

УДК 614.8.084

## МОДЕЛЬ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ НАРУШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Д.А. БУРМИНСКИЙ<sup>1</sup>,  
Н.К. МОДИН<sup>2</sup>, кандидат технических наук, профессор

<sup>1</sup>- Гомельский инженерный институт МЧС Республики Беларусь, г. Гомель, Беларусь

<sup>2</sup>- Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Беларусь

Построена модель появления и развития нарушения безопасности проведения аварийно-спасательных работ (АСР) для расчёта фактического уровня безопасности проведения АСР, основанного на определении вероятностей неблагоприятных событий и управляющих воздействий на всех уровнях «дерева (сценария) неблагоприятных событий».

**Ключевые слова:** модель, аварийно-спасательные работы, несчастный случай, травматизм, опасная ситуация, опасный фактор, управляющее воздействие.

**Введение.** Наличие причинно-следственных связей, лежащих в основе нарушения личной безопасности, позволяет предположить, что для его исследования можно использовать классические методы математического анализа. Однако вследствие многообразия неблагоприятных событий и их сложной взаимосвязи методы детерминированного математического анализа не нашли широкого применения в исследованиях травматизма. Наиболее часто они используются при анализе отдельных несчастных случаев или аварий и инцидентов. При получении же обобщающих характеристик используются методы математической статистики и теории вероятностей.

В современных методах анализа нарушений личной безопасности кроме математической статистики и теории вероятностей используют также основные положения теории надежности. Последнее оказалось необходимым в связи с тем, что несчастные случаи часто самым тесным образом связаны с отказами или авариями в технических системах (например, поломка секции механизированной крепи, обрыв подъемного каната, отказ электрической защиты, и т.д.). Теории вероятности и надежности, изучающие законы появления отказов, которые могут привести к

несчастным случаям, являются одним из перспективных направлений уменьшения уровня опасности. Следует отметить, что научный анализ травматизма и разработка на его основе методов прогнозирования условий безопасности труда невозможны без глубокого знания соответствующей предметной области.

**Основная часть.** На базе использования теорий вероятности и надёжности при исследовании иерархических структур разработан универсальный методологический подход (УМП) к анализу и оценке безопасности проведения АСР [1,2]. Ядром УМП является модель появления и развития нарушения безопасности проведения АСР (НБПАСР), основанная на концепции причинно-следственной связи событий. НБПАСР практически всегда является следствием цепи отказов техники, аварийно-спасательного оборудования, несоблюдения требований норм и правил охраны труда личным составом, опасным воздействием внешней среды и неиспользованных возможностей по предупреждению их последствий. Задача состоит в том, чтобы заранее предусмотреть максимально возможное количество причинно-следственных цепей и адекватных мер по разрыву их с тем, чтобы не допустить перехода первичного неблагоприятного события до конечного – нарушения безопасности проведения АСР. На рис. 1 приведена схема модели.

Конечным событием модели является несчастный случай (НС), к которому приводят НБПАСР. При этом предполагается, что для любых АСР всегда можно определить и перечислить все возможные НС и НБПАСР. В свою очередь, нарушению безопасности предшествует определенное (предкризисное, граничное) состояние проведения АСР, которое называется опасной ситуацией (ОС).

Причиной ОС является неблагоприятная причина (НП), представляющая собой опасную ситуацию: отказы техники, аварийно-спасательного оборудования, несоблюдения требований норм и правил охраны труда личным составом, опасным воздействием внешней среды, действующие как по отдельности, так и в сочетаниях. Здесь следует иметь в виду, что принимаются во внимание только те отказы (неисправность) техники, аварийно-спасательного оборудования, несоблюдения требований норм и правил охраны труда личным составом, опасное воздействие внешней среды, которые могут приводить к ОС при проведении АСР. Появлению неблагоприятной причины содействуют факторы (Ф) техногенного, антропогенного и природного характера. Все понятия: НС, НБПАСР, ОС, НП и Ф обобщенно будем называть неблагоприятными событиями.

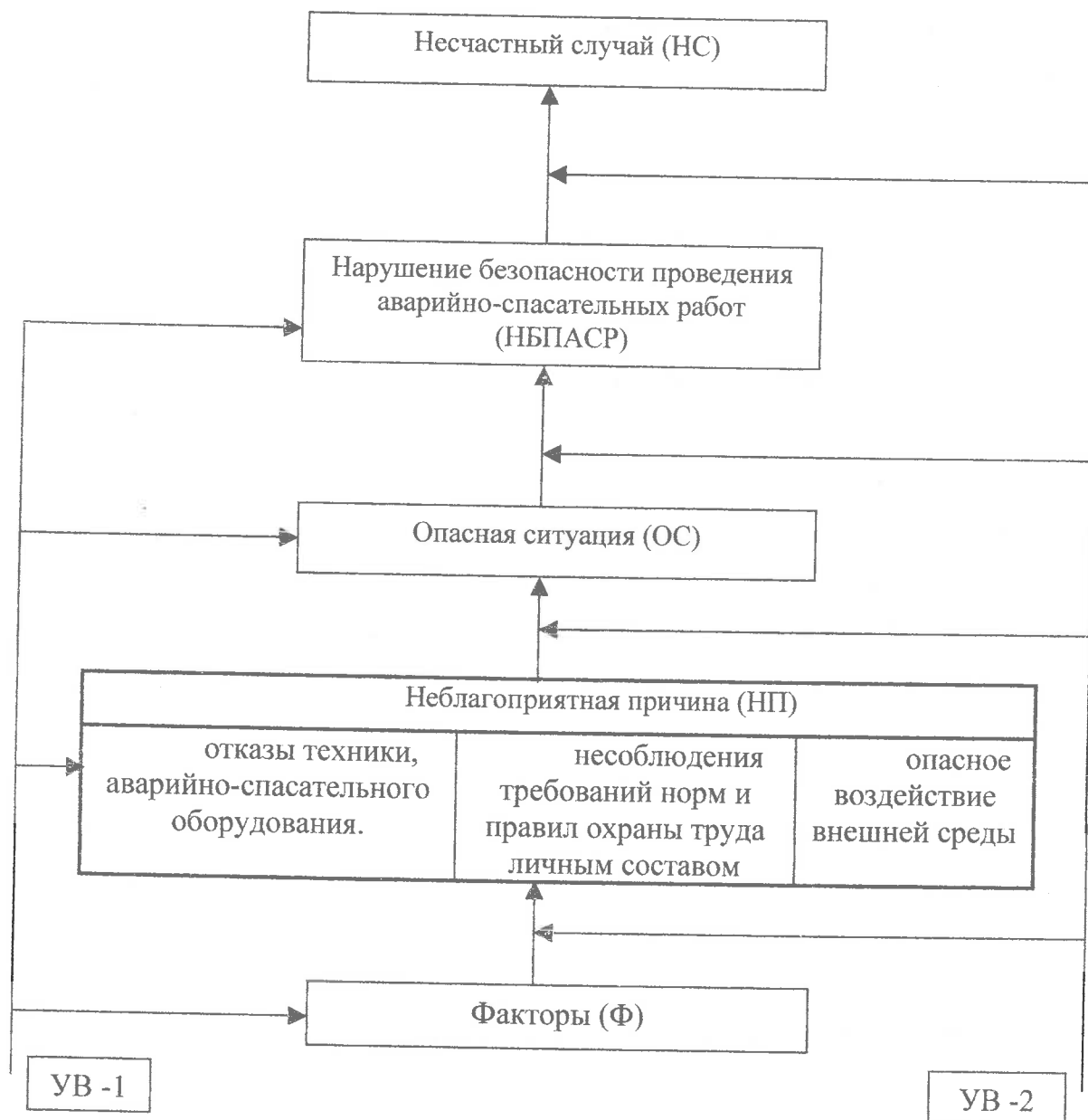


Рисунок 1 – Модель появления и развития нарушения безопасности проведения аварийно-спасательных работ

Пятиуровневая иерархическая структура модели является наиболее приемлемой по сравнению с меньшим или большим числом иерархических уровней по показателям полноты учета неблагоприятных событий и эффективности управляющих воздействий (УВ). Вместе с тем, в зависимости от заданной степени детализации конкретного вида проведения аварийно-спасательной работы возможно построение моделей развития неблагоприятных событий того или иного уровня иерархии модели. Например, может быть при необходимости разработана модель появления и развития опасного отказа (неблагоприятной причины) того или иного

аварийно-спасательного оборудования или технического средства, при этом модель может иметь два и более уровней факторов. Следовательно, для данного вида проведения АСР базовая пятиуровневая модель будет носить обобщенный характер, а частные модели помогут глубже проанализировать развитие наиболее важных с точки зрения безопасности неблагоприятных событий.

На схеме модели показаны также места введения УВ для того, чтобы прервать цепь неблагоприятных событий. По каналу УВ-1 формируются управляющие воздействия, предназначенные для предупреждения появления неблагоприятных событий при их зарождении. Например, на этапе разработки технического средства учитывают требования безопасности проведения АСР, в частности, недопущения опасного отказа, что является одним из многих примеров использования УВ-1 на уровне НП. Если не удалось предотвратить появление неблагоприятных событий при их зарождении, то на переходах от Ф к НП, от НП к ОС, от ОС к НБПАСР, от НБПАСР к НС предусматриваются вмешательства (управляющее воздействие УВ-2) специальных технических средств, руководителя ликвидации чрезвычайной ситуации.

Таким образом, схема обеспечения безопасности состоит в том, что необходимо на момент зарождения предотвратить (с определенной вероятностью) появление того или иного НС, но если это событие произошло, то следует парировать его последствия (опять же с некоторой вероятностью), не допустив развитие процесса до нарушения безопасности.

Можно предложить следующие решения по выбору УВ-2:

1) на переходах от Ф к НП, от НП к ОС, от ОС к НБПАСР: внедрение контрольно-диагностических средств, своевременно и в требуемом объеме прогнозирующих момент появления того или иного НС; качественная организация технического обслуживания и ремонта техники; своевременное проведение испытания; подготовка и переподготовка кадров; улучшение социально-бытовых условий работников; совершенствование организационно-распорядительных методов управления; повышение качества анализа и оценки уровня безопасности на основе использования современных информационных технологий и др.;

2) на переходе от НБПАСР к НС. Если не удалось прервать цепь неблагоприятных событий и НБПАСР произошло, то следует принять все меры по уменьшению последствий НС, используя решения: совершенствование организации

и материально-технической базы спасательно-восстановительных работ; эффективное использование методов медицины катастроф и др.

Как видно из вышесказанного, принципиальным условием построения модели является то, что для любого вида проведения АСР есть возможность превентивного определения и перечисления конкретного числа НС, УВ-1 и УВ-2.

В общем случае, профессионально определить, описать, перечислить все НС, построить модель и выбрать адекватные управляющие воздействия можно не только для проведения аварийно-спасательных работ, но и для других процессов, и не только технологических, предусматривающих возможность причинно-следственного анализа неблагоприятных событий, в частности, процессов развития пожароопасной ситуации, экономической, социальной и других сфер деятельности. Перечни неблагоприятных событий в реальных условиях проведения аварийно-спасательных работ достаточно велики, поэтому для построения сценариев развития НБПАСР на основе модели необходимо использовать аппарат дерева (сценариев) неблагоприятных событий (ДНС).

Реальное использование методов управления безопасностью, разработанных на основе рассматриваемого универсального методологического подхода, осуществлено, в частности, на железнодорожном транспорте [3].

#### **Выводы.**

1. Модель появления и развития нарушения безопасности проведения аварийно-спасательных работ, построенная на основе универсального методологического подхода, даёт возможность разработать «деревья (сценарии) неблагоприятных событий» с учётом управляющих воздействий на каждый вид проведения аварийно-спасательных работ [4].

2. На основе статистической или априорной информации о вероятностях факторов и парирования неблагоприятных событий за счёт управляющих воздействий можно дать количественную оценку уровня безопасности проведения АСР в вероятностной форме.

#### **Литература**

1. Основы безопасности промышленных объектов: учеб. пособие / Э.Р. Бариев, А.А. Украинец, Н.К. Модин, Д.А. Бурминский; под. ред. Э.Р. Бариева. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007.-208 с.

2. Модин Н.К.. Основы универсального методологического подхода к анализу и оценке безопасности и риска ответственного технологического процесса / Модин Н.К., Модина Т.Н., Бурминский Д.А. // Пожежна безпека –2007: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2007 – С.266-267.

3. Модин Н.К. Паспорт безопасности движения поезда: Стандарт организации СТП 09150.16.013 –2005 / Н.К. Модин, Г.Н. Модина, Н.А. Дыщенко, В.Б. Михайлюк, И.И. Аксютник, О.Д. Савчук, В.Т. Плотницкий. – Мн.: Бел.ж.д., 2005.-75 с.

4. Об утверждении Перечня аварийно-спасательных работ: Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 21 ноября 2001 г. № 1692 // Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь. – 2001. - № 112,5/9471.

*Поступила в редакцию 1.02.2008.*

**N.K. Modin, D.A. Burminski**

**THE MODEL OF APPEARANCE AND DEVELOPMENT OF THE RESCUE WORKS SAFETY HAS BEEN WORKD OUT.**

The model is intended for calculation of the actual level of the rescue works safety. The calculation is based on the determination of the unfavorable events probabilities and guide forces at the all levels of the “tree unfavorable events”.