

Союз организаций, осуществляющих экспертную деятельность в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, промышленной, пожарной и экологической безопасности. Часть 1. – М.: ООО «Типография Полимаг», 2008. – 704 с.

2. *Махутов Н.А.* Безопасность и риски: системные исследования и разработки. – Новосибирск: Наука, 2017. – 724 с.

3. ГОСТ Р 58771-2019. Менеджмент риска. Технологии оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2022. – 25 с.

4. *Батуро А.Н., Ничепорчук В.В., Бутузов С.Ю., Гилек С.А.* Управление пожарной обстановкой на основе риск-ориентированного подхода // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 1. – С. 67-80. – DOI: 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.29.76.003.

5. *Измалков В.А.* Современные тенденции развития программного и других видов обеспечения АИУС РСЧС // Технологии гражданской безопасности. – 2018. – Т. 15. № 4 (58). – С. 48-51.

6. *Жирков П.А., Иванов А.В., Раевская М.Г.* О правовом регулировании функционирования и развития информационно-технологической основы межведомственного информационного взаимодействия // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. – 2017. – № 6. – С. 14-25.

7. *Коробко А.А., Ничепорчук В.В., Ноженков А.И.* Динамическое формирование интерфейса WEB-системы сбора данных мониторинга чрезвычайных ситуаций // Информатизация и связь. – 2014. – № 3. – С. 59-64.

DOI: 10.25728/iccsc.2023.32.51.045

Чернов К.В.

Способность технического устройства создавать сциентные эффекты техногенного воздействия

Аннотация: Приводится математическое описание показателя способности технического устройства создавать сциентные эффекты техногенного воздействия и примеры его использования в целях выявления опасностей.

Ключевые слова: техногенез, технетическая продукция, техногенное воздействие, сциентный эффект, натуральный логарифм, опасность

Эволюция биотической составляющей Универсума, т.е. биогенез, на последующей стадии антропогенеза продолжается техногенезом. Техногенез – это эволюция в области создания, применения и совершенствования технетической продукции, материализующей посредством деятельности научное знание и увеличивающих адаптационные и преобразующие способности человека. Технетическая продукция представляет собой технетические вещества, материалы, потребительскую энергию, технические устройства и сооружения, услуги и информацию.

Техногенез и каждая из стадий генезисного цикла технетической продукции сопровождаются и поддерживаются специфичной разновидностью антропогенной деятельности, называемой техногенной. Техногенная деятельность на некоторых стадиях цикла совпадает с научной. Научная деятельность в области техногенеза предусматривает выработку теоретических знаний, восприятие теоретических знаний и преобразование их в прикладные, выработку или восприятие прикладных знаний и применение их для создания и совершенствования технической продукции.

Техногенная деятельность заключается в применении научных знаний к созданию и совершенствованию продукции, приложении научных знаний к выработке практических знаний для производства продукции, использование практических знаний на каждой стадии генезисного цикла производимой продукции.

Техногенная система исходного уровня собственности, предназначенная для производства продукции, содержит в себе антропные, технетические, биотические и абиотические компоненты, а также внешнюю среду. Антропные компоненты техногенной системы исходного уровня являются работниками. Технетические компоненты системы исходного уровня декомпозиции предстают техническими сооружениями и устройствами, преобразуемыми технетическими веществами и материалами, продукцией и отходами техногенной деятельности. Биотическими компонентами техногенной системы могут быть микро- и макроорганизмы, сопровождающие производство

технетической продукции. Абиотическими компонентами техногенной системы исходного уровня декомпозиции являются: воздушный массив над подстилающей поверхностью, на которой находятся технические сооружения и устройства; приповерхностный слой земли, в котором размещаются технетические компоненты, в частности фундаменты сооружений и устройств; сырьевые вещества и материалы, необходимые при производстве продукции и т.п. Компоненты внешней среды отображают только то, что оказывает и может оказать влияние на техногенную систему, а также находится и может оказаться под ее влиянием.

Центральные компоненты техногенной системы при решении проблемы безопасности – это антропные и технетические компоненты. Главными отношениями в системе относительно центральных компонентов при раскрытии опасностей являются антропотехнетическое взаимодействие, технетические процессы и процессы антропотехнетического взаимодействия.

Антропотехнетическое взаимодействие имеет вещественное, энергетическое и сциентное содержание. Вещественно-энергетическое антропотехнетическое взаимодействие может быть представлено воздействиями. Взаимодействие составляют воздействие антропного компонента на технетический и воздействие технетического компонента на антропный. Сциентное взаимодействие воздействиями не заменяется.

Воздействие вещества и энергии технетического компонента на антропный организм, сопровождающее техногенную деятельность работника или возникающее вследствие этой деятельности, называется техногенным.

Технетический компонент является источником техногенного воздействия, а антропный – приемником. В опосредованном воздействии участвуют компоненты-посредники, передающие вещество или энергию от источника к приемнику. Пребывание приемника под техногенным воздействием приводит или может приводить к определенным результатам внутри антропного компонента, т.е. к эффектам техногенного воздействия. Эффекты техногенных воздействий относятся к детерминированным и стохастическим и имеют вещественное, энергетическое и сциентное содержание.

Техногенное вещественно-энергетическое воздействие в психофизике предстает раздражением, а эффект техногенного воздействия сциентного содержания – ощущением. Исследования П. Бугера, Э. Вебера, Г. Фехнера, С. Стивенса, Ю.М. Забродина показали, что величина ощущения растет гораздо медленнее чем возрастающая величина раздражения. Следуя соотношению Бугера–Вебера, можно написать, что:

$$\Delta O = \frac{\Delta R}{R}, \quad (1)$$

где ΔO – приращение ощущения; R – величина раздражения;
 ΔR – приращение раздражения.

Переход от конечных приращений величин к бесконечно малым преобразует формулу (1) в дифференциальное уравнение следующего вида:

$$dO = \frac{dR}{R}. \quad (2)$$

Уравнение (2) интегрируется в пределах от начальных значений до конечных:

$$\int_0^{O_R} dO = \int_{R_0}^{R_t} \frac{dR}{R}, \quad (3)$$

где O_R – значение величины ощущения при текущем значении величины раздражения R_t ;

R_0 – пороговое значение величины раздражения, не вызывающее ощущения.

Интегрирование (3) приводит к следующему выражению

$$O_R = \ln \frac{R_t}{R_0} Hn, \quad (4)$$

где Hn – единица относительной логарифмической величины, названная по фамилии шотландского математика Дж. Непера.

Прямое присутствие в выражении (4) **натурального** логарифма (косвенное присутствие числа e) указывает на эволюционно наработанную способность биоты защищаться уменьшением величины ощущения посредством логарифмирования относительной величины раздражения.

Выражение (4) справедливо для каждого ощущения конкретного человека определенной возрастной категории и гендерной принадлежности. Распространение соотношения (4) при усреднении по ощущениям относительно возрастов и гендерной принадлежности на определение зависимости сциентного эффекта техногенного воздействия от показателя вещественно-энергетического воздействия позволяет сформулировать математическое описание способности технического устройства создавать сциентные эффекты:

$$S_{эте} = \ln \frac{P_{те}}{P_{те.0}}, \quad (5)$$

где $S_{эте}$ – способность устройства создавать эффекты техногенного воздействия;

$P_{те}$ – показатель техногенного воздействия, приводящего к эффектам;

$P_{те.0}$ – пороговое значение показателя воздействия, соответствующее началу возникновения эффектов.

Способность технического устройства создавать сциентные эффекты воздействия определяет его способность создавать техногенные опасности. Показатель техногенного воздействия, приводящего к эффектам, предстает дозами, интенсивностью или их производными, в частности параметрами воздействия.

Способность создавать эффекты техногенных детерминированных воздействий рассмотрим на примере вентиляционной установки.

Звуковая энергия в вентиляционной установке создается электродвигателем, вследствие сжатия и нагнетания воздуха,

преобразованием вибрационной энергии с частотой от 16 Гц и выше при контакте виброактивных компонентов с воздушным массивом.

Вибрационная энергия в вентиляционной установке создается магнитными силами и моментами, действующими в зазоре между ротором и статором электродвигателя; вследствие магнитострикции магнитопроводов статора и ротора электродвигателя; подшипниками электродвигателя; вследствие дисбаланса вала с ротором электродвигателя и рабочим колесом вентилятора.

Звуковая энергия в электродвигателе создается вследствие вращения вала с ротором, работы встроенного вентилятора. Звуковая энергия при сжатии и нагнетании создается при обтекании воздухом лопаток колеса и внутренних поверхностей спирального кожуха, вследствие вращения и вытеснения воздуха, резонансами полостей спирального кожуха и примыкающих воздуховодов.

Причинами преобразования механической энергии вращения подшипников качения в вибрационную и звуковую энергию являются следующие: разностенность и овальность колец, асимметрия расположения тел качения, волнистость или износ дорожек качения, овальность шариков, асимметрия сепаратора.

Корректированный уровень звуковой мощности вентиляционной установки, указанный производителем, имеет следующее значение:

$$L_{W.A} = 103 \text{ дБА} , \quad (6)$$

данному уровню соответствует звуковая мощность:

$$W_A = 0,019953 \text{ Вт} . \quad (7)$$

Способность вентиляционной установки создавать сциентные эффекты техногенного акустического воздействия с учетом рекомендаций стандарта [1]:

$$S_{эмв}^{ak} = \ln \frac{P_{мв}}{P_{мв.0}} = \ln \sqrt{\frac{W_A}{W_0}} = \ln \sqrt{\frac{0,019953}{10^{-12}}} = 11,858 \text{ Нн} . \quad (8)$$

Предельное среднеквадратичное скорректированное значение виброскорости на месте эксплуатации вентилятора составляет 4,5 мм/с, пороговое – $5 \cdot 10^{-5}$ мм/с. Способность вентиляционной установки создавать сциентные эффекты техногенного вибрационного воздействия:

$$S_{эмв}^v = \ln \frac{P_{тв}}{P_{тв.0}} = \ln \frac{4,5}{5 \cdot 10^{-5}} = 13,017 \text{ Нп.} \quad (9)$$

Носителями аккумулируемой термической энергии в вентиляционной установке являются: передний подшипниковый щит с большим фланцем, подшипником, сальниками и манжетой электродвигателя; корпус статора электродвигателя; клеммная коробка с кабельным вводом электродвигателя; задний подшипниковый щит с подшипником, сальниками и манжетой электродвигателя; кожух встроенного вентилятора с вентиляционными отверстиями электродвигателя; лапы электродвигателя; входной патрубок с фланцем вентилятора; спиральный кожух вентилятора; выходной патрубок вентилятора.

Термическая энергия в электродвигателе создается преобразованием электрической и магнитной энергии при электромагнитном взаимодействии статора и ротора и преобразованием механической энергии в подшипниках. Уровень допустимого нагрева электродвигателя зависит от класса нагревостойкости изоляции обмотки. Класс нагревостойкости изоляции – F с допустимой температурой 155°C.

Термическая энергия приводит к детерминированному воздействию инфракрасного излучения. Организм человека имеет приблизительно 16000 тепловых рецепторов, которые реагируют на изменение температуры. Терморекцепторы располагаются в коже, во внутренних органах, дыхательных путях, скелетных мышцах и центральной нервной системе (ЦНС). Терморекцепторы кожи реагируют на температуру и ее изменение. При всякой совместимой с жизнью температуре внешней среды от периферических рецепторов по нервным волокнам в ЦНС поступают импульсы. Стационарные импульсы тепловых рецепторов создаются в диапазоне температур от 20 до 50°C.

Способность электродвигателя создавать сциентные эффекты техногенного воздействия инфракрасного излучения:

$$S_{\text{эмв}}^{\text{ии.д}} = \ln \frac{P_{\text{мв}}}{P_{\text{мв.0}}} = \ln \frac{T^4}{T_0^4} = \ln \frac{(155+273,15)^4}{(20+273,15)^4} = 1,5152 \text{ Hn.} \quad (10)$$

Термическая энергия в вентиляторе создается преобразованием термодинамической энергии сжимаемого и нагнетаемого воздуха, температура которого не превышает 80°C. Способность вентилятора создавать сциентные эффекты техногенного воздействия инфракрасного излучения:

$$S_{\text{эмв}}^{\text{ии.в}} = \ln \frac{P_{\text{мв}}}{P_{\text{мв.0}}} = \ln \frac{T^4}{T_0^4} = \ln \frac{(80+273,15)^4}{(20+273,15)^4} = 0,74483 \text{ Hn.} \quad (11)$$

Способность вентиляционной установки создавать сциентные эффекты техногенного воздействия инфракрасного излучения:

$$S_{\text{эмв}}^{\text{ии}} = \ln \left(e^{S_{\text{эмв}}^{\text{ии.д}}} + e^{S_{\text{эмв}}^{\text{ии.в}}} \right) = \ln \left(e^{1,5152} + e^{0,74483} \right) = 1,8956 \text{ Hn.} \quad (12)$$

Электромагнитное взаимодействие статора и ротора, а также протекание переменного тока по проводникам электрического щита и подводящего кабеля сопровождается образованием магнитного и электрического полей. Уровень воздействия электромагнитной энергии близок к нулевому, так как источники электромагнитного поля локализованы экранирующими оболочками.

Световая энергия создается сигнальной лампой электрического щита вентиляционной установки. Зрительный аппарат способен воспринять минимальную яркость 10^{-3} кд/м². Яркость лампы накаливания со светофильтром составляет 130 кд/м². Способность лампы создавать сциентные эффекты техногенного светового воздействия:

$$S_{\text{эмв}}^{\text{св}} = \ln \frac{P_{\text{мв}}}{P_{\text{мв.0}}} = \ln \frac{I}{I_0} = \ln \frac{130}{10^{-3}} = 11,775 \text{ Hn.} \quad (13)$$

Предположим, что предельно допустимое значение способности создавать сциентные эффекты техногенного воздействия имеет следующее значение:

$$S_{эте}^{nd} = 5 \cdot e, Hn . \quad (14)$$

Сравнение вычисленных значений способности технического устройства создавать сциентные эффекты воздействий с предельно допустимым значением позволяет относить выявленные техногенные воздействия к опасным или неопасным.

Вывод

Применение показателя способности создавать сциентные эффекты дает возможность сравнивать техногенные воздействия в сопоставимых единицах, а также выявлять опасные.

Литература:

1. ГОСТ 60027-3–2016 Логарифмические и относительные величины и единицы измерений. – URL: <http://1000gost.ru/Index/63/63691.htm?ysclid=llynlx9jis318098144> (дата обращения 31.08.2023).

DOI: 10.25728/iccss.2023.96.22.046

Еременко В.А., Манаенкова Н.И.

Оценка границ безопасного диапазона длины импульсов при наклонном зондировании ионосферы

Аннотация: Рассматривается проблема зондирования ионосферы высокочастотным радиоизлучением при наклонном распространении. Для описания волновой картины используется приближение геометрической оптики. Особое внимание уделяется анализу волнового поля в окрестности каустики – огибающей семейства лучевых траекторий. Показано, что в отличие от монохроматического излучения, форма короткого импульса