

УДК 004.9
DOI 10.25205/1818-7900-2020-18-2-76-87

Модель оценки технологических рисков предприятия

А. Н. Шендалев, О. А. Шендалева

*Омский государственный университет путей сообщения
Омск, Россия*

Аннотация

Рассматриваются вопросы снижения технологических рисков предприятия. Для решения этой проблемы предложена модель оценки рисков на основе анализа информации о времени и условиях эксплуатации технических средств. Предложена методика оценки критичности оборудования, и описана шкала идентификации последствий рисков для технических средств предприятия. Разработан алгоритм анализа технологических рисков и сформулированы рекомендации для дальнейшей эксплуатации объекта.

Ключевые слова

модель оценки рисков, алгоритм идентификации рисков состояний, управление рисками

Для цитирования

Шендалев А. Н., Шендалева О. А. Модель оценки технологических рисков предприятия // Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии. 2020. Т. 18, № 2. С. 76–87. DOI 10.25205/1818-7900-2020-18-2-76-87

Model of Technologic Risk Assessment

A. N. Shendalev, O. A. Shendaleva

*Omsk State Transport University
Omsk, Russian Federation*

Abstract

The aim of the work is to develop a model for describing and evaluating technological risks of an industrial enterprise, which allows you to manage risks based on their assessment and reasonably adjust the actual technical operation of the equipment. A technique for assessing the criticality of equipment is proposed and a scale for identifying the consequences of risks for the technical equipment of the enterprise is described. An algorithm for analyzing technological risks has been developed and recommendations have been formulated for the further operation of the facility.

Keywords

risk assessment model, risk identification algorithm, risk management

For citation

Shendalev A. N., Shendaleva O. A. Model of Technologic Risk Assessment. *Vestnik NSU. Series: Information Technologies*, 2020, vol. 18, no. 2, p. 76–87. (in Russ.) DOI 10.25205/1818-7900-2020-18-2-76-87

Моделирование процессов эксплуатации технических средств рассматривается в современной литературе как основной способ определения эксплуатационных параметров, предпочтительных режимов эксплуатации и технического обслуживания, включая интервалы планово-предупредительных ремонтов, а также установления параметров предельных режимов эксплуатации. На основе результатов моделирования разрабатываются прикладные алгоритмы эксплуатации технических средств, том числе при наступлении рисков событий.

© А. Н. Шендалев, О. А. Шендалева, 2020

тий. Вопросам моделирования технологических процессов посвящен ряд статей [1–4], в которых разработаны математические модели высокой степени точности и детализации для различных отраслей и видов деятельности.

В данных работах анализируются не только функционирование объектов в проектных параметрах [1], но и эксплуатация технических средств при наступлении неблагоприятных внешних условий [3; 4], использовании режимов эксплуатации, не соответствующих паспортным значениям, что позволяет объективно оценивать риски наступления неблагоприятных событий. Однако данные модели основываются на значимых по объемам базах данных, обновляющихся в режиме реального времени, с использованием корпоративных баз данных. Примером реализации такой модели являются системы, использованные в ОАО «РЖД», РАО «ЕЭС России» [5; 6]. Также мониторинг открытых источников показал наличие систем управления рисками на базе имитационных моделей в ряде крупных компаний, таких как ПАО «Роснефть», «Норникель» и др., причем стоимость этих систем оценивается в десятки миллионов рублей.

Однако использование таких моделей и алгоритмов на их основе в условиях малых предприятий является экономически необоснованным в силу высоких затрат на создание, поддержание и актуализацию информационной системы. Связано это с сочетанием большого количества факторов, влияющих на проявление риска, и сравнительно малого числа устройств, подверженных этим рискам. Также малые предприятия используют преимущественно универсальное оборудование, эксплуатируемое до отказного состояния, что затрудняет выбор значений нормального режима эксплуатации и моментов наступления риска. Наконец, проявление технологических рисков для крупной компании не означает остановку деятельности или наступление финансовых кризисов, в то время как для малых предприятий технологический риск неразрывно связан с кризисным состоянием.

В связи с вышесказанным разработка модели и алгоритма описания и оценки технологических рисков, адаптированных для возможностей малых предприятий, является актуальной задачей. Новизна предложенного алгоритма заключается в одновременном использовании экспертных оценок и количественных значений, учитывающих сроки и интенсивность эксплуатации технических средств, не требующих высокозатратной системы учета и анализа.

Управление технологическими процессами предприятия в настоящее время существенно ограничено экономическим подходом, согласно которому внепроизводственные затраты (т. е. затраты, не имеющие непосредственного отношения к производству и реализации продукции) должны быть сведены к минимуму [7; 8]. Реализация такого требования фактически приводит к ситуации, когда процессы, значимые для технического состояния производства, такие как плано-предупредительное обслуживание оборудования, узлов и агрегатов, регламентная замена старогодных узлов и деталей технических средств и подобные им, оказываются экономически нецелесообразными и исключаются из перечня производственных процессов. В частности, в ОАО «РЖД», а также ряде вертикально интегрированных компаний уже более 10 лет идет эксплуатация подвижного состава по фактическому состоянию объектов, а на малых и средних промышленных предприятиях распространена практика эксплуатации оборудования, машин, транспортных средств и прочих производственных объектов до отказного состояния [9; 10].

С одной стороны, подобный подход обеспечивает максимальное использование ресурса оборудования и объектов инфраструктуры, а также потенциальное увеличение межремонтных периодов. С другой стороны, наряду с положительными эффектами имеется еще и ряд потенциально отрицательных вероятностных эффектов:

- с течением времени повышается вероятность выхода оборудования из строя непосредственно в ходе эксплуатации и, как следствие, остановки технологического процесса или отдельной его фазы;
- имеется вероятность срыва точности поставок и связанная с ней необходимость увеличения межоперационных запасов;

- вероятность порчи материалов и комплектующих, находящихся на обработке;
- вероятное снижение эксплуатационных характеристик оборудования, таких как точность, мощность и др.

Иначе говоря, практика подобной эксплуатации обладает высокой степенью технологических рисков.

Модель описания и оценки рисков промышленных предприятий должна, по нашему мнению, включать в себя два укрупненных блока, реализующих основную идею модели. Первый блок связан с идентификацией рисков технических средств, т. е. дифференциация объектов на группы по уровням риска. Второй блок отвечает за формирование актуальных оценок рисков, их анализ и систематическое проведение пересмотра рисков и выработку рекомендаций для дальнейшей эксплуатации технических средств предприятия.

Функциональная модель описания и оценки рисков приведена на рис. 1. Блок идентификации риска включает в себя:

- идентификацию рисков событий;
- идентификацию параметров событий;
- получение достоверной исходной информации;
- проведение необходимого анализа имеющейся информации;
- формирование исходных данных для дальнейшего выбора оптимальных решений по обработке риска.

Блок анализа и оценки риска, в свою очередь, состоит из следующих шагов:

- определение области применения технического средства, сбор и анализ информации об условиях эксплуатации объекта, таких как природные условия эксплуатации, предусмотренные технологическим процессом время межпартионных ожиданий и среднестатистическое время простоя;
- идентификация рисков по группам;
- оценка величины риска;
- оценивание риска;
- принятие обоснованных решений при оценивании риска.

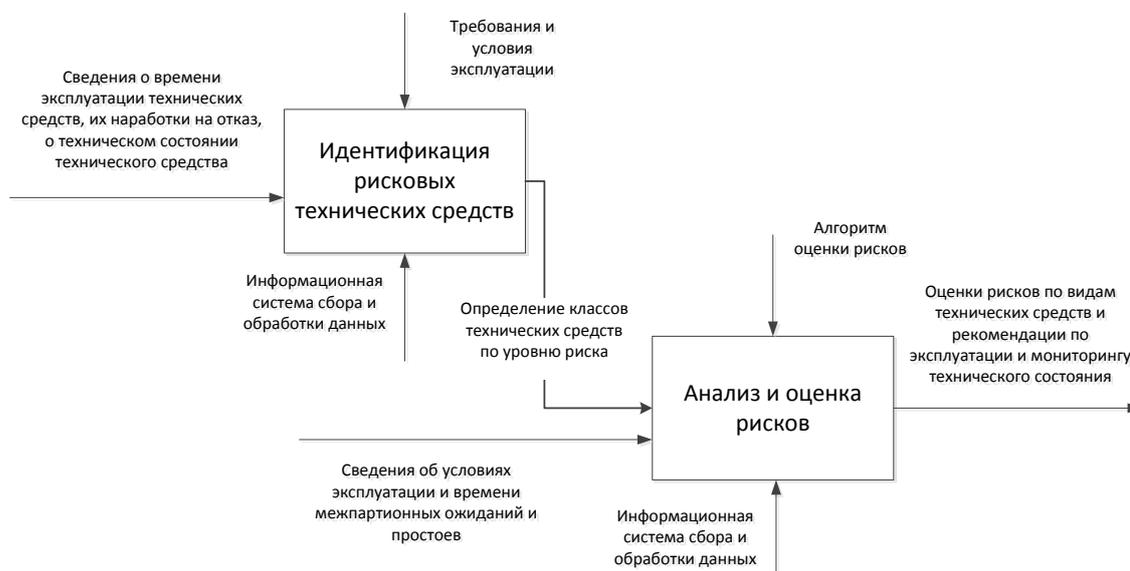


Рис. 1. Функциональная модель оценки рисков
Fig. 1. Functional Risk Assessment Model

Как видно из приведенного рисунка, в основе модели лежит база данных используемых технических средств, сведенная в единую информационную систему, и содержащая обобщенную информацию об условиях и интенсивности эксплуатации технических средств. Данные этой базы должны поддерживаться всегда в актуальном состоянии и перманентно обновляться. На основе оценок технического состояния объекта проводится его идентификация, т. е. определяется его принадлежность к одному из классов рисковости, а затем по заданному алгоритму оцениваются все риски.

Результатом реализации и использования модели оценки рисков является:

- идентификация рискового средства на основе сравнения условий эксплуатации объекта с соответствующими объекту требованиями безопасности;
- уточнение информации об основных опасностях;
- разработка рекомендаций по обоснованию или изменению нормативных требований, по вопросам лицензирования, определения частоты проверок состояния объекта и его безопасности;
- совершенствование руководств по эксплуатации и техническому обслуживанию, планов локализации опасностей;
- оценка эффекта изменений в организационной структуре, способах практической работы и технического обслуживания в отношении показателей безопасности.

Технологический риск как категория оценки технического состояния имеет ряд существенных особенностей, которые необходимо учесть при разработке модели оценки риска [11].

1. Риск является прямым следствием эксплуатации, а также неблагоприятных событий, возникающих в процессе эксплуатации технического средства на промышленном предприятии. Как следствие, превышение сроков бесперебойной работы, а также воздействие на риск таких неблагоприятных факторов, как отклонение режимов эксплуатации, использование материалов и комплектующих, не соответствующих технологическим требованиям, минимизация технологических перерывов, приводит к увеличению риска.

2. Реализация алгоритма оценки риска не предполагает одномоментную оценку. Алгоритм носит характер циклического повторения, в котором рассматриваются отдельные технические средства. Полученные результаты меняются во времени.

3. При анализе рисков не рассматривается взаимное влияние технических средств. Воздействие рассматривается как статистический параметр и учитывается при анализе рисков в виде соответствующего коэффициента.

4. Данный алгоритм не распространяется на стохастические риски, такие как форс-мажор, а также на риски экономической природы.

Алгоритм идентификации рисковых технических средств приведен на рис. 2.

Набор исходных данных для реализации модели формируется по видам технических средств и представляет собой систематически обновляемую базу данных о режимах эксплуатации оборудования. Вид базы данных приведен в табл. 1.

Нормативное время эксплуатации нового оборудования определяется как нормативно установленное значение срока службы технического средства (по видам технических средств). Нормативное время эксплуатации для объектов, чей срок службы превысил свою норму, можно определить исходя их имеющихся статистических данных о времени работы до отказа.

$$t_{\text{проект}} = \frac{t_{\text{отказ}}}{k}, \quad (1)$$

где $t_{\text{проект}}$ – нормативное время эксплуатации до условного предельного состояния технического средства; $t_{\text{отказ}}$ – среднее время межотказного периода; k – коэффициент запаса.



Рис. 2. Алгоритм идентификации рисковых технических средств
 Fig. 2. Algorithm for identification of risky technical means

Структура базы данных по сведениям о технических средствах

Structure of database for information about technical means

Таблица 1

Table 1

Наименование технического средства	Нормативный срок службы	Фактический срок службы	Продолжительность эксплуатации до текущего нормативного ремонта				Запас прочности
			Вид ремонта 1		Вид ремонта 2		
			норма	факт	норма	факт	

Коэффициент запаса k рекомендуется принимать в диапазоне $[1,1; 1,3]$. Значение коэффициента определяется опытным путем и зависит от количества внеплановых ремонтов, проведенных для данного типа оборудования. В случаях если для оборудования проводились только плановые ремонты, рекомендуется принимать $k = 1,1$. Для технических средств, которые ремонтировались неоднократно, а стоимость внеплановых ремонтов была значительной, значение коэффициента запаса будет максимальным.

Время межотказного периода фиксируется по типам отказов и характеризует время прохождения между двумя типами отказов. В случае если техническое средство новое и ранее отказов не наблюдалось, значение k следует принять как фактическое время эксплуатации. Также нужно учитывать, что под отказами понимается событие, приведшее к остановке технологического процесса либо существенному падению мощности.

Для идентификации технических средств, которые могут достичь условного предельного состояния следует воспользоваться формулой

$$P = \frac{t_{\text{экспл}}}{t_{\text{проект}} \cdot n}, \quad (2)$$

где P – вероятность достижения условного предельного состояния; $t_{\text{экспл}}$ – фактическое время эксплуатации; $t_{\text{проект}}$ – нормативное время эксплуатации; n – запас прочности.

Значение запаса прочности определяется либо на базе нормативной документации (ГОСТ 21354-87, РД 10-249-98 и др.), либо на базе опытно-статистических данных. Условно для промышленных предприятий значение n можно принять в интервале 2–10. Значение запаса прочности зависит от множества факторов, а именно от надежности, заложенной при его проектировании, условий эксплуатации, от настоящего технического состояния и др.

Некоторую сложность для расчета будут представлять технические средства, исчерпавшие свой нормативный срок эксплуатации. Проблема заключается в том, что, руководствуясь приведенными формулами, данные технические средства будут гарантированно рассматриваться как рискованные. Авторы предлагают в данном случае руководствоваться подходом, когда для технических средств находящихся в удовлетворительном техническом состоянии нормативный срок эксплуатации определяется на базе остаточного ресурса. Значение вероятности отказа для подобных технических средств следует представить в виде

$$P = \frac{t_{\text{экспл}}}{t_{\text{проект}} \cdot n} \cdot \frac{t_{\text{отказ.ср}}}{t_{\text{отказ.факт}}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{отказ.факт}}$ – фактическое время отказа; $t_{\text{отказ.ср}}$ – среднее время отказа по данному типу технических средств и виду отказа.

Полученное значение вероятности отказа необходимо сравнить с критическим уровнем, значение которого устанавливается руководством предприятия. Проведя мониторинг [12–15], авторы делают вывод о том, что критическое значение должно находиться в интервале 3–5 %.

Предлагаемый алгоритм модели идентификации рисков позволяет отсеять нерискованные технические средства, а также разделять в зависимости от эксплуатационного состояния технических средств на объекты рискованные и нерискованные (нуждающиеся в мониторинге, либо допущенные к эксплуатации и / или хранению без ограничений).

Второй блок модели оценки риска предполагает анализ рискованных технических средств на предмет разработки корректирующих и предупреждающих мероприятий. Зная перечень рискованного оборудования со стратификацией по уровню риска и типу технических средств, можно определить критичность данных рисков. Необходимость данного действия вызвана потребностью формирования плана реагирования на возможные риски.

Для оценки критичности рискованного оборудования могут быть использованы методы:

- оценка частоты возникновения события в прошлом на основе статистических данных (данные, накопленные за некоторый период эксплуатации рассматриваемого объекта инфра-

структуры, статистические данные о происшествиях и других событиях и т. п.) и прогнозирование частоты, с которой это событие может возникать в будущем;

- оценка критичности рисков на основе данных об отказах технических средств, произошедших за определенный период времени, приходящихся на единицу продукции / услуги;
- прогнозирование критичности событий с использованием анализа диаграммы возможных отказов объекта инфраструктуры (анализ «дерева отказов») и анализа диаграммы возможных последствий данного отказа («дерева событий»);
- оценка на основе мнения экспертов.

При проведении экспертных оценок следует учитывать любую доступную информацию об объекте инфраструктуры. Целью анализа является оценка убытков, возникающих при наступлении рисков по техническим средствам. Для оценки убытков предлагается использовать следующую шкалу (табл. 2).

Таблица 2

Шкала идентификации последствий рисков технических средств

Table 2

Scale of identification of the consequences of risks of technical means

Уровень тяжести последствий	Значение коэффициента тяжести	Последствия по видам риска
Катастрофический	20–16	Гибель одного или более человек или тяжкие телесные повреждения 5 или более человек, связанных с функционированием технического средства предприятия; оборудование повреждено до степени исключения из инвентарного парка; нанесен критический ущерб объекту инфраструктуры
Критический	15–11	Тяжкие телесные повреждения до 5 человек, связанные с функционированием технического средства предприятия; повреждение оборудования, требующее проведение капитального ремонта для восстановления его работоспособности; нанесен ущерб объекту инфраструктуры существенного значения; потеря партии продукции, срыв поставки продукции
Несущественный	10–6	Вред средней тяжести, нанесенный здоровью сотрудника; повреждение оборудования предприятия, требующее проведения регламентного ремонта для восстановления его работоспособности; нанесен ущерб объекту ведомого значения; срыв сроков поставок
Незначительный	5–1	Легкий вред здоровью сотрудника; повреждение оборудования предприятия, требующее проведение текущего ремонта для восстановления его работоспособности; нанесен незначительный ущерб объекту инфраструктуры

Тяжесть повреждений регламентируется нормативно-правовыми актами РФ. Значение каждой категории риска устанавливается руководством организации на основании экспертных оценок применительно к собственному предприятию. Например, для методик анализа рисков, применяемых на железной дороге, в качестве критичного значения принята величина в 5 000 МРОТ, для незначительного риска – менее 500 МРОТ.

Ориентировочные значения для данной шкалы могут быть определены на основании экстраполяционного анализа статистических данных. Так, используя статистические данные за 2019 год и экстраполируя приведенные для РЖД значения, можно предположить, что критическим значением ущерба для малого предприятия будет значение от 200 МРОТ, а незначительным – менее 20 МРОТ.

Основной задачей анализа технических средств выступает оценка критичности рискового оборудования и технических устройств. Оценка критичности U ведется по формуле

$$U = \frac{t_{\text{экспл}} \cdot K_u \cdot Z}{t_{\text{проект}} \cdot n}, \tag{4}$$

где K_u – коэффициент учета тяжести последствий отказа технического средства; Z – суммарные затраты на создание технического средства, включая внереализационные затраты, а также затраты на подготовительно-заключительные работы.

Значение K_u может находиться в интервале от 1 до 20 и назначается исходя из критичности событий (см. табл. 1).

Алгоритм анализа второго блока и разработки рекомендаций отражен на рис. 3.

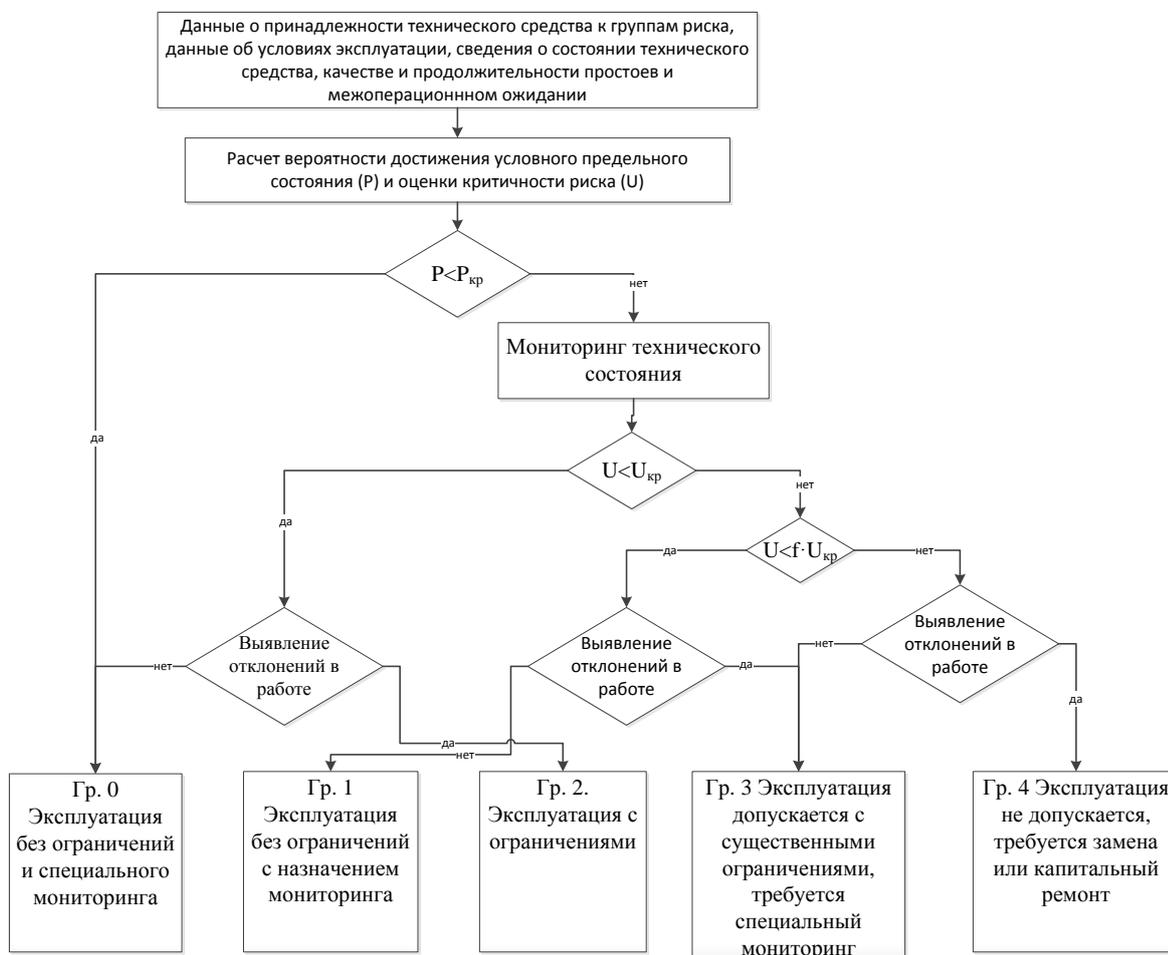


Рис. 3. Алгоритм анализа риска и выработки рекомендаций
 Fig. 3. Algorithm for risk analysis and development of recommendations

Реализация данного алгоритма позволяет сформировать укрупненные группы оборудования и разработать корректирующие и предупреждающие мероприятия для группы. Каждая группа представляет собой качественно выраженное состояние технического средства, характеризующее возможность его дальнейшей эксплуатации. Важно отметить, что данные группы связаны между собой, и реализация модели идентификации и оценки рисков позволяет отразить переход технических средств из одной группы в другую, что создает наглядную картину динамики риска.

Таким образом, предприятие имеет возможность разработки комплекса мероприятий по своевременному реагированию на изменение состояния объектов. Меры по минимизации ущербов на предприятии следует подразделять на действия, направленные на уменьшение экономических, социальных и экологических ущербов. Снижение экономических ущербов предполагает усилия по защите основных фондов от действия поражающих факторов возможных рисков ситуаций, повышению устойчивости технологических процессов к отказам. Снижение социальных ущербов обеспечивается за счет защиты персонала организации, а также населения прилегающих территорий, рационального размещения объектов, создание санитарных зон вокруг критических технических средств. Снижение экологических ущербов включает усилия по защите водоемов, атмосферы, почвенного покрова от попадания опасных веществ и энергий, выделяющихся в ходе эскалации возможных рисков.

В основе практических мер по снижению ущерба от потенциальных аварий лежат конкретные превентивные мероприятия научного, инженерно-технического и технологического характера, осуществляемые для парирования природных и техногенных опасностей [16; 17]. Значительная часть этих мероприятий проводится в рамках инженерной, радиационной, химической и медицинской защиты населения и территорий, прилегающих к площадкам размещения объекта.

Мероприятия по снижению ущербов определяются спецификой технического средства. Однако указанные мероприятия имеют общие научные, инженерно-конструкторские, технологические основы, служащие методической базой для снижения ущербов. В качестве примеров таких мер, могут быть названы:

- совершенствование технологических процессов;
- повышение надежности технологического оборудования и эксплуатационной надежности в целом;
- своевременное обновление основных фондов;
- использование качественной конструкторской и технологической документации;
- применение высококачественного сырья, материалов, комплектующих изделий;
- привлечение высококвалифицированного персонала;
- создание и использование эффективных систем технологического контроля и технической диагностики, безаварийной остановки производства, локализации аварийных ситуаций и многое другое.

Предлагаемая модель предполагает систематическое повторение процессов идентификации рисков, последующего анализа полученных данных и разработки корректирующих и предупреждающих мероприятий. Более того, значения вероятности наступления событий, параметры надежности и другие элементы информационной модели идентификации и оценки риска за прошедшие периоды могут быть использованы в качестве базовых значений для периодов последующих. Использование модели описания и оценки технологических рисков промышленного предприятия позволяет управлять рисками на основе их оценки и обоснованно регулировать фактический срок эксплуатации технических средств. Кроме того, использование предложенной информационной модели позволяет установить приоритеты в организации ремонта технических средств, в том числе и оборудования, относящегося к группе старогодных технических средств.

Список литературы

1. **Детина Е. П., Ермак И. С.** Моделирование системного подхода к управлению технологическими и эксплуатационными рисками на объектах производства и распределения газа // *Естественные и технические науки*. 2019. № 9. С. 152–157.
2. **Голева А. И., Стороженко Н. Р., Потапов В. И., Шафеева О. П.** Математическое моделирование отказоустойчивости информационных систем // *Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии*. 2019. Т. 17, № 4. С. 33–45.
3. **Журавлев С. С., Рудометов С. В., Окольников В. В., Шакиров С. Р.** Применение модельно-ориентированного проектирования к созданию АСУ ТП опасных промышленных объектов // *Вестник НГУ. Серия: Информационные технологии*. 2018. Т. 16, № 4. С. 41–55.
4. **Степин Ю. П., Бледных Е. Н.** Системное моделирование, оптимизация, оценка и анализ рисков и эффективности функционирования нефтегазовых производственных систем // *Автоматизация, телемеханизация и связь в нефтяной промышленности*. 2020. № 4. С. 26–34.
5. **Воконян Е.** Индустриальный интернет: настоящее или будущее отечественной энергетики? // *Энергетика и промышленность России*. 2016. № 1. С. 24–26.
6. **Гапанович В. А., Шубинский И. Б., Проневич О. Б.** Система управления рисками крупных компаний. Практика оценки рисков в ОАО РЖД и направление развития // *Проблемы анализа риска*. 2018. № 2 (15).
7. **Рыжкова Е. В., Иода Е. В.** Особенности управления рисками промышленного предприятия // *Социально-экономические явления и процессы*. 2015. № 9. С. 146–152.
8. **Freudenburg W. R.** Perceived risk, real risk: social science and the art of probabilistic risk assessment. *Science*, 1988, no. 4875, p. 44–49.
9. **Хазиева А. Т., Хайруллина А. Д.** Управление производственными рисками промышленного предприятия // *Электронный научный журнал*. 2016. № 10-3 (13). С. 188–192.
10. **Гилязутдинова И. В., Поникарова А. С.** Управление промышленными рисками инновационной деятельности на предприятиях нефтехимической промышленности // *Вестник Казанского технологического университета*. 2009. № 2. С. 368–375.
11. **Николаева А. А.** Систематизация рисков промышленных предприятий // *Economic Theory*. 2015. № 5 (126). С. 76–80.
12. **Asimit A. V., Badescu A. M., Verdonck T.** Optimal risk transfer under quantile-based risk measurers. *Insurance: mathematics and economics*, 2013, no. 1, p. 252–265.
13. **Кунин В. А.** Управление рисками промышленного предпринимательства (теория, методология, практика). СПб.: СПбАУЭ, 2011. 144 с.
14. **Махметова А. Е., Киселева М. В.** Оценка рисков в управлении качеством продукции на промышленных предприятиях // *Экономика в промышленности*. 2017. № 2. С. 147–152.
15. **Ларинина Т. И.** Методические подходы к управлению инновационной инфраструктурой промышленного предприятия на основе управления рисками // *Nauka-Rastudent.ru*. 2016. № 12. С. 3–12.
16. **Диасамидзе М. А., Хакимова Г. Р.** Качественные методы оценки рисков в системе риск-менеджмента промышленных предприятий // *Международный технико-экономический журнал*. 2017. № 1. С. 13–18.
17. **Бадалова А. Г., Пановский В. Н.** Управление рисками при реализации проектов технического перевооружения промышленных предприятий // *Вестник МГТУ*. 2015. № 1 (32). С. 117–124.

References

1. **Detina E. P., Ermak I. S.** Modeling a systematic approach to managing technological and operational risks at gas production and distribution facilities. *Natural and Technical Sciences*, 2019, no. 9, p. 152–157. (in Russ.)
2. **Goleva A. I., Storozhenko N. R., Potapov V. I., Shafeeva O. P.** Mathematical modeling of fault tolerance of information systems. *Vestnik NSU. Series: Information Technology*, 2019, vol. 17, no. 4, p. 33–45. (in Russ.)
3. **Zhuravlev S. S., Rudometov S. V., Okolishnikov V. V., Shakirov S. R.** Application of model-oriented design to the creation of industrial control systems for hazardous industrial facilities. *Vestnik NSU. Series: Information Technology*, 2018, vol. 16, no. 4, p. 41–55. (in Russ.)
4. **Stepin Yu. P., Blednykh E. N.** System modeling, optimization, risk assessment and analysis of the functioning of oil and gas production systems. *Automation, telemechanization and communication in the oil industry*, 2020, no. 4, p. 26–34. (in Russ.)
5. **Vokonyan E.** Industrial Internet: the present or future of domestic energy? *Energy and Industry of Russia*, 2016, no. 1, p. 24–26. (in Russ.)
6. **Gapanovich V. A., Shubinsky I. B., Pronevich O. B.** The risk management system of large companies. Risk assessment practice in Russian Railways and development direction. *Problems of risk analysis*, 2018, no. 2 (15). (in Russ.)
7. **Ryzhkova E. V., Ioda E. V.** Features of risk management of an industrial enterprise. *Socio-economic phenomena and processes*, 2015, no. 9, p. 146–152. (in Russ.)
8. **Freudenburg W. R.** Perceived risk, real risk: social science and the art of probabilistic risk assessment. *Science*, 1988, no. 4875, p. 44–49.
9. **Khaziev A. T., Khayrullina A. D.** Industrial risk management of an industrial enterprise. *Electronic scientific journal*, 2016, no. 10-3 (13), p. 188–192. (in Russ.)
10. **Gilyazutdinova I. V., Ponikarova A. S.** Management of industrial risks of innovative activity at the enterprises of the petrochemical industry. *Bulletin of Kazan Technological University*, 2009, no. 2, p. 368–375. (in Russ.)
11. **Nikolaev A. A.** Systematization of risks of industrial enterprises. *Economic Theory*, 2015, no. 5 (126), p. 76–80. (in Russ.)
12. **Asimit A. V., Badescu A. M., Verdonck T.** Optimal risk transfer under quantile-based risk measurers. *Insurance: mathematics and economics*, 2013, no. 1, p. 252–265.
13. **Kunin V. A.** Risk management of industrial entrepreneurship (theory, methodology, practice). St. Petersburg, SPbAUE Press, 2011, 144 p. (in Russ.)
14. **Makhmetova A. E., Kiseleva M. V.** Risk assessment in product quality management at industrial enterprises. *Economics in Industry*, 2017, no. 2, p. 147–152. (in Russ.)
15. **Larinina T. I.** Methodological approaches to managing the innovation infrastructure of an industrial enterprise based on risk management. *Nauka-Rastudent.ru*, 2016, no. 12, p. 3–12. (in Russ.)
16. **Diasamidze M. A., Khakimova G. R.** Qualitative methods for assessing risks in the risk management system of industrial enterprises. *International Technical and Economic Journal*, 2017, no. 1, p. 13–18. (in Russ.)
17. **Badalova A. G., Panovsky V. N.** Risk management during the implementation of projects for the technical re-equipment of industrial enterprises. *Vestnik MSTU*, 2015, no. 1 (32), p. 117–124. (in Russ.)

Материал поступил в редколлегию
Received
17.04.2020

Сведения об авторах

Шендалев Александр Николаевич, канд. экон. наук, доцент кафедры «Экономика транспорта, логистика и управление качеством» Омского государственного университета путей сообщения ОмГУПС (Омск, Россия)
shendalev@mail.ru

Шендалева Ольга Анатольевна, канд. техн. наук., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» Омского государственного университета путей сообщения ОмГУПС (Омск, Россия)
oa_shendaleva@mail.ru

Information about the Authors

Aleksandr N. Shendalev, Cand. Econ. associate Professor, Department of transport Economics, logistics and quality management, Omsk State University of Railway Engineering (Omsk, Russian Federation)
shendalev@mail.ru

Olga A. Shendaleva, candidate of technical Sciences associate Professor of the Department of Informatics and computer graphics, Omsk State University of Railway Engineering (Omsk, Russian Federation)
oa_shendaleva@mail.ru