

*Д. А. Михин, Н. С. Толстошеин**

**СЕМАНТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК СРЕДСТВО
ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Техногенные проблемы в производственных организационно-технических системах проявляются преимущественно как отказы оборудования, аварийные остановки линии, повреждения узлов и нарушения регламентов. В большинстве случаев таким событиям предшествует неоднократное повторение определенных симптомов, таких как, например, неблагоприятные условия эксплуатации и ошибки обслуживания. Существенная часть сведений, необходимых для выявления факторов техногенного риска и оснований модернизации ОТС, фиксируется в текстовых источниках двух типов:

- внутренних, таких как отчеты, инструкции, регламенты, описания инцидентов;
- внешних, таких как научные статьи, тематические журналы, публикации о новых технических решениях и методиках, которые содержат признаки, контекст и основания для модернизации элементов.

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Информационные системы и защита информации» ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. В. Алексеева.

В связи с этим в рамках решения поставленной задачи семантический анализ рассматривается как средство преобразования текстовых источников в структурированные признаки, пригодные для выявления факторов техногенного риска и модернизации элементов ОТС. Под признаками в данном случае понимаются извлекаемые из текста упоминания симптомов, событий, действий обслуживания, условий эксплуатации и ограничений, а также связи между ними. Целью обработки служит получение формализованных результатов, которые можно сопоставлять между документами, накапливать во времени и использовать как основания для мониторинга и подготовки решений [1].

На рисунке 1 представлена классификация факторов техногенного риска, построенная по типам признаков, извлекаемых из текстовых источников. Факторы техногенного риска целесообразно выявлять на основе четырех групп признаков: признаков состояния элемента, условий эксплуатации, регламентных факторов и событийных признаков. Такая структура нужна для того, чтобы разнородные текстовые сведения сопоставлялись в единой логике: признаки из разных документов соотносятся с одной из групп, далее могут накапливаться во времени и использоваться как основания при формировании выводов о рисках и выборе корректирующих мер.



Рис 1. Классификация факторов техногенного риска по типам извлекаемых признаков

Для того чтобы признаки из четырех групп на рис. 1 могли использоваться при оценке риска, они должны быть получены из текста в сопоставимом и накапливаемом виде. Поэтому семантический анализ рассматривается как последовательность шагов: выделение терминов и контекстов, извлечение сущностей и отношений, нормализация формулировок и фиксация результата в структурированные объекты. Далее эти объекты используются как основания, которые можно формально описывать и агрегировать для получения факторов риска и рекомендаций по модернизации ОТС.

Минимальной единицей фиксации результата семантического анализа является свидетельство:

$$ev = \langle e, t, src, conf \rangle,$$

где e – элемент производственной ОТС, к которому относится обнаруженный признак; t – временная привязка свидетельства ev к временной оси элемента e , например, время реального проявления сбоя/инцидента; src – источник свидетельства; $conf$ – оценка уверенности сопоставления.

Такое представление позволяет сохранять трассируемость оснований и фиксировать неоднозначность текстовых формулировок без потери возможности дальнейшего сопоставления признаков между документами разных типов.

В процессе функционирования системы свидетельства накапливаются по каждому элементу ОТС и по группам признаков, указанным на рис. 1. Это означает, что для элемента системы формируется история повторяющихся симптомов, событийных проявлений (сбоев, отказов, инцидентов), регламентных несоответствий и контекстов эксплуатации, в которых они возникают. Важно отметить, что в качестве основания для формирования рекомендаций по модернизации элемента или состава ОТС в целом рассматривается не единичная запись, а устойчивая повторяемость. Таким образом, при накоплении определенного количества свидетельств о сбоях или ошибках обслуживания одного и того же элемента элемент отмечается как потенциально уязвимый в составе производственной системы. Это позволяет отделять случайные упоминания от устойчивых сигналов техногенного риска и фокусировать дальнейший анализ на тех элементах, для которых паттерны риска проявляются систематически [2].

На основании накопленных свидетельств формируются рекомендации по модернизации конкретного элемента (замена, изменение конфигурации, корректировка методики обслуживания), либо по изменению состава ОТС в целом (введение дополнительных компонентов, перераспределение функций, изменение связей). При этом внешние источники используются как база для поиска применимых вариантов модернизации, согласованных с выявленным типом признаков.

В частности, при событийных факторах и признаках деградации основные рекомендации касаются технических решений, при доминировании регламентных факторов и условий эксплуатации корректировки процедур и методик.

Сформированные рекомендации передаются лицу, принимающему решения (ЛПР), через соответствующие интерфейсы в виде перечня вариантов, каждый из которых сопровождается обоснованием через набор свидетельств: какие признаки выявлены, к какому элементу они привязаны, в каких источниках и при каких условиях они фиксировались, насколько устойчиво проявляются во времени. Это повышает качество принимаемых решений за счет двух факторов:

- решения опираются на накопленный массив согласованных оснований, а не на единичные сообщения, которые могут быть ошибочны;
- сохраняется трассируемость к источникам, что позволяет проверять и уточнять выводы.

Для описания последовательности преобразований от результатов семантического анализа к управленческим рекомендациям целесообразно представить пошаговый процесс обработки свидетельств и формирования рекомендаций для лица, принимающего решение.

В связи с этим на основании проведенного исследования был сформирован алгоритм, отражающий путь от фиксации свидетельства до выдачи системой ЛПР набора рекомендаций по модернизации элемента или состава ОТС.

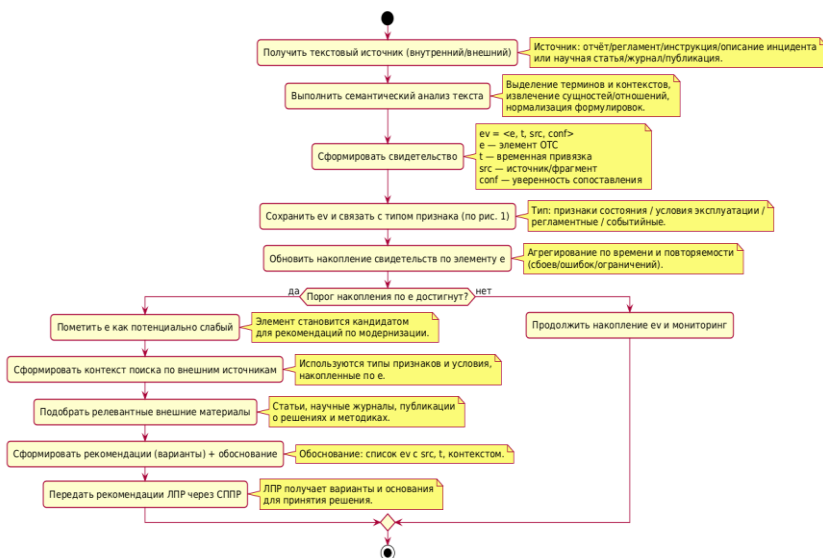


Рис 2. Алгоритм формирования рекомендаций на основе свидетельств, полученных посредством семантического анализа источников

В заключение отметим, что для производственных организационно-технических систем техногенные риски часто формируются и накапливаются задолго до аварийного события и отражаются не только в параметрах работы оборудования, но и в текстовых источниках, как внешних, так и внутренних. Рассмотренный подход позволяет системно извлекать и накапливать признаки, связывать их с конкретными элементами системы и использовать как основание для своевременного выяв-

ления факторов техногенного риска и направлений модернизации ОТС. Это, в свою очередь, повышает обоснованность рекомендаций по корректирующим мерам, снижает вероятность пропуска прецедентных сигналов и, как следствие, способствует более стабильному и эффективному функционированию производственной системы в условиях рисков.

Список литературы

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учебное пособие / Е. И. Большакова, Э. С. Клышинский, Д. В. Ландэ и др. – М. : МИЭМ, 2011. – 272 с.
2. Никольский, О. К. Онтологический анализ техногенного риска опасности электроустановок / О. К. Никольский, М. А. Габова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2021. – № 4(198). – С. 116 – 123.