиска оптимума; аналитические, математического, автоматические, автоматические с самонастраивающимися моделями. К данным

методам необходимо отнести также автоматизацию процессов инженерного труда, цель которой – снижение трудоемкости работ при поиске оптимальных проектных решений. Такие задачи возникают, например, при расчетах вентиляционных систем, когда необходимо учесть наименьшие и наибольшие допустимые значения скоростей воздуха, номенклатуру и комплектацию оборудования, действительные сопротивления тройников, крестовин и т.д. Характерны в этом направлении работы по созданию систем автоматизированного оптимального проектирования и анализа комплекса теплообменных аппаратов а также по конструированию в области виброзащиты

Решение задач этого направления обеспечивается методами теории систем линейного и нелинейного программирования, с помощью которых процессы описываются системой алгебраических уравнений, неравенств-ограничений, минимизируемых нелинейным функционалом-целевой функцией и уравнениями связи. Широкое распространение в последние годы получили работы по созданию систем автоматизированного управления охраной труда и ее контроля на уровне предприятий, отрасли и региона, базирующиеся на больших технических возможностях вычислительных машин. Третье направление получило непосредственное отражение при решении проблемы совершенствования методов управления охраной труда.

В области охраны труда уже созданы локальные системы автоматизированного контроля воздушного бассейна. Цель их организации – газовый контроль воздуха химических предприятий и выдача потребителям справочной информации о количественном составе веществ, загрязняющих атмосферу. Имеются технические решения для разработки отраслевых автоматизированных систем учета, анализа и предупреждения производственного травматизма.

При выполнении работ третьего направления следует установить, возможные потоки информации, определить выборки, частоту съема данных и время интегрирования. Для этого успешно могут быть использованы методы статической динамики и спектрального анализа.

По задачам исследования сюда же может быть отнесена эрготическая система, в которой роль управляющего звена выполняет человек. Процесс построения такой системы включает этапы формирования психофизического портрета оператора, согласование потоков поступающей к нему информации и характеристик управляемого процесса соответственно с пропускной способностью и показателями организма человека. Процедура нахождения

многофакторной модели оператора осуществляется с помощью корреляционного и факторного анализов.

Для согласования характеристик оператора и управляемого процесс используется метод описания деятельности оператора передаточными функциями, что позволит количественно проанализировать психофизиологические особенности оператора с помощью коэффициента усиления, постоянных времени и чистого запаздывания.

Для изучения информационный возможностей человека-оператора эргатической системе наиболее предпочтительными являются методы статической теории информации, которые позволили установить что человек как потребитель информации функционирует аналогично каналу с ограниченной емкостью.

Процесс решения рассматриваемого класса задач связан переработкой статического материала, что требует применения вычислительных машин. По приведенным методам следования и расчета в математическом обеспечении вычислительных центров имеются разработанные стандартные программы, которые могут быть использованы для выполнения необходимых расчетов на ПМ. Таким образом, методы математического моделирования могут быть успешно применены на различных этапах исследования при решении задач охраны труда, им позволит использовать большие возможности вычислительной техники и обеспечит интенсификации научно-исследовательских работ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глушков Л.А. Тепловое излучение и организация воздухообмена горячих цехах-В кн; Защита от тепловых излучений на предприятиях черной металлургии. М 2009
2. Карагодин Л.Н. Журавлев В.П. О создании физических основ уравнения пыли.- «Безопасность труда в промышленности», 2001 № 5
3. Тихомиров В.Б. Планирование и анализ эксперимента. М. «Легкая индустрия», 2004
4. Резумов И.К. Основы теории энергетического действия вибрации на человека. М. «Медицина» 2005
5. Шакирзянова Л.Г. Пасынкеев А.А. Бобылев М.Б. К вопросу об оценке безопасности прокатного оборудования. -В кн: Охрана труда и техника безопасности в черной металлургии. Вып 4.М. 2006

6. Шихов В.Н. и др О статистической оценке распределения несчастных случаев по тяжести. -В кн: Проблемы охраны труда. Казань, 2014
7. Сенчишев И.А. и др . Моделирование процесса травматизма для задач прогнозирования в прокатном производстве –В кн: Охрана труда и техника безопасности в черной металлургии. Вып 1. М. 2002
8. Гамхаршивили А.Г. Вероятностный подход к анализу некоторых причин производственного травматизма. -«Безопасность труда в промышленности» 2009
9. Траносов А.М. и др . Условия труда и его производительность. - «Безопасность труда в промышленности» 2003
10. Супаков Н.К Общая методика оценки безопасности оборудования и производства. -В кн: Проблемы охраны труда. Казаны, 2004
11. Пиаревский Н.Н. Корреляционные методы при исследовании шумов и вибрации/ -В кн: Труды симпозиума «Статистические методы в теоретических экспериментальных исследованиях шумов и вибраций» 2009
12. Шербень А.Н и др . Определение мест установки датчиков состояние воздушной среды. -«Безопасность труда в промышленности» 2009
13. Вентцель Е.С. Теория вероятностей М. «Наука» 1969
14. Топалкароева А.Т. Гурушидзе М.Н. Методика оценки проектный решений и выбора оптимальных параметров по фактору безопасности улучшение условий труда в горячих производствах и горнодобывающей промышленности. Тбилиси
15. Бондаренко В.М. Моделирование и аналитическая оценка условий безопасности труда. -«Безопасность труда в промышленности» 2008 № 3