

УДК 656.61.08

Использование ассоциативно-структурного подхода при описании аварийной ситуации и вариантов её развития

С.В. Помахо, А.Ж. Смирнов, В.И. Меньшиков

Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра судовождения

Аннотация. В статье рассмотрена проблема возникновения аварийных ситуаций, обусловленных ошибками обработки информации и выбором управлений техническими средствами в одном из малых коллективов, образующих общий коллектив "человеческих элементов". Внимание авторов исследования уделено динамике развития аварийных ситуаций, определены её возможные последствия и пути решения.

Abstract. The paper considers problems of occurring emergency conditions caused by errors of information processing and choice of technical means management in one of small groups comprising the group of human elements. The attention has been paid to dynamics of emergency conditions development; possible consequences and ways of the problem resolution have been determined.

Ключевые слова: ассоциация, социальный изоморфизм, аварийная ситуация, последствия аварии
Key words: association, social isomorphism, emergency, failure consequences

1. Введение

Человеческие ошибки являются основной причиной большинства аварий и других инцидентов на море. По данным многочисленных исследований, ошибки человека являются основой от 60 до 80 % аварийных случаев, в то время как конструктивные недостатки оборудования судна дают лишь немногим более 10 % случаев. Поэтому безопасность любых технических средств повышенной опасности, в том числе и морских судов, обеспечивается не только техническими и организационными, но и социальными мерами, значение которых возрастает с повышением роли "человеческого фактора" на морском транспорте. Однако в современных исследованиях совершенно не рассматривается проблема возникновения аварийных ситуаций, обусловленных ошибками обработки информации и выбором управлений техническими средствами в одном из малых коллективов, образующих общий коллектив "человеческих элементов", несущих судовую ходовую вахту. Более того, не исследована возможная динамика самой аварийной ситуации и не определены последствия, к которым может привести развитие таких ситуаций. Частично ликвидировать подобный пробел можно, если очерченную проблему рассматривать в рамках ассоциативно-структурного подхода с использованием таких математических понятий, как социальный системный и социальный структурный изоморфизмы (Стекольников, 2002).

2. Модель аварийной ситуации на судне, индуцированной неопределенностью в ассоциациях АС-систем судовой вахты с последствиями

Пусть основой аварийной ситуации на судне стала информационная ошибка или ошибка управления, произошедшая в малом коллективе N_1 , рассматриваемом как одна из ассоциаций ассоциативно-структурной системы (АС-систему). Тогда эта ассоциация может быть "аварийноопасной" по отношению к малому коллективу N , который также является составной частью рассматриваемой АС-системы. Исследуем особенности взаимодействия двух малых коллективов N и N_1 , используя для этой цели операции $\varphi \times \omega$, где φ – социальный изоморфизм, а ω – социальный антиизоморфизм, допускающий или не допускающий однозначное отображение между выделенными малыми коллективами "человеческих элементов". Операции $\varphi \times \omega$, в данном случае, необходимо рассматривать как индуцирование элементов информационной и организационной неопределенности, возникающих в "аварийноопасной" ассоциации N_1 , в нормально функционирующий малый коллектив N . Такое индуцирование неопределенности, с одной стороны, образует аварийную ситуацию (1) на судне, а, с другой стороны, позволяет оценить динамику развития этой ситуации.

Модель аварийной ситуации на судне, обусловленную индуцированной неопределенностью в ассоциации АС-системы судовой вахты, составим на основании гипотезы о том, что существует взаимно-однозначное отображение социальных свойств малого коллектива N_1 (свойство аварийноопасности) в нормальные социальные свойства малого коллектива N , записанное так:

$$\varphi(xy) = \varphi(x) \varphi(y), \text{ где } x, y \in N; \varphi(x), \varphi(y) \in N_1, \quad (1)$$

где φ – системный социальный изоморфизм.

В данном случае, модель "аварийной ситуации" (1) использует только социально ориентированный изоморфизм (Анисимов, Меньшиков, 2003а), хотя при помощи операций $\varphi \times \omega$ можно составить такие модели аварийных ситуаций, в которых будет учитываться и технический изоморфизм.

Пусть далее малый коллектив N_1 антиизоморфен, и представляет собой ассоциацию, которая формирует опасный в эксплуатационном плане претендент. Тогда в рамках модели (1) изоморфизм $\varphi \times \omega$ обеспечивает индуцирование свойства "аварийноопасности" из ассоциации N_1 в ассоциацию N , создавая аварийную ситуацию в АС-системе. Индуцирование свойства "аварийноопасности" из ассоциации N_1 в ассоциацию N может привести, например, к потере мореходных качеств судна, находящегося под управлением АС-системы, и даже более того – способно изменить само бинарное отношение, объединяющее ассоциации (малые коллективы "человеческих элементов") в АС-систему.

Ужесточим требования к модели аварийной ситуации (1) и далее при ее описании взамен системного социального изоморфизма будем использовать структурный социальный изоморфизм. Тогда ассоциация N структурно изоморфна ассоциации N_1 лишь в том случае, когда имеет место взаимно однозначное соответствие между их структурами, при сохранении отношения включения. Пусть при аварийной ситуации (1) определен структурный социальный изоморфизм Φ , формирующий такое отображение множества всех структур ассоциации N на множество всех структур "аварийноопасной" ассоциации N_1 , при котором ассоциации N и N_1 будут структурно изоморфными

$$N^\Phi = N_1.$$

Тогда малые коллективы "человеческих элементов" должны обладать следующими свойствами (Анисимов, Меньшиков, 2003b):

- структурный изоморфизм малого коллектива N определён, если выявлены образы всех циклических структур ассоциации N ;
- пересечению любого множества F структур малого коллектива N соответствует пересечение образов этих структур в ассоциации N_1 ;
- структуре, порождённой любым множеством F структур малого коллектива N , соответствует структура, порождённая образами структур ассоциации N_1 ;
- структурный изоморфизм Φ является следствием отображения φ ассоциации N на малый коллектив N_1 , если для каждой структуры β ассоциации N определено равенство вида:

$$\beta^\Phi = \varphi(\beta), \quad (2)$$

где $\varphi(\beta)$ – множество образов структуры β .

При структурном изоморфизме Φ бесконечные циклические структуры ассоциации N поставлены во взаимно однозначное соответствие с бесконечными циклическими структурами ассоциации N_1 . Тогда должно существовать взаимно однозначное соответствие φ между всеми элементами ассоциации N и всеми элементами малого коллектива N_1 , записанное так:

$$\varphi(x) = x_1 (x \in N, x_1 \in N_1), \text{ если } \{x\}^\Phi = \{x_1\}.$$

Поэтому для любых "человеческих элементов" $x, y \in N$, если $\{x\}^\Phi = \{x_1\}$, $\{y\}^\Phi = \{y_1\}$, то должно выполняться равенство:

$$\{x, y\}^\Phi = \{x_1, y_1\} \text{ или } \{x, y\}^\Phi = \{y_1, x_1\}.$$

Рассмотрим два различных "человеческих элемента" a, b свободного производящего множества не аварийноопасной ассоциации N

$$\{a_i\}^\Phi = \{b_i\} \quad (i = 1, 2, \dots, n).$$

Тогда для ассоциации, порождённой любым множеством F структур малого коллектива N , соответствует структура, порождённая образами структур малого коллектива N_1 или

$$\beta = N^\Phi = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}^\Phi = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}.$$

Если при структурном изоморфизме Φ окажется, что

$$\{a b\}^\Phi = \{a, b_1\},$$

то для любых "человеческих элементов" x, y имеем:

$$\{x y\}^\Phi = \{x_1 y_1\}.$$

Поскольку структурный изоморфизм Φ является следствием системного изоморфизма φ , то при заданном структурном изоморфизме Φ определено отношение вида

$$\{a b\}^\Phi = \{b_1 a_1\},$$

которое для любых "человеческих элементов" x, y позволяет найти:

$$\{xy\}^\Phi = \{y_1 x_1\}.$$

Очевидно, что, в данном случае, определен системный социальный антиизоморфизм ассоциации N на малый коллектив "человеческих элементов" N_1 , при этом структурный социальный изоморфизм является следствием системного антиизоморфизма. Поэтому поведение "человеческих элементов" из ассоциации N всегда будет определяться структурой своей ассоциации, и всякий её структурный изоморфизм будет лишь следствием одного системного изоморфизма или системного антиизоморфизма (Меньшиков и др., 2000). Однако при любом изоморфизме (социальном или техническом) аварийная ситуация (1), возникающая мгновенно и не дающая АС-системе необходимого времени резервирования, практически исключает возможность своего развития без последствий. Другими словами, при развитии аварийной ситуации вида (1) с последствиями из структурного изоморфизма одного малого коллектива и взаимодействующего с ним другого "аварийноопасного" коллектива не следует их системный изоморфизм.

3. Модель аварийной ситуации на судне, индуцированной неопределенностью в ассоциациях АС-систем судовой вахты без последствий

Однако в практике эксплуатации судов могут существовать аварийные ситуации вида (1), которые не способны перерасти в аварии с последствиями, а благополучно разрешаются коллективом АС-системы. В таких ситуациях при структурном изоморфизме для малого коллектива N должна существовать такая "аварийноопасная" ассоциация N^*_1 , взаимодействие с которой способно создавать варианты ситуации (1), развитие которой осуществляется без каких-либо последствий. Для реализации аварийной ситуации (1) без последствий необходимо, чтобы "аварийноопасный" малый коллектив N^*_1 обладал свойством:

$$N \subset N_1 \cap N^*_1, \quad (3)$$

где малый коллектив N_1 структурно изоморфен малому коллективу N^*_1 .

Кроме того, в такой АС-системе, в дополнение к свойству (3), должен существовать социальный структурный изоморфизм Φ между малыми коллективами N_1 и N^*_1 , при котором $\beta^\Phi = \beta$, где β – любая ассоциация N , а малый коллектив N_1 не изоморфен и не антиизоморфен ассоциации N^*_1 . С учетом таких допущений ассоциация N_1 изоморфна ассоциации N^*_1 лишь в том случае, когда ранг малого коллектива N_1 будет равен рангу малого коллектива N^*_1 или, другими словами, при социальном изоморфизме N_1 на N^*_1 неразложимому элементу ассоциации N_1 должен соответствовать неразложимый элемент ассоциации N^*_1 . Если мощность множества всех неразложимых элементов ассоциации N_1 и мощность множества всех неразложимых элементов ассоциации N^*_1 равны, то множество F_1 следует рассматривать как свободное производящее множество малого коллектива N_1 (Нечеткие множества..., 1986). При равенстве мощностей множества F_1 и множества F^*_1 каждому "человеческому элементу" из множества F_1 можно сопоставить взаимно однозначный "человеческий элемент" из множества F^*_1 , и две ассоциации АС-системы будут близки в смысле аварийноопасности тогда, когда они будут обладать одинаковой записью в терминах производящего множества (Стекольников, 2002). Только в этом случае полученное соответствие между "человеческими элементами" будет изоморфным для малых коллективов N_1 и N^*_1 .

4. Заключение

Таким образом, для модели аварийной ситуации, развивающейся с последствиями, взаимодействующие ассоциации "человеческих элементов" способны образовать такую АС-систему, для которой ее состояние определяется не только социальными свойствами малых коллективов, а будет зависеть и от бинарного отношения, связывающего эти коллективы в одну АС-систему. Тогда для аварийных ситуаций с последствиями должны быть предусмотрены планы мероприятий, в которых усилия "человеческих элементов" из состава малых коллективов, должны быть направлены на минимизацию возможных последствий.

При аварийной ситуации без последствий может существовать множество АС-систем, состояние которых не зависит от изменения бинарного отношения между выходными социальными свойствами взаимодействующих малых коллективов, а будет определяться только структурой этих коллективов, причем их структурный социальный изоморфизм возникает лишь при наличии хотя бы одного системного социального изоморфизма.

Литература

- Анисимов А.Н., Меньшиков В.И. Особенности социального управления в системах менеджмента безопасностью. *Вестник МГТУ*, т.6, № 1, с.9-16, 2003а.
- Анисимов А.Н., Меньшиков В.И. Судовая ключевая операция – связанная пара "признак-состояние". *Вестник МГТУ*, т.6, № 1, с.3-8, 2003б.
- Меньшиков В.И., Глущенко В.М., Анисимов А.Н. Элементы теории управления безопасностью судоходства. *Мурманск, МГТУ*, 242 с., 2000.
- Нечеткие множества и теория возможностей. *Под ред. Ягера Р.Р. М., Радио и связь*, 386 с., 1986.
- Стекольников Ю.И. Живучесть систем. *СПб., Политехника*, 155 с., 2002.