

УДК 656.61.052.484:519

**GUARANTEED SAFETY MANAGEMENT OF ERGATIC SYSTEM ON WATER TRANSPORT****ГАРАНТИРОВАННОЕ БЕЗОПАСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭРГАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ***V.V. Golikov, Ph.D, Senior Researcher, associate professor***В.В. Голиков, к.т.н., с.н.с, доцент.***Odessa National Maritime Academy, Ukraine**Одесская Национальная Морская Академия, Украина***ABSTRACT**

The article considers increase of efficiency of ship ergonomics systems by harmonizing the activities of the operator in the implementation of the functions of the observability of objects and situational management information (events) by the following steps: to establish suitability for future operators ergonomics systems, analysis of the nature of the operator observing the work machine systems, studying the characteristics of information management in complex systems and substantiation requirements for ensuring the selection strategy of behavior.

**Keywords:** ergatic system, water transportation, the observer. management, complex systems.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами**

Постановка проблемы в общем виде связана с безопасностью судоходства. Безопасность представляет свойство динамических систем, которое сформировалось на принципах устойчивости, саморегуляции и целостности. Это позволяет явлению, процессу или событию (объекту) сохранять свою сущность и поддерживать основные характеристики (адекватность) в условиях неадекватности, т.е. целенаправленного, разрушительного влияния как внутри, так и снаружи объекта.

Во время морских и речных перевозок материальных ценностей необходимо гарантировать целостность и сохранность, как и самого судна, так и груза. Гарантированная безопасность транспортного процесса – решающее условие отсутствия угрозы или опасности, которое достигается путем борьбы за безопасность. Борьба заключается в создании ситуации или области ситуаций, которые могут быть достигнуты при функционировании эргатических систем за определенный промежуток времени [1].

Эти системы априори должны обладать надежностью, т.е. внутренним (потенциальным) свойством сохранять свои наилучшие эксплуатационные показатели в течение фиксированного времени такие как вероятность безотказной работы или среднее время безотказной работы. В теории надежности событие трактуется как однократный акт. При многократных

повторных актах событие накапливает внутреннюю энергию, поэтому для разрушения системы достаточно создания единой катастрофической ситуации, при которой накопленная или подведенная событием к объекту энергия начнет совершать работу [2].

В отличие от теории надежности в основу безопасности эргатической системы положена потребность в наблюдении за динамическими процессами [3].

### **Анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и выделение нерешенных ранее частей общей проблемы**

Анализ результатов последних исследований в области безопасности судоходства, а также расследований и экспертиз аварий, аварийных событий, случаев и ситуаций указывает на конечную неопределенность понятия «человеческий фактор». Об этом свидетельствуют заключения комиссий по расследованию аварий, согласно которым в 95 ÷ 97% случаев аварий и аварийных происшествий с судами, вина возлагается на деятельность операторов по логике: есть человек – есть «человеческий фактор» и наоборот. Такая неопределенность в понятиях является настораживающей и требует более четких пояснений о роли оператора (судоводителя или механика) при обеспечении наблюдения за динамическими процессами и управлении ситуациями [4].

Система профессиональной подготовки операторов эргатических систем базируется преимущественно на знаниях классической физики: линейной модели мирового пространства [Германа Минковского (1908)], имеющего четыре линейных измерения пространства – времени, в которой объекты представляются геометрическими или материальными точками. Поэтому в процессе развития теории жестких систем появились весьма условные простейшие динамические модели изучаемые в общетехнических дисциплинах, которые учитывают только элементарные взаимосвязи между природными факторами с очень небольшим набором данных в сравнении с огромным массивом, которым оперируют морские специалисты.

Сложные модели обычно используются в стратегическом планировании по принятию решений, а попытки их исследования методами нелинейной динамики, анализом устойчивости, живучести и способности к саморегулированию, показали ограниченность физикалистского подхода.

С развитием «вероятностных» подходов, характерных для теории надежности, а также сценарного подхода и теории гибких систем, появилась возможность управления событиями посредством создания благоприятных ситуаций, например, погодными условиями при выборе безопасного пути судна [3].

В принципе, динамический, а не вероятностный прогноз удастся дать лишь для систем с небольшим числом степенной свободы, обычно за ограниченный промежуток времени, называемый горизонтом прогноза. Для вероятностного прогноза, связанного с «человеческим элементом», требуется достаточная

плотность информационного поля и уровня познаваемости материального мира при определении темпа и интервалов времени между событиями в каждой конкретной материальной системе. Причем, по мнению А Бича [5], физическое время, характерное для материального мира, линейно как во внешней среде так и внутри системы. Такой подход возможен для тактических прогнозов.

Оперативное управление процессами и событиями требует увеличения объема памяти эргатической системы и способности к обработке информации, что позволяет уменьшить период принятия решений и передвигаться в собственном времени и пространстве. Поэтому при оперативном прогнозировании для принятия решений следует учитывать способность системы менять ход событий в пространстве-времени, т.е. управлять временем. Это указывает на необходимость использования памяти (человека или ЭВМ) для фиксации последовательности событий и придания времени необратимости и направленности.

Попытки использования тренажерной техники для прогноза событий также вызывают трудности принципиального характера связанные с ограниченностью имитационных моделей и способностью оператора принимать в расчет  $5\div 7$  меняющихся во времени величин параметров объекта. Поэтому в настоящее время на первый план выходит информация, которая представляет материальную силу, способную кардинально изменить свойства объекта, лишив его тех свойств, которыми он обладал бы при нормальном течении событий.

С учетом отмеченного, актуальными остаются подходы к проблемам обеспечения наблюдательности за динамическими процессами и управления информацией о событиях путем создания благоприятных ситуаций в судовых эргатических системах при подготовке операторов к действиям в неадекватных условиях.

### **Формулирование целей статьи (постановка задачи)**

Целью настоящего исследования стало повышение эффективности судовых эргатических систем путем гармонизации деятельности оператора при реализации функций наблюдаемости за объектами и ситуационного управления информацией (событиями).

В задачи исследования входило:

- установление профессиональной пригодности будущих операторов эргатических систем;
- анализ характера наблюдения оператора за работой машинных систем;
- изучение особенностей управления информацией в сложных системах;
- обоснование требований к выбору гарантирующей стратегии поведения.

### **Изложение материала исследования с обоснованием полученных научных результатов**

Изложение основного материала исследования начинается с особенностей формирования у человека внутренней стратегии. При профессиональном

отборе будущих моряков следует учитывать отношение различных типов людей к жизненной энергии времени [6]:

- из прошлого – следует научиться брать наилучшие знания, сохранять преемственность, извлекать уроки для настоящего и будущего, не превращая прошлое в идола или кумира;
- в настоящем – осуществлять правильный и наилучший выбор направления действий, не обожествляя сиюминутные выгоды или удовольствия;
- в будущем – уметь соединять будущее с настоящим без прожектерства, используя энергию природы не обожествляя доктрины прогресса.

В современном представлении человек как индивид (оператор, наблюдатель) обладает хроносемантической системой, которая включает, по крайней мере, три равнозначные разновидности внутреннего времени [7]:

- физиологическое, как биологический объект с биологическими ритмами;
- психологическое, как объект, обладающий психикой;
- осознанное – поскольку психика человека отражается в его сознании.

Первые две разновидности внутреннего времени предназначены для получения информации о событиях будущего интуитивно: без обращения сознания к рациональному мышлению, в то время как третья разновидность внутреннего времени основана на обращении к рациональному мышлению при выборе и принятии решений.

Поэтому очень важной проблемой остается установление взаимосвязи между информацией, памятью и мыслью человека-оператора в процессах наблюдения за внешней средой и управлением событиями при осуществлении морских перевозок для формирования ситуаций.

Внутреннее виртуальное пространство – время человека содержит в себе информацию о системе событий, в общем случае, не связанных с ним ни прямо (события его жизни), ни косвенно (события, с которыми он соприкасается на протяжении своей жизни). По своей сути, виртуальное пространство (память) является отражением объективного пространственно-временного мира, представленного непрерывными и неразрывными явлениями и процессами, а его событийное содержание представлено на бессознательном уровне в виде системы психических феноменов (редких, необычных явлений). В обычном понимании эта система представляет «интуитивную проскопию» с алгоритмами ситуаций и способами интуитивного мышления в виде процедур обращения сознания к памяти с запросом и последующим закодированным ответом. Декодировка ответа (вспоминания) представляет отдельную процедуру с «механизмами» доступа к памяти (в виде «системного структурного следа» или «ретикулярной формации») для достижения физического, математического или исторического понимания событий определяющего мира, относящихся к будущему.

Результатом профессиональной подготовки судовых операторов является способность непрерывного решения задач следующего характера:

- управления процессами микро и нано секундного масштаба;

- практически мгновенного доступа к информационным объектам;
- обеспечения непрерывности функционирования большинства информационных объектов;
- многократного возрастания информационной насыщенности из прошлого (опыт морской практики, правила, нормы, инструкции, резолюции и т.д.);
- многовариантность и гибкость моделей времени в различных производственных ситуациях.

Прежде чем приступать к операторской деятельности следует знать ряд постулатов относительно информации:

- чем больше информации, тем меньше смысла;
- избыточная информация превращается в дезинформацию, притупляя память;
- степень скорости информации прямо пропорциональна интенсивности забвения;
- чем больше человек гонится за временем, тем меньше его остается;
- время, набирающее скорость, не имея промежутков, пауз, лишает человека творческой жизни или смысла существования;
- вследствие нервного перенапряжения наступает физическое и психическое истощение, апатия и утрата самозащитных свойств организма;
- вне покоя нет свободы, вне свободы невозможно творчество.

Таким образом, морской оператор подготовленный на уровень: эксплуатации систем, включающих динамические процессы, должен обладать исчерпывающей информацией как об отдельных параметрах процесса так и его показателях; а на уровень управления – о событиях, происходящих на траектории движения судна и наблюдаемых энергопотоках внутри его.

Приступая к наблюдению для обнаружения, идентификации и сопровождения (сохранения динамической стойкости) динамических процессов эргатической системы, следует знать особенности ее системного гомеостаза связанного с сохранением интегративного (общего) качества функционирования.

К особенностям характера наблюдения оператором за работой машинных систем относится тот факт, что их классические пространственно-временные линейные модели не предполагают наличие наблюдателя так как в конечных выводах теории или эксперимента, наблюдатель обычно не фигурирует, лишая физику «человеческого лица».

В современной науке различают три вида наблюдателей: физического, психологического и осознанного [8]. Физический наблюдатель как «абсолютный хозяин области материального мира» может находиться в области одной координатной системы. Область нахождения физического наблюдателя может перемещаться относительно других наблюдателей, что важно при групповом управлении. Психологический наблюдатель может не только находиться в отдельной области пространства и перемещаться относительно других наблюдателей, но и имеет такие человеческие качества как логику,

память, общительность для получения информации и может наделяется физическими «материальными» свойствами. Осознанный наблюдатель обладает способностью накапливать и откладывать в сознании некие новые черты своего характера по наблюдению за собой со стороны, оценивая себя и свои поступки путем мышления.

Методологической базой процедуры наблюдения являются известные этапы системного анализа, наиболее ответственным из которых остается первый, когда из пространственно-временного мира выбирается объект и предмет исследования [3]. Конечной целью процедуры наблюдения является недопущение вхождения динамических процессов, контролируемых эргатической системой, в зону бифуркаций, а тем более системный кризис, когда дальнейшее существование системы становится под сомнение. Эффективность наблюдения связана с динамической стойкостью, т.е. инвариантностью основных характеристик системы от внешних воздействий.

Методологической базой управления событиями является иерархический подход к информации о событиях с учетом их неравномерности и дискретности в физикалистском понимании, а также энергетической интенсивности самого события, которые требуют привлечения дополнительных резервов и ресурсов связанных с безопасностью.

Вторым проблемным аспектом управления событиями является внутреннее пространство-время оператора, которое требует синергетического подхода, т.е. синхронизации информации о событиях со способностью операторов ее понять, проанализировать и сравнить с известными событиями, сформировать сценарным методом с использованием теории гибких систем ситуационный алгоритм (сценарий) безопасных действий и его реализовать.

Безопасность сложных систем (БСС) – явление, равноценное гомеостазу системы, представляющее тип динамической стойкости сложных саморегулирующих систем, адекватно функционирующих в допустимых границах, а система обеспечения безопасности формирует границы гомеостаза, обеспечиваемые силами и резервами механизмов системы.

Гарантированная безопасность эргатической системы, как способ принятия решений, базируется на концепции гарантирующей стратегии поведения и обеспечивается на принципах информированности, определенности и реализуемости с использованием иерархического, детерминистского и синергетического подходов, на базе теории жестких и гибких систем для поддержания системного гомеостаза, которым управляют знающие, понимающие, умеющие и опытные люди, принимающие и способные реализовывать адекватные сценарии (решения) в неадекватных условиях плавания.

Теория жестких систем (ЖС) является основой математического моделирования систем безопасности, которые находятся под влиянием физико-математических наук, требуют строгих количественных построений методом дедукции.

Теория мягких систем (МС) для БСС и социальных систем представляет основу математического моделирования процессов или явлений в адаптивных

системах безопасности, которые сохраняют свои характерные особенности при изменении внешней среды, подвергаясь долгосрочным изменениям и развитию.

Исследования жестких и мягких систем предполагают: для ЖС использование формализованных описаний, где преобладают категории математической логики, воспроизводимость результатов, а пояснения основаны на строгих доказанных причинных взаимосвязях; в МС невозможно полностью полагаться на формализованные методы так как в основе исследований используются эвристические соображения и интуиция, а выводы базируются на небольшом количестве наблюдений, которые практически не обновляются.

Так методология МС по Чекленду [9] используется для улучшения ситуации, где при выполнении необходимых действий МС реализуются следующие этапы:

этап 1, 2 – отделение реального мира проблемной ситуации от концептуального мира;

этап 3 – корневое определение наличия системы на основе плюралистичности (вариантности);

этап 4 – построение концептуальных моделей, отражающих целенаправленную активность элементов системы с учетом конкретных идеологий или картин мира;

этап 5 – разработанные абстрактные представления сравниваются с реальной действительностью и обговариваются участниками проблемной ситуации относительно организации и структуризации диалога для обсуждения различных точек зрения;

этап 6 – определяются последствия от реализации различных точек зрения, а последствия таких действий оцениваются по: этичности, политичности, экологичности, техничности и технологичности.

При этом следует учитывать «принцип Контринтуитивного поведения Дж. Форрестера» [10], согласно которому невозможно достичь точного прогноза поведения сложной системы, полагаясь только на собственный опыт и интуицию, необходимо использование формальных методов исследования МС, а также закона «муравья на дереве»: об однонаправленности событий при переходе из настоящего в прошлое и, наоборот, а также многообразия направлений времени (длительности событий) из настоящего в будущее и однонаправленности из будущего в настоящее.

Следует помнить и о нелинейности внутреннего времени оператора/ов эргатической системы в процессах управления событиями при принятии решений и их реализации. Этому способствуют методы математического конструирования чрезвычайных ситуаций предложенные, например, Д.А. Кононовым, С.А. Косяченко и В.В. Кульбабой [11], которые определяют архитектуру построения системы, принципы и наполнение конкретным физическим содержанием для разработки алгоритмов оптимизации управления в общем виде.

Математическая конструкция чрезвычайной ситуации (ЧС) представляется в виде блоков:

- ЧС ( $S$ ), которая описывается декомпозицией на сцены  $S_i$ ;

- сцена ( $S_i$ ) – отдельный динамический процесс;
- границы сцены  $S_k$ ;
- трансформация сцен  $S_i \rightarrow S_k$ ;
- сценарий  $S^A = \{S^A_j\} = \{S^A_1 \rightarrow S^A_2 \rightarrow \dots \rightarrow S^A_j\}$ .

Разделяют две группы задач динамики катастроф или ЧС: моделирование динамики ЧС и её сцен, а также моделирование структурных изменений, которые происходят в ЧС.

Сценарии развития ситуаций используются для: смены состояния объекта/ов (процессов); управления (формирования управляющих воздействий); оценки поведения (систем) с учетом квалификационных признаков, целей и методов формирования их сценариев, которые представляются в неформальном (экспертном), формализованном (автоматическая генерация сценариев) и частично-формализованном (экспертная оценка формализованных построений) видах [12].

Результаты фундаментальных научных исследований проведенных учеными Одесской национальной морской академии по созданию методологии гарантированной безопасности судоходства (ГБС), включающего в качестве объектов водные пути и инфраструктуру, информационное обеспечение, суда и людской ресурс, позволили сформировать подходы, принципы, законы, методы исследования и способы управления судами со стратегией гарантирующей безопасный исход движения, защищенный от всевозможных случайностей [13].

Технологическая карта исследования была сформирована на фактах действительности: аварийности, опасных ситуациях и «человеческом элементе».

Общей гипотезой стала необходимость соблюдения принципов информативности, определенности и реализуемости при организации гарантированно безопасного движения судов. Поэтому общей задачей исследования была поставлена задача организации группового управления судами, которая реализована на принципе единоначалия с использованием синергетического подхода и метода гармонизации управления маневрированием при морских операциях.

Главными задачами исследования были:

- информационное обеспечение ГБС на 2-х уровнях: наблюдения за параметрами и показателями процессов судовождения; управления событиями на водных путях с использованием иерархического подхода к формированию информационных потоков и принципа достаточности для формирования требований к обнаружению, распознаванию и сопровождению информационных потоков;
- принятие решений, стратегического, тактического и оперативного характера, гарантирующих успех судоходства в условиях неопределенности для достижения детерминизма и обеспечения логистики в прогнозировании представляющем систему моделей, которая описывает процесс смены параметров состояния процесса движения и делового функционирования в виде сценария, фиксируя



принципиальные, с точки зрения наблюдателя (оператора), моменты перехода в новое качественное состояние;

- реализуемость оператором ГБС принятых решений путем формирования законов, алгоритмов и правил выбора управляющих решений.

Научное положение исследования сформулировано в виде технико-эксплуатационных требований: ГБС обеспечивается командным стилем организации судоходства при синергетическом взаимодействии судов управляемых по принципам иерархической информированности, детерминизма в принятии решений и адекватных действий операторов в неадекватных условиях плавания, связанных с кризисом в судоходстве и внешними угрозами.

### **Выводы и перспектива дальнейшей работы по данному направлению**

Созданная технология научных исследований по созданию ГБС позволяет существенно, более чем вдвое, повысить интенсивность грузопотоков портов, принимать большегрузные суда, безопасно маневрировать в каналах и фарватерах как в одиночном, так и групповом круглогодичном плавании.

Изложенные результаты исследований базируются на материалах актов расследования аварий и аварийных случаев, отчетах о проведении научно-технических экспертиз по безопасности судоходства за последние 15 – 16 лет.

Разработанные на основе результатов исследований ОНМА схемы лоцманских проводок судов в морских портах городов Ильичевск, Одесса, Южный, Николаев, Мариуполь, а также в портах реки Днепр с использованием методологии ГБС позволяют моделировать поведение объекта (судна) и субъекта (буксиров) в режиме реального времени при безопасном выполнении объектом маневров и морских операций.

Дальнейшие исследования в направлении совершенствования ГБС планируется использовать для модернизации судоходства в портах Украины с целью значительного повышения интенсивности грузопотока портов.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Качинський А.Б. Засоби системного аналізу безпеки складних систем [Текст]/ А.Б. Качинський. – К.: Євроатлантикінформ, 2006. – 336с.
2. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем [Текст]/ И.А. Рябинин. – Спб.: Политехника, 2000. – 248с.
3. Антонов А.В. Системный анализ [Текст]/ А.В. Антонов. – М.: Высшая школа, 2004. – 454с.
4. Васильев В. Элементы человеческого фактора в мореплавании в эпоху глобализации [Текст]/ В.Васильев // Морской флот, 2012, № 01. – С. 40 – 44.
5. Бич А.М. Природа времени [Текст]/ А.М. Бич. – М.: АСТ Астраль, 2002. – 326с.
6. Ключников С.Ю. Искусство управления временем в эзотерических учениях [Текст]/ С.Ю. Ключников // Этика и наука будущего. Феномен времени:

- матер. IV-й междисципл. научной конф. (2004). – М.: «Коломенская типография», 2005. – С. 56 – 59.
7. Мхитарян К.Н. Неосознанное психическое внутреннее время индивида и его экспериментальное исследование [Текст]/ К.Н. Мхитарян // Этика и наука будущего. Феномен времени: матер. IV-й междисциплинарной научн. конф. (2004). – М.: «Коломенская типография», 2005. – С. 202 – 209.
  8. Родионов Б.У. Время – мысль, пространство – память [Текст]/ Б.У. Родионов // Этика и наука будущего. Феномен времени: матер. IV-й междисц. научн. конф. (2004). – М.: «Коломенская типография», 2005. – С. 172 – 178.
  9. Checland P.V. Soft systems methodology: an overview [Текст]/ P.V. Checland // J. Appl. Syst. Anal. – 1988. 15. – P. 27 – 36.
  10. Форрестер Дж. Мирская динамика [Текст]/ Дж. Форрестер. – М.: Мир, 1985. – 432 с.
  11. Кононов Д.А. Модели анализа развития социально-экономических систем АСУ УС [Текст]/ Д.А. Кононов, С.А. Косяченко, В.В. Кульба // Автоматика и телемеханика . – 1999, № 9. – С. 122 – 135.
  12. Величенко В.В. К проблеме управления катастрофами [Текст]/ В.В. Величенко // Доклады РАН. – 1996, № 6 (339). – С. 732 – 735.