

УДК 658.5

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКА ПРОЕКТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

© 2024 А.Ю. Туманов, Г.И. Коршунов

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
г. Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила в редакцию 29.12.2023

Постановка задачи (актуальность работы). Существует необходимость в совершенствовании оценки риска проектов создания автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости функционирования производственного объекта. Цель работы. Разработка методики оценки рисков разработки автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости (АСОУ) функционирования производственного объекта в целях улучшения качества систем обеспечения устойчивости с применением нейронных сетей. **Используемые методы.** Методы исследования операций, управления качеством, теории риска, теория нейронных сетей. **Новизна.** Методика в отличие от существующих позволяет оценить риск проекта с учетом основных факторов риска присущих данной предметной области использованием многослойной нейронной сети прямого распространения. **Результат.** Предложена методика оценки риска проектов создания систем обеспечения устойчивости на этапе жизненного цикла системы «Проектирование». Практическая значимость заключается в возможности пользователей более объективно и с меньшими трудозатратами оценить риск проекта разрабатываемой системы оценки устойчивости функционирования объекта приборостроения.

Ключевые слова: приборостроение, производство, устойчивость, системы менеджмента качества, риск проекта.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-1-100-108

EDN: KSHVEK

ВВЕДЕНИЕ

Управление рисками с использованием нейронных сетей (НС) используется для анализа и прогнозирования потенциальных рисков в различных сферах деятельности.

Нейронные сети позволяют обрабатывать большие объемы данных и выявлять скрытые закономерности, что помогает более точно и эффективно выявлять, и прогнозировать риски. Процесс управления рисками с использованием нейронных сетей обычно включает в себя сбор и подготовку данных, выбор вида НС и архитектуры НС, обучение НС, анализ и прогнозирование рисков, принятие решений и управление рисками.

Важно отметить, что НС — это инструмент управления рисками, который должен дополняться другими необходимыми методами и экспертными заключениями.

НС могут значительно сократить время и повысить точность прогнозирования и помочь

ЛПР принимать более обоснованные решения в кратчайшие сроки.

Для промышленных предприятий приборостроения, деятельность которых обладает рядом особенностей, методы анализа риска проектов создания автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости полностью не регламентированы государственными стандартами существует необходимость разработки методик оценки с использованием НС. Поэтому целью работы является разработка методики оценки рисков проектов на этапе «проектирование» жизненного цикла системы обеспечения устойчивости функционирования объектов приборостроительных производств использованием искусственной нейронной сети.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Постановка задачи

Рассмотрим чрезвычайную ситуацию (ЧС) техногенного характера при воздействии поражающих факторов (ПФ) на производственный объект. В качестве ПФ рассматриваются техногенный взрыв, пожар, ионизирующее излучение, осколочное поражение в различных точках приборостроительного цеха.

Туманов Александр Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры метрологического обеспечения инновационных технологий и промышленной безопасности. E-mail: toutanov@mail.ru

Коршунов Геннадий Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры инноватики и интегрированных систем качества.

Первым поражающим фактором будет являться избыточное давление во фронте ударной волны.

Вторым поражающим фактором будет являться тепловое излучение.

Третьим — ионизирующее гамма-излучение.

Четвертым — осколки конструкций здания и оборудования.

1.2. Сбор и подготовка данных

Идентификация/выявление опасности состоит в выявлении опасного события, риск которого должен быть снижен реализацией функции безопасности. Для этого рассмотрим ряд опасных событий при воздействии одного ПФ на исследуемый объект и функций безопасности приборной системы безопасности, представленных в таблице 1.

1.3. Оценка риска

Для каждого события существует ряд отдельных последовательностей развития этого события от инициирующего события (ИС) до возникновения последствий.

Определим основные параметры оценки риска:

1. Последствия неблагоприятного события в виде ущерба для имущества.

2. Вероятность того, что ущерб будет получен.

За основу оценки тяжести последствий С, прием степени разрушения зданий и сооружений при воздействии ПФ на технические объекты.

Это слабые, средние, сильные и полные разрушения, представленные в таблице 2.

Оценка вероятности возникновения ущерба рассмотрена с учетом трех основных параметров. Каждый из трех параметров вероятности возникновения вреда (F, P и W) должен оцениваться независимо друг от друга. Для каждого параметра должен использоваться консервативный сценарий. На рис. 1 дана структура вероятности возникновения ущерба.

МОДЕЛИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Для обоснования возможности применения НС в оценке риска проектов рассмотрим однослойную и двухслойную нейронную сеть и проведем анализ. Основные функции нейросети

Таблица 1. Список опасных событий, поражающих факторов и приборной системы безопасности

№ п/п	Описание опасного события	Поражающий фактор	Функция безопасности ПСБ
1	Разрушение зданий и сооружений (цех приборостроительный)	Воздушная ударная волна (ВУВ)	Прогнозирование, измерение и контроль избыточного давления фронте ВУВ в фазе сжатия
2	Разрушение оборудования (цех приборостроительный)	Воздушная ударная волна (ВУВ)	Прогнозирование, измерение и контроль избыточного давления во фронте ВУВ в фазе сжатия
3	Разрушение оборудование (цех приборостроительный)	Тепловое излучение (ТИ)	Прогнозирование, измерение и контроль интенсивности теплового излучения
4	Радиационное заражение территории объекта	Ионизирующее гамма излучение (ИИ)	Прогнозирование, измерение и контроль мощности дозы гамма излучения
5	Разрушение зданий и сооружений (цех приборостроительный)	Осколочное действие импульса взрыва (ОДИВ)	Прогнозирование, защита от осколков
6	Разрушение объекта (оборудование)	Осколочное действие импульса взрыва (ОДИВ)	Прогнозирование, защита от осколков

Таблица 2. Формализация тяжести ущерба в виде степеней разрушения

Параметр последствия опасного события в виде ущерба		
Обозначение	Уровень тяжести (лингвистическое представление)	Уровень тяжести (процент разрушения здания или оборудования)
C ₁	слабые	10-15
C ₂	средние	15-50
C ₃	сильные	50-90
C ₄	полные	90-100



Рис. 1. Структура вероятности возникновения ущерба

обеспечиваются не отдельными нейронами, а связями между ними. Однослойный перцептрон представляет собой простейшую сеть, которая состоит из группы нейронов, образующих слой. Входные данные кодируются вектором значений, каждый элемент подается на соответствующий вход каждого нейрона в слое. В свою очередь, нейроны вычисляют выход независимо друг от друга. Размерность выхода (то есть количество элементов) равна количеству нейронов, а количество синапсов у всех нейронов должно быть одинаково и совпадать с размерностью входного сигнала. Предположим, что имеется входной паттерн X_i , под которым будем понимать факторы риска проекта, т.е. причины, приводящие к неблагоприятному событию — техногенной аварии. В терминах НС результаты оценки риска (показателя риска) получим в виде

в виде паттерна Y_i . Структура однослойной НС оценки риска проекта представлена на рис. 2.

Здесь X_1, X_2, X_3 - называется входной паттерн, Y_1, Y_2, Y_3 - выходной паттерн, а $w_{i,j}$ - это j -ый весовой коэффициент i -го нейрона.

В случае применения двухслойной или многослойной НС прибавляется один или несколько слоев. В этом случае под нейронами входного уровня могут быть представлены факторы риска, выходного слоя нейронов — вероятности неблагоприятного события. Структура двухслойной НС оценки риска проекта автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости функционирования производственного объекта представлена на рис. 3.

В таблице 3 представлены параметры математической модели ОНС оценки риска проекта

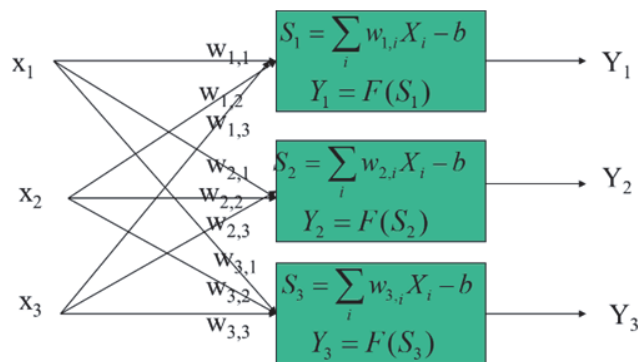


Рис. 2 Структура однослойной НС оценки риска проекта автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости функционирования производственного объекта

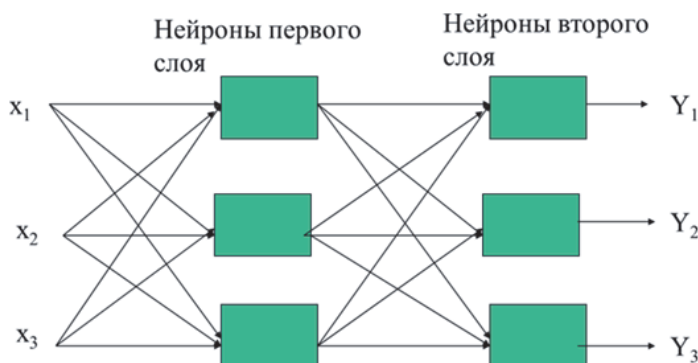


Рис. 3 Структура двухслойной НС оценки риска проекта автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости функционирования производственного объекта

Таблица 3. Параметры математической однослойной модели НС оценки риска

Наименование параметров математической модели	Содержание параметра в терминах теории управления качеством и риском	Содержание параметра в терминах теории массового поражения АСОУ	Название параметра в терминах теории построения нейронных сетей
$X1$	Фактор риска 1	Поражающий фактор 1	входной паттерн i -го нейрона
$X2$	Фактор риска 2	Поражающий фактор 2	входной паттерн i -го нейрона
$X3$	Фактор риска 3	Поражающий фактор 3	входной паттерн i -го нейрона
$Y1$	Риск	Вероятность поражения оборудования (F)	выходной паттерн
$Y2$	Риск	Вероятность предотвращения опасного события (P)	выходной паттерн
$Y3$	Риск	Вероятность (частота) опасного события, если не реализована функция безопасности ПСБ (W)	выходной паттерн
$S1$	взвешенная сумма	взвешенная сумма	взвешенная сумма
$S2$	взвешенная сумма	взвешенная сумма	взвешенная сумма
$S3$	взвешенная сумма	взвешенная сумма	взвешенная сумма
b	Пороговое значение	Пороговое значение	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$W1.1$	весовой коэффициент	весовой коэффициент	параметр нейрона
$F(S1)$	Показатель риска	Формула расчета вероятности поражения оборудования (F)	функция активации вычисляет выходной сигнал $Y2$ сигмоид на основе логистической функции
$F(S1)$	Показатель риска	Формула расчета вероятности предотвращения опасного события (P)	функция активации вычисляет выходной сигнал $Y2$ сигмоид на основе логистической функции
$F(S1)$	Показатель риска	Формула расчета вероятности опасного события, если не реализована функция безопасности ПСБ (W)	функция активации вычисляет выходной сигнал $Y2$ сигмоид на основе логистической функции

АСОУ адаптированные к предметной области оценки риска в условиях ЧС.

В случае воздействия ПФ в условиях ЧС при срабатывании систем защиты и СПБ необходимо оценить вероятность возникновения ущерба P_c на исследуемом объекте. Качество такой оценки с применением НС будет выше, чем при простом экспертном оценивании, так как существенно сокращается время оценки, что является определяющим критерием при оценке обстановки в условиях ЧС. Принятие правильных управленческих решений в условиях дефицита времени и сравнения различных сценариев при изменении входных параметров возможно только с применением систем автоматизации рутинных операций оценки риска.

ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА

3.1 Постановка задачи оценки риска

Пусть дано:

множество типов задач, решаемых в процессе оценки риска ЧС при оценке СОУ $\{Q\}$;

множество входных условий задач, решаемых при предупреждении и ликвидации ЧС на объектах $\{Q_x\}$;

множеств факторов риска, воздействие которых на объект (приборостроительный цех или оборудование) может привести к неблагоприятному событию (разрушению) $\{N_x\}$. Размерность величин нормализованных факторов риска (от 0 до 1).

характеристики, отражающие влияние факторов риска $\{X1\}$, $\{X2\}$, $\{X3\}$, $\{Xn\}$ на функционирование объекта;

множество требований к процессам в системе формирования воздействий $\{T\}$.

Необходимо найти способ и разработать методику оценки риска функционирования объектов в условиях ЧС на основе процедур автоматизации и интеллектуализации, реализация которых позволит улучшить качество обеспечения устойчивости функционирования объектов.

Обозначим вероятность возникновения ущерба объектам символом P_c . Тогда задача будет заключаться в том, чтобы обеспечить минимальное значение целевой функции P_c

$$P_c = F(f, p, w) \rightarrow \min,$$

где f – параметр, характеризующий вероятность поражения оборудования;

p – параметр, характеризующий вероятность предотвращения опасного события;

w – параметр, характеризующий вероятность (частоту) опасного события, если не реализована функция безопасности ПСБ;

Риск проекта с учетом последствий можно представить в виде R :

$$R = F(P_c, C),$$

где C – параметр, характеризующий относи-

тельную стоимость последствия опасного события в виде ущерба.

При этом должны соблюдаться основные ограничения, предъявляемые к процессу оценивания риска проектов СОУ в условиях ЧС на объектах приборостроения, в виде требований: по своевременности $T_{\text{возд}} \leq T_{\text{доп}}$, ресурсопотреблению, $R_{\text{возд}} \leq R_{\text{возд}}^{\text{доп}}$, и безопасности доступа к системе $P_{\text{вскр}}(t_{\text{вскр}} \geq T_{\text{вскр}}^{\text{доп}}) \leq P_{\text{вскр}}^{\text{доп}}$.

Для достижения целей исследования рассмотрим сеть прямого распространения (однослойную, двухслойную).

Сеть прямого распространения (Feedforward neural network) построим, применив TensorFlow – открытую программную библиотеку для машинного обучения, разработанная компанией Google для решения задач построения и тренировки нейронной сети [14]. Функция активации всех нейронов – сигмоид на основе логистической функции. Обучим получившиеся сети методом обратного распространения ошибки градиентным спуском.

Параметры входного паттерна X_i необходимо подвергнуть нормализации (все значения факторов риска нормализуем от 0 до 1). Данные возьмем из таблицы. На рис. 1 представлена граф-модель однослойной НС прямого распространения. Визуализация НС сконструирована дана на основе программы NeuroNet.exe.

Обозначим НС как НС1 с наименованием «Оценка вероятности поражения объекта в зависимости от величины основных поражающих факторов» Архитектура построенной и обученной однослойной НС1 сети прямого распространения для оценки риска проектов создания СОУ по данным таблицы 3 представлена на рис. 4.

Входной паттерн НС1 состоит из четырех входов $X1, X2, X3, X4$. Выходной паттерн $Y1, Y2, Y3$ соответствует трем основным показателям риска. Показатели выбраны в соответствии с МЭК 61511. Функция активации всех нейронов – сигмоид на основе логистической функции.

Обучение НС1

На вход сети вектор входных значений X , и для каждого выхода сообщает желаемое значение $d_{j,p}$. Такое обучение можно рассматривать как решение оптимизационной задачи. Её целью является минимизация функции ошибки E на обучающем множестве путем выбора значений весов W . Примем в качестве меры погрешности квадратичную ошибку, которая определяется по формуле

$$E(W) = \frac{1}{2} \sum_{j,p} (d_{j,p} - y_{j,p})^2, \quad (1)$$

где $d_{j,p}$ – требуемое (желаемое) значение выхода p на j -м образце выборки;

$y_{j,p}$ – реальное значение выхода p на j -м образце выборки при текущих значениях синаптических коэффициентов.

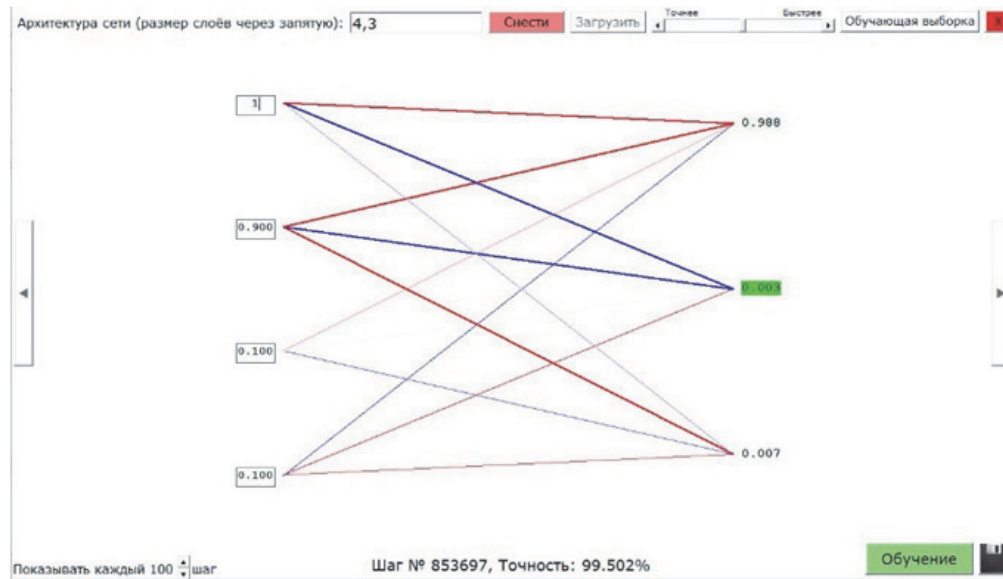


Рис. 4. Архитектура построенной и обученной однослойной НС1 сети прямого распространения для оценки риска проектов систем обеспечения устойчивости в условиях ЧС

При минимизации ошибки E используем градиентный метод.

Подстройка весовых коэффициентов при этом выполняется следующим образом:

$$W_{ij}(t+1) = W_{ij}(t) + \Delta W_{ij}, \quad (2)$$

$$\Delta W_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial W_{ij}}, \quad (3)$$

где $0 < \eta \leq 1$ – коэффициент обучения, W_{ij} – весовой коэффициент синаптической связи, соединяющий i -тый нейрон слоя $(n-1)$ с j -тым нейроном слоя n . Как видно из (3), решающую роль при коррекции играет частная производная $\frac{\partial E}{\partial W_{ij}}$, поэтому разработаны структурные мето-

ды её вычисления. Наиболее популярным является алгоритм обратного распространения (back propagation). Для каждого элемента обучающей выборки сначала выполняется “прямой проход”, в котором от входов к выходам сети вычисляются значения выходов всех нейронов $y_i^{(n-1)}$. Затем выполняется “обратное распространение” рассогласования (невязки) $\delta_j^{(n)}$ между требуемыми и реальными текущими значениями сигналов от выходов к входам сети. Рассмотренный метод является детерминистским, в котором на каждой итерации синаптические веса корректируются по определенному алгоритму, основанному на сравнении требуемых и фактических сигналов.

Оценка показателей риска по обученной НС1 показала, что ключевыми поражающими факторами, влияющими на степень разрушения объекта, являются ВУВ и ОДИВ. ТИ и ИИ показали существенно меньшее влияние.

Недостатками однослойной НС сети прямого распространения является то, что однослойные НС способны работать только с линейно разделимыми классами и не могут решать другие задачи, например, проблему исключаящего ИЛИ. Также можно отметить, что при отсутствии дополнительного слоя нейронов невозможно изменить функцию активации. Для устранения этих недостатков были предложены многослойные НС прямого распространения.

НС отличаются от классических вычислительных систем (в том числе и параллельных) тем, что для решения задач в них используются не заранее разработанные алгоритмы, а специально подобранные примеры – обучающие выборки. Для различных типов НС используются разные методы обучения. Обучение НС фактически сводится к поиску некоторых ее параметров, при которых сеть реализует на своих выходах требуемые функции (от входных значений).

Переход к многослойным сетям обеспечивает решение более сложных задач. Доказано [2-3], что двухслойная нейронная сеть, в первом слое которой нейроны имеют сигмоидную активационную функцию, а во втором линейную активационную функцию, может аппроксимировать с заданной точностью любую функцию многих переменных.

Таким образом многослойная НС прямого распространения является универсальным аппроксиматором, что фактически и обуславливает ее широкое применение. Построим такую многослойную НС, которую обозначим НС2 и обучим ее.

В этом случае входным паттерном НС2 является выходной паттерн НС1.

Скрытый внутренний слой НС2 состоит из трех нейронов. Эта сеть также является сетью

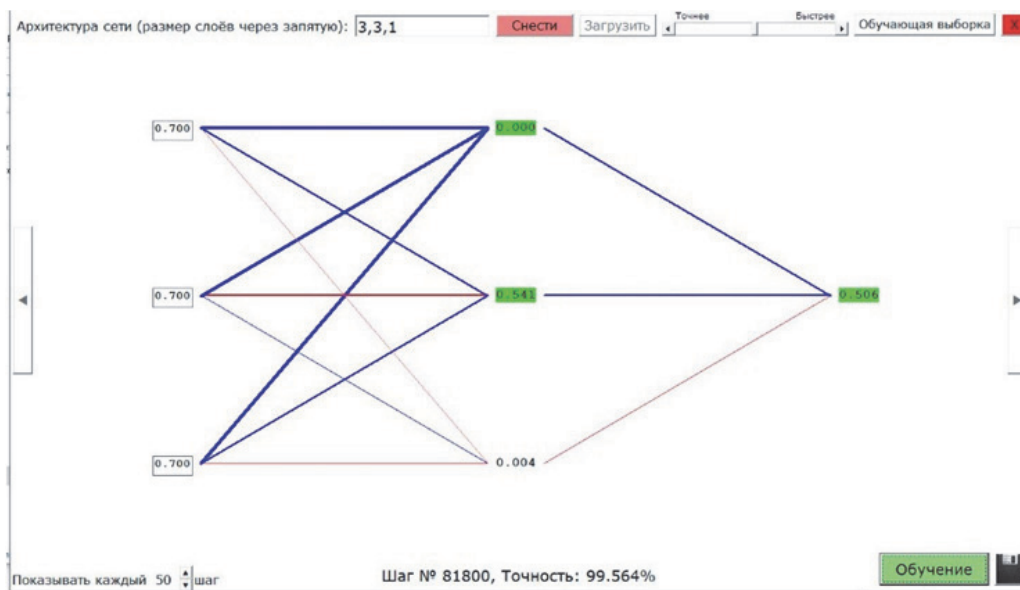


Рис. 5. Архитектура построенной и обученной многослойной НС2 сети прямого распространения для оценки вероятности получения ущерба

прямого действия, как и предыдущая, но включает разные активационные функции между входным паттерном нейронов и скрытым слоем нейронов и скрытым слоем, и выходным паттерном. Обучающая выборка для НС2 представляет собой наработанную в НС1 и формализованную по правилам статистику значений вероятностей поражения объекта с различными комбинациями сценариев факторов риска ЧС и значениями вероятности возникновения ущерба P_c . Обученная сеть была проверена на контрольной выборке. Точность составила 99.564 %

Эксперимент проводился в несколько этапов. Чтобы накопить статистические данные для обучения НС1 и НС2, необходимо провести сначала классическое моделирование техногенной аварии при помощи расчетных формул. Были смоделированы поражающие воздействия и разрушения здания приборостроительного цеха, при этом отказы органов управления датчиками и другими устройствами обеспечения СУЗУ и ПСБ, входящими в СОУ задавались в случайных комбинациях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проделанной работы была разработана методика оценки риска проектов создания систем обеспечения устойчивости функционирования объектов с использованием нейронных сетей прямого распространения. Специфика разработанной методики заключается в поэтапном многофакторной оценке частных показателей риска проекта, интегральных показателей риска проекта автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости в целом. В отличие от существующих она позво-

ляет оценить насколько снижение влияния ряда ключевых факторов риска, таких как недостатки информационных технологий, несовершенство методик оценки устойчивости, недостаточной подготовки специалистов и пользователей, проблемы детализированного и объективного описания и представления опасности на объектовом уровне снижают риск проектов, и либо прямо, либо косвенно влияют на качество системы обеспечения устойчивости производственного объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методика оценки риска проектов создания систем обеспечения устойчивости на этапах жизненного цикла проекта является частью научного инструментария методологии управления качеством автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости производственных объектов приборостроения.

Направление дальнейших исследований процессов менеджмента риска проектов заключается в разработке для автоматизированной информационной системы обеспечения устойчивости потенциально опасных и критически важных объектов нейросетевого способа и инструмента классификации факторов риска проектов, позволяющих в известной степени регулировать качество исследуемой создаваемой системы на этапе проектирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таганов, А.И. Научные основы идентификации, анализа и мониторинга проектных рисков качества программных изделий в условиях нечет-

- кости: дисс. ... докт. техн. наук : 05.13.12 / А.И. Таганов. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2011. 499 с.
2. *Круглов, В.В.* Искусственные нейронные сети / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2001. – 382с.
 3. *Комарцова, Л.Г.* Нейрокомпьютеры / Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов. – М.: МГТУ им. Баумана, 2002. – 320 с.
 4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2012. – 70 с.
 5. ГОСТ Р 51 901.2 – 2005. Менеджмент риска. Системы менеджмента надежности. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2005. – 74 с.
 6. ГОСТ Р 51 901.3 – 2007. Менеджмент риска. Руководство по менеджменту риска. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2007. – 104 с.
 7. ГОСТ Р 51 901.5 – 2005. Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2007. – 92 с.
 8. ГОСТ Р 51 901.4 – 2005. Менеджмент риска проекта. Руководство по применению при проектировании. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2005. – 65 с.
 9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085-2007. Менеджмент риска. Применение в процессах жизненного цикла систем и программного обеспечения. [Текст]. – М.: Стандартинформ, 2008. – 75 с.
 10. *Фатрелл, Р.Т.* Управление программными проектами: достижение оптимального качества при минимальных затратах / Р.Т. Фатрелл, Д.Ф. Шафер, Л.И. Шафер. – Пер. с англ. – М.: Вильямс. 2003
 11. *Туманов, А.Ю.* Научно-методическая концепция управления безопасностью радио-электронных и приборостроительных производств в условиях чрезвычайных ситуаций / А.Ю. Туманов // Наука и бизнес: пути развития. – 2021. – № 8(122). – С. 71 - 74.
 12. *Туманов, А.Ю.* Управление качеством информационно-измерительной и управляющей системы радиационного мониторинга / А.Ю. Туманов // Наука и бизнес: пути развития. – 2022. – № 10(136). – С. 145 - 147.
 13. ГОСТ Р 42.2.01-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Гражданская оборона. Оценка состояния потенциально опасных объектов, объектов обороны и безопасности в условиях воздействия поражающих факторов обычных средств поражения. Методы расчета. дата введ. 22.08.2014. – М.: Стандартинформ, 2014. – 9 с.
 14. *Орельен Жерон.* Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и Tensor-Flow. Концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем = Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems. – Вильямс, 2018. – 688 с.
 15. *Хопфилд, Дж.Дж.* Нейронные сети и физические системы с возникающими коллективными вычислительными способностями / Дж.Дж. Хопфилд // Труды Национальной академии наук. 1982. 79 (8): 2554–2558.

THE METHODOLOGY OF RISK ASSESSMENT OF PROJECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SYSTEMS TO ENSURE THE STABILITY OF THE FUNCTIONING OF OBJECTS USING NEURAL NETWORKS

© 2024 A.Yu.Tumanov, G.I. Korshunov

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, St. Petersburg, Russia

Problem Statement (Relevance). Instrument-making industries need to improve the risk assessment of projects for the design of an automated information system for ensuring the stability of the functioning of a production facility. Objectives. Development of a risk assessment method for the development of an automated information system to ensure the sustainability of the operation of a production facility in order to improve quality. Methods Applied. Methods of operations research. Originality. The method, unlike the existing ones, allows you to assess the risk of a project taking into account the main risk factors inherent in this subject area Result. The method of risk assessment of projects for the creation of AISOU at the stage of the life cycle of the «Design» system is proposed. Practical Relevance. It consists in the ability of users of the EIS OU to more objectively and with less labor to assess the risk of the project of the developed system for assessing the stability of the functioning of the instrument-making facility. *Keywords:* instrumentation, manufacturing, sustainability, quality management systems, project risk.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-1-100-108

EDN: KSHVEK

REFERENCES

1. *Taganov, A.I.* Nauchnye osnovy identifikacii, analiza i monitoringa proektnyh riskov kachestva programmnyh izdelij v usloviyah nechetkosti: diss.... dokt. tekhn. nauk : 05.13.12 / A.I. Taganov. – Ryazan': Ryazanskiy gosudarstvennyj radiotekhnicheskij universitet, 2011. 499 s.
2. *Kruglov, V.V.* Iskusstvennye nejronnye seti / V.V. Kruglov, V.V. Borisov. – М.: Goryachaya liniya - Telekom, 2001. – 382s.
3. *Komarcova, L.G.* Nejrokomп'yutery / L.G. Komarcova, A.V. Maksimov. – М.: MGТУ im. Baumana, 2002. – 320 s.
4. GOST R ISO/MEK 31010 – 2011. Menedzhment riska. Metody ocenki riska. [Tekst]. – М.: Standartinform, 2012. – 70 s.

5. GOST R 51 901.2 – 2005. Menedzhment riska. Sistemy menedzhmenta nadezhnosti. [Tekst]. – M.: Standartinform, 2005. – 74 s.
6. GOST R 51 901.3 – 2007. Menedzhment riska. Rukovodstvo po menedzhmentu riska. [Tekst]. – M.: Standartinform, 2007. – 104 s.
7. GOST R 51 901.5 – 2005. Menedzhment riska. Rukovodstvo po primeneniyu metodov analiza nadezhnosti. [Tekst]. – M.: Standartinform, 2007. – 92 s.
8. GOST R 51 901.4 – 2005. Menedzhment riska proekta. Rukovodstvo po primeneniyu pri proektirovanii. [Tekst]. – M.: Standartinform, 2005. – 65 s.
9. GOST R ISO/MEK 16085-2007. Menedzhment riska. Primenenie v processah zhiz-nennogo cikla sistem i programmnoho obespecheniya. [Tekst]. – M.: Standartinform, 2008. – 75 s.
10. *Fatrell, R.T.* Upravlenie programmnyimi proektami: dostizhenie optimal'nogo kachestva pri minimal'nyh zatratyakh / R.T. Fatrell, D.F. Shafer, L.I. Shafer. – Per. s angl. – M.: Vil'yams, 2003
11. *Tumanov, A.Yu.* Nauchno-metodicheskaya koncepciya upravleniya bezopasnost'yu radioelektronnyh i priborostroitel'nyh proizvodstv v usloviyakh chrezvychajnyh situacij / A.Yu. Tumanov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2021. – № 8(122). – S. 71 - 74.
12. *Tumanov, A.Yu.* Upravlenie kachestvom informacionno-izmeritel'noj i upravlyayu-shchej sistemy radiacionnogo monitoringa / A.Yu. Tumanov // Nauka i biznes: puti razvitiya. – 2022. – № 10(136). – S. 145 - 147.
13. GOST R 42.2.01-2014. Nacional'nyj standart Rossijskoj Federacii. Grazhdanskaya oborona. Ocenka sostoyaniya potencial'no opasnyh ob»ektov, ob»ektov oborony i bezopasnosti v usloviyakh vozdeystviya porazhayushchih faktorov obychnyh sredstv porazheniya. Metody rascheta. data vved. 22.08.2014. – M.: Standartinform, 2014. – 9 s.
14. *Orel'en Zheron.* Prikladnoe mashinnoe obuchenie s pomoshch'yu Scikit-Learn i Tensor-Flow. Koncepcii, instrumenty i tekhniki dlya sozdaniya intellektual'nyh sistem = Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems. – Vil'yams, 2018. – 688 s.
15. *Hopfield, Dzh. Dzh.* Nejronnye seti i fizicheskie sistemy s voznikayushchimi kollektivnymi vychislitel'nymi sposobnostyami / Dzh. Dzh. Hopfield // Trudy Nacional'-noj akademii nauk. 1982. 79 (8): 2554–2558.

Alexander Tumanov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Metrological Support of Innovative Technologies and Industrial Safety. E-mail: toumanov@mail.ru
Gennady Korshunov, Doctor of Technical Sciences, Doctor of Economics, Professor, Head at the Department of Innovation and Integrated Quality Systems.