

РЯБИНИН И.А.

Логико-вероятностная теория безопасности и признание её специалистами Российского Федерального Ядерного Центра

Аннотация

Кратко формулируются основные понятия логико-вероятностной теории безопасности, разработанной в 1992 году. Привлекательность ЛВТБ для инженеров заключалась в их исключительной четкости, однозначности и больших возможностях анализа влияния любого аргумента на безопасность всей системы.

Признание ЛВТБ специалистами Ведущего Института ВНИИЭФ в соавторстве с сотрудниками Национальной Лаборатории Сандиа (США) является определенным доказательством её эффективности даже при оценке риска чрезвычайных ситуаций на объектах, содержащих ядерные материалы.

Авторы сформулировали 6 позиций по достоинствам ЛВТБ и 4 пункта о предоставлении возможности специалистам РФЯЦ ВНИИЭФ для переориентации своих способностей к мирной деятельности.

Под логико-вероятностной теорией безопасности (ЛВТБ) понимаются основные знания по расчетам риска возникновения аварий и катастроф структурно-сложных систем, базирующиеся на логическом представлении развития опасных состояний, и математических методах вычисления истинности функций алгебры логики [1].

ЛВТБ позволяет объективно выявлять наиболее опасные места, причины и иницирующие условия; она формирует иное мировоззрение разработчиков и побуждает специалистов концентрировать усилия на решении наиболее важных задач.

Фундаментальным понятием в ЛВТБ является понятие **опасного состояния системы (ОСС)** и соответствующей логической **функции опасности системы (ФОС)**.

В ЛВТБ требуется в каждом конкретном случае дать **аналитическое описание** того ОСС, которое может привести к гибели людей или иному ущербу в больших масштабах (заранее оговариваемому как неприемлемому в данном случае). Такое описание начинается с составления **дерева опасного состояния (ДОС)** путем перебора всевозможных состояний системы **сверху вниз**: от исследуемого конкретного ОСС к тем причинам, которые способны его вызвать, т.е. к так называемым **иницирующим условиям (ИУ)**, отказам, поломкам, нарушениям правил эксплуатации и пр.

После эвристического (творческого) составления ДОС и апробации его среди специалистов следует приступить к составлению ФОС с помощью **кратчайших путей опасного функционирования (КПОФ)** либо посредством **минимальных сечений предотвращения опасности (МСПО)**.

Составленные ФОС с помощью КПОФ представляют собой дизъюнктивные нормальные формы (ДНФ). Замещать аргументы этих ФОС x_i вероятностями их истинности

нельзя до тех пор, пока ФОС не будут преобразованы в так называемые **ортогональные нормальные формы (ОДНФ)**.

Ортогонализация ФОС является наиболее трудоемким процессом, как при ручном преобразовании, так и при машинном. На этом заканчивается логическая часть ЛВТБ.

Замещение истинности аргументов в ОДНФ их вероятностями R_i , Q_i после арифметических операций их умножения и сложения позволяет получить вероятность структурно-сложного события, т.е. $P(\text{ФОС}=1)$.

Привлекательность ЛВТБ для инженеров заключается в основном в их исключительной четкости, однозначности и больших возможностях при анализе влияния любого аргумента x_i на безопасность всей системы.

За 35 лет использования ЛВТБ сотнями авторов меня заинтересовала именно публикация [2] по двум причинам:

- как специалисты РФЯЦ оценивают риски чрезвычайных ситуаций с ядерными материалами;
- что они обнаружили в логико-вероятностной теории безопасности полезного для оценки риска.

Публикация [2] начинается словами: *“Адаптация методики, основанной на логико-вероятностной теории безопасности, для оценки риска возникновения аварийных ситуаций на объектах, содержащих ядерные материалы.”*

В качестве авторов методики (фамилии не указаны) в публикации [2] объявлены:

Ведущий Институт

ВНИИЭФ - Всероссийский НИИ Экспериментальной Физики (Россия, Нижегородская обл., Саров)

Соавторы

Национальные Лаборатории Сандиа (США, Нью-Мексико, Альбукерке).

Сообщается, что проектные усилия будут выполнены высококвалифицированными специалистами, которые ранее участвовали в программах по ядерному оружию. Участники проекта приобрели многолетний опыт в области методического обеспечения надежности и безопасности ядерного оружия и опасных ядерных объектов.

Специфика работы [2], выполненной на английском языке, состоит в следующем:

1. В связи с отсутствием любых фамилий (как авторов проекта, так и авторов ЛВТБ), создается впечатление какой-то секретности, что и не удивительно из-за Российского Федерального Ядерного Центра (РФЯЦ), в котором трудились неназванные специалисты.
2. Не ясно, как следует понимать регистрационную дату 23.03.2000 и статус (одобрено без финансирования), и имела ли данная заявка какое-либо продолжение.
3. Найти в Интернете эту обезличенную информацию можно по ссылке: <http://www.istc.int/en/project/C5EDF94048BFF800C32568D6001B8E19>

Краткое описание проекта [2] на 4-х страницах в основном (а иногда и дословно) повторяет работу [1], впервые сформулированную в ноябре 1992 года и изданную в 1993 году.

В рамках данного проекта предложено использовать методику ЛВТБ для вычисления масштабов риска гипотетического начала чрезвычайной ситуации и её развития под воздействиями, произведенными на контейнеры с ЯМ.

Мероприятия проекта включают в себя:

- анализ и обработку статистических данных о предлагаемых прикладных объектах, в частности контейнерах для транспортировки ядерных материалов;
- адаптацию методики на основе логико-вероятностной теории безопасности для оценки риска чрезвычайных ситуаций на потенциально опасном объекте;
- проверку эффективности методики использования на контейнерах АТ-400.

Далее сообщается информация авторов [2] о достоинствах ЛВТБ:

1. Разработка методики анализа и оценки риска аварий сложных технических систем на основе логико-вероятностной теории безопасности является одной из эффективных тенденций в теории безопасности не только технических, но и других систем.
2. Логико-вероятностная теория безопасности позволяет объективно выявить наиболее опасные части сложных технических систем, причины и условия, инициирующие чрезвычайные ситуации.
3. Преимущество логико-вероятностной теории безопасности в её эффективной работе даже при отсутствии первоначальных значений вероятностей инициирующих событий.
4. Детерминированная модель хоть и не дает количественной меры безопасности системы, позволяет определить шкалу риска и принять практические меры по предупреждению попадания системы в опасные состояния.
5. Новое направление в развитии методов, основанных на логико-вероятностной теории безопасности, исходит из характеристик важности не только индивидуальных комбинаций.
6. Формулы, используемые для аналитического определения характеристики важности для набора элементов (начальных условий) также справедливы для любых систем, описываемых монотонными функциями алгебры логики.

В качестве итога делаются определенные выводы о проекте.

Предлагаемый проект:

1. Представляет военным ученым и специалистам РФЯЦ-ВНИИЭФ возможность для переориентации своих способностей к мирной деятельности.
2. Поощряет интеграцию РФЯЦ-ВНИИЭФ ученых в международное научное сообщество.
3. Поддерживает прикладные исследования и разработку технологий в мирных целях, особенно в области ядерной безопасности.
4. Способствует решению технических проблем в области контроля обработки ЯМ и обеспечения безопасности.

Признание специалистами Российского Федерального Ядерного Центра логико-вероятностной теории безопасности косвенно свидетельствует и об эффективности Международной Научной школы “Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах” (МА БР), которую ежегодно проводят ИПМ РАН, СПИИА РАН, СПГУАП, и где ЛВТБ многократно обсуждалась.

Оценивая публикацию [2], следует отметить, что это не совсем научная статья, а скорее всего заявка на финансирование проекта под флагом ЛВТБ или проверка адаптации методики.

Литература

1. Рябинин И.А. Концепция логико-вероятностной теории безопасности. (22 ноября 1992 г.) //Приборы и системы управления. Москва. Изд. “Машиностроение” 1993г., №10, стр. 6-9. Повторное издание в 2009 г. в книге “Логико-вероятностный анализ проблем надежности, живучести и безопасности”, в очерке 11, стр. 125-137.
2. Risk Assesment for Nuclear Materials Storage:
<http://www.istc.int/en/project/C5EDF94048BFF800C32568D6001B8E19>