

## ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, КАК ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ДТП

*Степан Лехман, Мария Панфилова*

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины  
Украина, г. Киев, ул. Героев Обороны, 15*

*Stepan Lehman, Mariya Panphylova*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
Heroiv Oborony Str. 15, Kiev, Ukraine*

**Аннотация.** В статье описаны элементы методик и некоторые результаты исследования возможного возникновения опасных последствий от потенциальных опасностей при функционировании транспортных средств, как эргативных систем, в условиях аграрного производства.

**Ключевые слова:** эргатические системы, логические модели и формулы, истинные изречения, опасные последствия.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Специфика ведения современных фермерских хозяйств, из-за их несовершенства может влиять на развитие опасных процессов при выполнении различных технологических операций на производстве.

Известно, что многие фермерские хозяйства расположены в непосредственной близости от различных по интенсивности движения транспортных магистралей. При этом на таких магистралях иногда можно заметить транспортные средства фермерских хозяйств из значительным количеством различных потенциальных опасностей.

Исследования и статистика свидетельствуют о том, что потенциальные опасности иногда возникают при выполнении транспортных операций. И как следствие – за последние годы замечено значительное возрастание аварий и травм на таких процессах. Это может свидетельствовать о том, что проблема снижения аварийности и травматизма при использовании различных транспортных средств в аграрном производстве еще далека до своего решения.

Наши предварительные исследования показали, что в некоторых фермерских хозяйствах при транспортировании сельскохозяйственной продукции используются различные транспортные средства, которые по тех-

ническому состоянию не всегда отвечают существующим требованиям. При этом водителями таких транспортных средств иногда бывают сами фермеры либо члены их семей, которые не имеют достаточного производственного опыта и необходимого профессионального уровня.

### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Известно, что в любом производстве каждый работник, применяемые им различные технические средства и среда, в которой выполняется определенный технологический процесс образуют соответствующую эргатическую систему. Такие системы достаточно полно описаны и исследованы в различных научных источниках [4-7, 10-12, 20]. При этом показано, что каждый элемент такой системы «Человек», «Техническое средство» и соответствующая «Среда» являются источниками потенциальных производственных опасностей. В работе [8] впервые описаны потенциальные опасности, которые могут возникать в условиях производства от каждого из названных источников в условиях аграрного производства. Поэтому мы разработали специальные методики и выполнили некоторые исследования потенциальных опасностей при функционировании эргатических систем в аграрном производстве и на транспорте [9, 11-14, 15-17].

В научной литературе достаточно широко опубликованы результаты различных исследований эргатических систем функционирующих на различных технологических процессах.

Благодаря последним исследованиям данной проблемы получены результаты, обеспечивающие прогнозирование образования опасных процессов и их возможных по-

следствий [19] и оперативный выбор обоснованных мероприятий для предупреждения опасных последствий на исследуемых объектах.

### ЦЕЛЬ РАБОТЫ

На уровне аграрного предприятия, независимо от формы собственности, разработана эффективная система управления безопасностью работников на производстве. Такой системой предусматривается оперативное выявление и анализ потенциальных опасностей с принятием экстренных мероприятий по предупреждению возможных опасных последствий.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На протяжении последних нескольких лет нами выполнены исследования потенциальных опасностей на различных технологических процессах фермерских хозяйств и аграрных предприятий. При этом были применены новые подходы к изучению источников потенциальных опасностей и исследованы закономерности зарождения, развития и возможного завершения различных опасных процессов в аграрных хозяйствах и на транспорте.

Для выполнения таких исследований нами разработаны новые оригинальные методики. В основу таких методик были положены известные операции алгебры логики. При этом мы каждую потенциальную производственную опасность, выявленную на любом рабочем месте, оценивали за ее источником, видом (опасное условие и опасное действие) и соответствующим содержанием. Доказано, что это не противоречило основным принципам и законам алгебры логики.

Известно, что при исследовании сложных явлений, информацию о причинах возникновения которых невозможно определить с помощью соответствующих экспериментов, учеными мировой науки был разработан метод, базирующийся на применении основных операций алгебры логики. При этом применялись основные логические операции «дизъюнкция», «конъюнкция» и «импликация». Соответственно данным операциям были разработаны символы логических опе-

раторов «ИЛИ», «И», «ЗАПРЕЩЕНИЕ». Построенная на основании использования данных операторов логическая модель получила название «дерево отказов». Этот метод нашел широкое применение и используется некоторыми учеными и в настоящее время [1-3, 6, 7].

Ввиду того, что описанный метод исследований оказался достаточно громоздким при оперативных исследованиях, мы разработали новый метод.

Характерною особенностью данного метода является точное формулирование каждой потенциальной опасности, независимо от источника возникновения, у виде истинных изречений. При таком описании каждого опасного процесса мы придерживались четкой природной последовательности возникновения таких опасностей, возможного взаимодействия их из событиями – условиями от его зарождения и до возможного завершения.

При условиях точного определения потенциальных опасностей и четкого понимания их содержания, особенно при выполнении логических операций, можно точно описать содержание исследуемого опасного процесса.

При этом следует заметить, что выявление и анализ потенциальных опасностей на различных производственных процессах должно быть прерогативами самих работников, руководителей производственных подразделений и соответствующей службы охраны труда, деятельность которой предусмотрена соответствующими нормативными документами. А это означает, что сами работники должны осознавать возможные последствия от потенциальных опасностей, а соответствующие руководители и служба охраны труда должны быть подготовлены по специальным программам и иметь высокий профессиональный уровень.

Соответственно специалист по охране труда предприятия должен быть подготовлен по специальным программам, а его функции должны быть четко определены. Это вызвано тем, что профессиональная деятельность данного специалиста должна быть направлена на постоянное выявление потенциальных опасностей, выполнение экстренного их анализа с немедленным принятием соответ-

## ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, КАК ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ, ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ДТП

ствующих мероприятий. При выполнении исследований установлено, что любые опасные процессы, возникающих при функционировании эргативных систем в АПК, могут образовываться из определенного количества сложных событий-ситуаций. Такие ситуации могут последовательно следовать одна за другой через определенные промежутки времени [10]. В отдельных случаях при функционировании такой системы опасный процесс может останавливаться, «возвращаться назад» и в зависимости от условий среды либо других причин, снова возникать и приводить к возникновению опасного последствия.

Следует заметить, что каждое сложное событие-ситуация, характеризующее определенное состояние функционирующей системы может образовываться с определенного количества стохастически независимых между собой событий-опасностей. При этом такие события должны быть ординарными и стохастически независимыми между собой.

Так на основании исследований доказано, что каждый исследуемый опасный процесс состоит из определенного количества событий-ситуаций. В свою очередь каждая такая ситуация может образовываться с определенного количества ординарных случайных событий. Если каждое из ординарных событий и событий ситуаций описать в виде истинных изречений, то мы получим формулу случайного опасного процесса. При этом заметим, что такой процесс описывается и исследуется за законами прямой логики, в отличие от описанных логических процессов в известных научных источниках [1-3, 5-7, 18, 19].

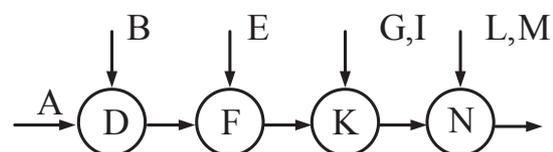
Для примера приведем описание такого опасного процесса у виде истинных изречений:

„Тракторист-фермер не имеет достаточной профессиональной подготовки ( $A$ ) и необходимого опыта ( $B$ ), управляет тракторным агрегатом (колесный трактор с прицепом) при транспортировании грубых кормов для животноводства на участке автомобильной дороги ( $D$ ). Прицеп загружен рулонами соломы так ( $E$ ), что значительно усложняет контроль за состоянием дороги за агрегатом ( $F$ ). У тракторного прицепа не-

исправный „стоп-сигнал” ( $G$ ) и указатели поворотов ( $I$ ). Перед левым поворотом на полевую дорогу агрегат снизил скорость движения ( $L$ ) и при отсутствии встречного транспорта ( $M$ ), выполнил резкий левый поворот ( $N$ ).

В этот момент за тракторным агрегатом двигался легковой автомобиль, который при приближении к тракторному агрегату ( $R$ ) и при отсутствии встречного транспорт ( $S$ ), резко свернул на встречную полосу движения ( $Q$ ). При этом водитель легкового автомобиля заметил поворот тракторного агрегата ( $X$ ), резко затормозил ( $Y$ ), но при этом не хватило пути для остановки ( $Z$ ) и он столкнулся с тракторным прицепом ( $W$ ). Последствиями были значительные повреждения автомобиля и тракторного прицепа ( $V$ ), что квалифицируется как ДТП.

На рис. 1 показана часть идентификационной модели с обозначением опасных явлений, которые могут возникнуть при функционировании тракторного транспортного агрегата до столкновения его с легковым автомобилем. С рисунка видно, что тракторный агрегат и легковой автомобиль, как эргатические системы, сначала функционируют независимо одна от другой. Но со временем они оказываются на общей дороге в общей среде, где между ними могут возникнуть определенные взаимодействия. Используя фрагмент идентификационной модели опасного процесса (рис. 1) исследуем ординарность и стохастическую независимость между случайными событиями совокупности  $A, B, E, G, I, L$  и  $M$ .



**Рис. 1.** Фрагмент идентификационной модели ДТП.

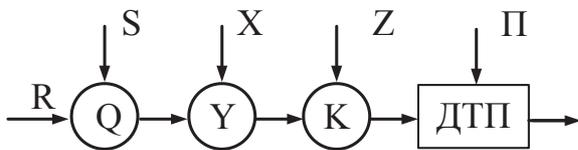
**Fig. 1.** Fragment of model identification accident.

На основании анализа содержания событий  $A$  и  $B$  установлено, что они являются ординарными и стохастически независимыми между собой. Событие  $E$  может возник-

нуть и существовать независимо от событий, которые образуют сложное событий  $D$ . При этом события  $G, I, L$  и  $M$  могут возникнуть независимо от возникновения или не возникновения всех стохастически независимых событий-опасностей. Это свидетельствует о том, что все исследуемые ординарные события-опасности имеют способность возникать независимо от каждого события данной совокупности. На основании такого анализа можно утверждать, что описанные события образуют соответствующее множество и при его исследовании можно применять известные операции над множествами.

События-ситуации совокупности  $D, F, K$  и  $N$  являются зависимыми между собой и без возникновения каждого из предыдущих, последующее событие не может возникнуть. Анализируя фрагмент идентификационной модели, показанной на рис. 1, видно, что ДТП может возникнуть, если автомобиль, обгоняющий тракторный агрегат у месте выполнения несанкционированного левого поворота, столкнется с тракторным транспортным агрегатом. С этой целью представим другую часть общей идентификационной модели ДТП.

На рис. 2 показано фрагмент идентификационной модели, иллюстрирующей возможное стечение опасных событий с возникновением столкновения двух транспортных средств. Тогда событие, характеризующее полученные повреждения транспортных средств ( $\Pi$ ), получит название ДТП.



**Рис. 2.** Фрагмент идентификационной логической модели возникновения ДТП  
**Fig. 2.** Fragment identification local model of accident

На рис. 2 показан фрагмент логической идентификационной модели, характеризующей возникновение столкновений транспортных средств (событие  $K$ ).

Анализируя фрагмент логической модели (рис. 1) можно сделать вывод о том, что событие  $N$  возникнет при условии возникно-

вения всех событий совокупности  $A, B, E, G, I, L$  и  $M$ . Применяв операцию «конъюнкция» запишем формулу для определения события  $N$ :

$$N = AiBiEiGiLiM \quad (1)$$

Так как формула (1) характеризует логическую операцию пересечения множеств, то ее можно записать в таком виде:

$$N = A \cap B \cap E \cap G \cap I \cap L \cap M \quad (2)$$

где:  $\cap$  - символ логической операции пересечения множеств.

Так как все события, входящие в состав данной формулы являются случайными, то формулу (2) можно использовать для определения количественной характеристики события  $N$ . Тогда формула (2) будет иметь такой вид:

$$P_N = P_A \cdot P_B \cdot P_E \cdot P_G \cdot P_I \cdot P_L \cdot P_M, \quad (3)$$

где:  $P$  - символ вероятности возникновения каждого события указанной совокупности.

Аналогичную операцию можно выполнить, используя фрагмент логической модели (рис. 2). Тогда получим вторую формулу, которая будет иметь такой вид:

$$P_W = P_R \cdot P_S \cdot P_X \cdot P_Z \quad (4)$$

где:  $P$  - символ вероятности возникновения событий  $R, S, X$  и  $Z$ .

## ВЫВОД

Формулы 3 и 4 можно использовать при обосновании выбора мероприятия относительно предупреждения возможности возникновения событий  $N$  и  $W$ . Для этого можно использовать формулы 3 и 4. Если из данных формул устранить хоть одно ординарное событие, то соответствующая вероятность данного события будет иметь нулевое значение. Тогда вероятности событий  $P_N = 0$  и  $P_W = 0$ . Последствий не будет.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Aleksandrov A.B. 2002: Ispolzovaniye metoda dereva otkazov dlya analiza neschastnykh sluchav/ Aleksandrov A.B., Martynyuk V.F., Fomin S.L. // Bezopasnost zhiznedeyatelnosti, № 9. – 6-11.
2. Andriy Novitskiy. 2011: Analiz nadiynosti zasobiv dlya prigotuvannya i rozdavannya kor-

- miv metodom dereva vidmov. / Andriy Novitskiy, Oleksandr Bannyi // Motrol. 13B 117-123.
3. Andrey Novitskiy. 2012: Logiko-veroyatnostnyye modeli nadezhnosti slozhnoy tekhniki / Andrey Novitskiy, Aleksandr Bannyi // Motrol. 14-№ 3. 184-190.
4. V.Khubka. 1987: Teoriya tekhnicheskikh sistem. / V.Khubka. Perevod s nemetskogo. M.: Mir. 205.
5. Devid B. 1979: Braun. Analiz i razrabotka sistem obespecheniya tekhniki bezopasnosti. / Devid B. Braun. M.: Mashinostroyeniye. – 359.
6. Dillon B. 1984: Inzhenernyye metody obespecheniya nadezhnosti sistem / Dillon B., Singkh Ch. – M.: Mir. – 318.
7. Ye. Dzh. Khenli. 1987: Nadiynisne proyektuvannya tekhnicheskikh sistem i otsinka risku / Ye. Dzh. Khenli, Kh. Kumamoto. Perekl. z angl..-K.: „Vishcha shkola”. – 543.
8. Lekhman S.D. 1986: Usloviya formirovaniya opasnykh situatsiy pri ekspluatatsii s.kh tekhniki. / Lekhman S.D., Gorkusha P.M //Okhrana truda v s.khve. Sb. nauchnykh trudov. Vyp. 1. – Vilnyus. s.kh. akademiya. Kaunas. – 135-139.
9. Lekhman S.D. 1997: Metodologichni printsipi rozrobki sistemi upravlinnya okhoronoyu pratsi na pidpriyemstvi. / Lekhman S.D. // Informatsiynyi byuletен z okhoroni pratsi № 1. Derzhavniy komitet z naglyadu za okhoronoyu pratsi. K. – 31-34.
10. S.D. Lekhman. 1999: Avariyni i travmonebezpechni situatsii pri funktsionuvanni lyudino-mashinnikh sistem u s.-g. virobnitstvi. Zb.nauk. prats NAU. „Mekhanizatsiya s.-g. virobnitstva. T.5. –K.: NAU. – 33-36.
11. Lekhman S.D 2001: Sistema upravlinnya pro-fesiynim rizikom na s.g. pidpriyemstvi. /Lekhman S.D. // Zb. naukovikh prats 3-i MNTK „Motorizatsiya i yenergetika rilnitstva”. Motrol. Lyublin. Polshcha. - 146-150.
12. Lekhman S.D. 2003: Zakonomirnosti utvoren-nya nebezpechnikh situatsiy na virobnichikh protsesakh v APK ta ikh imovirnisna otsinka. / Lekhman S.D. // Naukoviy visnik NAU. 60. K.: NAU. – 220- 225.
13. Lekhman S.D. 2007: Identifikatsiya potentsiy-nikh nebezpek pri prognozuvanni avari i travm na virobnichikh protsesakh v APK. / Lekhman S.D. Naukoviy visnik NAU-115. – K.: –137-142.
14. Lekhman S.D. 2008: Prognozuvannya nebezpechnikh staniv yergativnikh sistem pri ikh funktsionuvanni na virobnitstvakh APK / Lekhman S.D. // Mekhanizatsiya ta yelektrifikatsiya silskogo gospodarstva. – Vip. 92. – K. –509-514.
15. Lekhman S.D. 2009: Doslidzhennya prichin utvorenniya potentsiy-nikh nebezpek pri roboti MTA. / Lekhman C.D. // Mekhanizatsiya ta yelek-trifikatsiya silskogo gospodarstva. – Vip. 93. Glevakha. – 457-463.
16. Lekhman S.D. 2009: Yekspertna otsinka mashinno-traktornogo agregatu za potentsiy-nimi nebezpekami ta rizikami. / Lekhman S., Voytenko O. – slukhach magistraturi NUBiP Ukraїni. // Naukovo-virobnichiy zhurnal „Tekhnika i tekhnologii”. № 5. Ukr. NDIPVP im. L. Pogorilogo. - 26-28.
17. Lekhman S.D. 2010: Pasportizatsiya potentsiy-nikh nebezpek pri roboti mashinno-traktornikh agregativ na virobnitstvakh APK. / S.D.Lekhman. Naukoviy visnik. NUBiP Ukraїni. № 144 ch.3. Seriya «Tekhnika ta yenergetika APK». - 376-383.
18. Lekhman S.D. 20126 Doslidzhennya zakonomir-nostey utvorenniya nebezpechnikh staniv yergativnikh sistem agrarnogo priznachennya. /Lekhman S.D., Panfilova M.V. // Zbirnik na-ukovikh prats Vinnitskogo natsionalnogo agrarnogo universitetu. Seriya: tekhnichni nauki. Vipusk 11 t. 1 (65). Vinnitsya: – 236-241.
19. Lekhman S.D. 2012: Prognozuvannya nebez-pechnikh situatsiy ta obruntuvannya zakhodiv shchodo zapobigannya ikh mozhlivim naslidkam na virobnitstvakh APK / Lekhman S.D., Panfilova M.V. // Zbirnik naukovikh prats UkrN-DIPV im.L.Pogorilogo.Vipusk 16(30). Kniga 2. Doslidnitske. – 105-111.
20. Pavlov V.V. 1975: Nachala teorii ergaticheskikh sistem / Pavlov V.V. – K.: Nauk. dumka, 1975. – 239.

**FEATURES INTERACTION VEHICLE  
AS ERGATIC SYSTEMS  
IN CASE ROAD TRANSPORT EVENTS**

**Summary.** The elements of techniques and some results of study of possible dangerous impacts from the potential hazards with functioning of vehicles like ergative systems, in terms of agricultural production are described.

**Key words:** ergative systems, logic models and formulae, true sayings, dangerous consequences.