

УДК 004.75

Человеческий фактор в модели управления автономными необитаемыми подводными аппаратами

Аллакулиев Ю. Б.

Актуальность проблемы. Представленная модель разработана для исследования процессов управления автономными необитаемыми подводными аппаратами (АНПА), которые формируются и организуются на практике командой высокопрофессиональных специалистов, работающих на береговом центре управления (БЦУ). Для эффективного управления АНПА, как роботизированным комплексом, решается задача выявления характера и особенности связей между входными и выходными обработанными данными об обстановке на морском театре военных действий (МТВД). В результате моделирования процессов управления раскрыты внутренние механизмы описываемых явлений, которые нашли отражение в количественном отношении по наиболее важным закономерностям. По результатам проведенных исследований разработаны предложения по созданию наиболее рациональной организации функционирования системы сбора, обработки, передачи и обработки информации (ССПОИ), суть которых заключается в оперативном структурировании информации в зависимости от ее качества на основе созданного математического аппарата. **Целью работы** является исследование процессов, на основе которых разрабатывается специальное математическое обеспечение для управления АНПА. **Новизна** определяется использованием современного математического аппарата информационных технологий и систем АНПА, который, в свою очередь, позволяет решать задачу структурирования информации и изменить организацию управления процессом. **Практическая значимость работы** состоит в том, что реализация предложенного математического аппарата в составе специального математического обеспечения АНПА и БЦУ позволит повысить эффективность управления.

Ключевые слова: автономные необитаемые подводные аппараты, математическое, алгоритмическое и программное обеспечение, система управления, искусственный интеллект, когнитивные технологии.

Актуальность

Современные автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) способны, не подвергая риску личный состав, эффективно решать целый ряд важных задач: поиск и уничтожение большинства типов контактных и неконтактных морских мин; ведение гидроакустической разведки; вскрытие и обследование системы противодесантной и противоподводно-диверсионной обороны противника в районах планируемых операций; разведка подводных гидротехнических сооружений и инфраструктуры пунктов базирования и ряд других. Дальнейшее развитие АНПА связывают с созданием наукоемких технологий, которые будут обеспечивать наиболее рациональное управление этими объектами в различных условиях складывающейся обстановки. Так, например, [3] в

Библиографическая ссылка на статью:

Аллакулиев Ю. Б. Человеческий фактор в модели управления автономными необитаемыми подводными аппаратами // Системы управления, связи и безопасности. 2018. № 4. С. 268-283. URL: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/14-Allakuliev.pdf>.

Reference for citation:

Allakuliev Yu. B. Human factor in the model of control with Autonomous unmanned underwater vehicles. Systems of Control, Communication and Security, 2018, no. 4, pp. 268-283. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-04/14-Allakuliev.pdf> (in Russian).

своем выступлении 14 марта 2018 года на конференции «Искусственный интеллект: проблемы и пути решения» Президент РАН, доктор технических наук, профессор В.М. Буренок отметил, что уже в 2030 году в российской армии появятся роботы с искусственным интеллектом, хотя, по его мнению, нельзя доверять роботу принимать решение о поражении объектов (нельзя допустить повторения американского сценария в Ираке, когда роботизированный комплекс с искусственным интеллектом «Сайбер» стал стрелять по своим). Таким образом, основные управленческие решения будут приниматься человеком в ситуационном центре берегового командного пункта, куда соответственно будут поступать разнородные сведения о состоянии АНПА и об обстановке на морском театре военных действий (МТВД) в целом. Это могут быть формализованные и неформализованные донесения, диаграммы, гистограммы, карты, карты-схемы, графики, зависимости, закономерности, они могут быть в виде черно-белых, полутоновых и цветных изображений.

Для управления АНПА формируется система сбора, передачи и отображения информации (ССПОИ) о подводной, надводной и воздушно-космической обстановке. Создание такой системы является не только актуальной, но и весьма сложной проблемой. Достаточно сказать, что только для решения одной задачи – анализа развединформации, поступающей от беспилотных летательных аппаратов, работающих в Сирии и Ираке, в 2016 году было создано новое подразделение Пентагона – Project Maven («Проект Знаток»). Это связано с тем, что персонал аналитических центров не справлялся с обработкой и анализом поступающих огромных массивов информации. У команды высококвалифицированных специалистов до 80% рабочего времени занимал [8, 9] один только просмотр кадров.

Постановка задачи построения модели обработки данных и принятия решений об обстановке в условиях неопределенности

Создание единой ССПОИ и решение задач мониторинга информации в рамках концепции «сетцентрической войны» предполагает мгновенное и синхронное отображение целей на экранах всех компьютеров с точностью, которую обеспечивает навигационная система (системы ГЛОНАСС и GPS обеспечивают точность привязки к местности, равную 1,5 м). При существенно возрастающем эффекте в ведении боевых действий в результате использования таких средств и информационных систем возможно появление ошибок, которые связаны с упрощенным подходом к реализации основных положений концепции управления АНПА. Прежде всего, такая недооценка проявляется в том, что рост объемов информации у каждого лица, принимающего решение, сначала плавно, а затем резко перетекает в проблему «перегрузки информацией», проблему переоценки способности человека адекватно перерабатывать большой объем противоречивой информации. Решение проблемы становится все более сложным в условиях, когда темп изменения данных, начинает превышать время реакции человека на эти изменения.

Все вышеизложенное приводит к тому, что в США дополнительно начинает формироваться система поддержки и контроля информационного про-

странства, система так называемых центров «слияния информации». В указанных центрах предполагается использовать специальное программное обеспечение для того, чтобы фильтровать информацию о боевой обстановке и, в частности, отсеивать информацию, которая не нужна военнослужащим, ведущим боевые действия. При этом возникают, по нашему мнению, новые более сложные задачи, связанные с ситуациями, которые складываются на нижнем уровне иерархии, но оцениваются и решаются на более высоком уровне управления: что считать лишней информацией, опасной или важной информацией, дезинформацией и т.д.

Одной из важнейших в этом перечне является задача оценки качества информации и уровня информированности лиц на разных уровнях управления. Международная организация стандартизации (ISO) определяет качество как совокупность свойств объекта в сопоставлении с предъявляемыми к нему требованиями [1, 6]. Соответственно по выражению Р.М. Юсупова [7] в результате повседневной работы возникает информированность субъекта – сложное свойство, характеризующее его способность, используя информацию и знания, формировать правильные суждения об обстановке и вырабатывать на их основе наиболее целесообразные управленческие решения.

Введем следующие определения понятий «данные – информация – знания»:

- 1) данные – результаты наблюдений и измерений;
- 2) информация – результаты обработки данных, представленные в установленной форме;
- 3) знания – систематизированные факты, полученные в результате сопоставления информации с выдвинутыми гипотезами.

В приведенных терминах понятие «данные» определяется как необработанная информация, в то время как «знания» – это проверенный практикой вид обработанной информации, которая может многократно использоваться для принятия решений и получения новой информации. При вводе отмеченных признаков, направленных на установление различия между понятиями «данные, информация и знания», можно также выделить понятие «информация», которое будет выступать в качестве признака, их объединяющего. Для этого введем также определение понятия «информации», как неопределяемой категории, которую будем оценивать через следующие ее свойства:

- достоверность, S_1 – свойство информационной системы отображать реальную обстановку с заданной точностью;
- полнота, S_2 – свойство информационной системы отображать заданный перечень достоверных значений элементов обстановки;
- оперативность, S_3 – свойство информационной системы решать поставленные задачи за установленные промежутки времени.

С учетом вышеизложенного сформулируем в общем виде задачу построения модели обработки данных и принятия решений об обстановке в условиях действия факторов неопределенности в следующей постановке.

На АНПА, как роботизированном комплексе, создается система искусственного интеллекта, обеспечивающая решение целевых задач, включая задачу самостоятельного движения аппаратов под водой.

На береговом центре управления (БЦУ) АНПА на основе данных, поступающих от различных источников, в условиях возможных ошибок операторов и внешнего деструктивного информационного воздействия лицами, принимающими решения, формируется определенная картина складывающейся обстановки. Качество информации с течением времени изменяется под действием целого ряда факторов:

- 1) старения информации;
- 2) обновления при поступлении сведений от источников информации;
- 3) искажения при поступлении дезинформации;
- 4) ошибок, допускаемых операторами при обработке данных.

Будем считать, что при наличии информации высокого качества Z при описании ситуации на МТВД устойчиво выбирается наиболее рациональное решение R и соответственно выбирается альтернативный план $\bar{R}$ при поступлении информации низкого качества $\bar{Z}$.

Вариант схемы информационного противоборства конфликтующих структур в процессе нападения и отражения атаки на информационные ресурсы БЦУ показан на рис. 1.

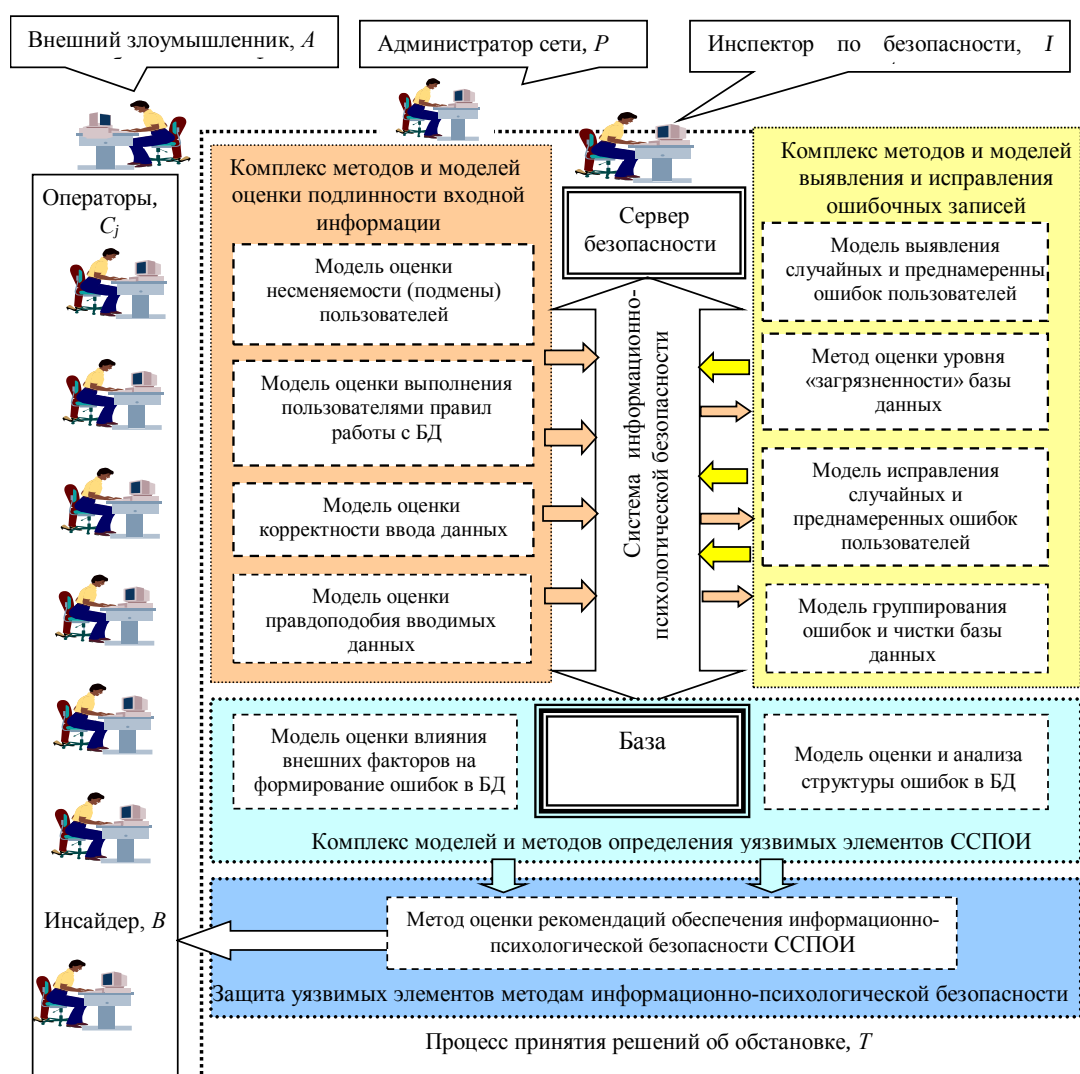


Рис. 1. Вариант схемы взаимодействия конфликтующих структур в процессе нападения и отражения атаки на информационные ресурсы

На основании вышеизложенного, при рассмотрении процесса взаимодействия противоборствующих «наделенных интеллектом» систем, будем исходить из следующих основных положений [1, 2, 5]:

1. Информация по своей сути субъективна, так как представляет собой результат умственного осмысления действительности человеком. Это означает, что в составе моделей должна присутствовать модель принятия управляющих решений каждой из противоборствующих сторон.
2. Эффективность искусственного интеллекта АНПА и информационного обеспечения автоматизированных систем управления БЦУ, определяющих описание обстановки на основе поступающих данных, находится в прямой зависимости от неопределенности ситуации.
3. Интеллектуальные процессы, протекающие при противоборстве конфликтующих систем, не исследуются, так как в природе отсутствуют какие-либо средства их фиксации.

Выделим два направления внутренних и внешних угроз деструктивных воздействий на ССПОИ.

Первое направление представляет внутренние угрозы, действие которых в основном определяется «человеческим фактором». В процессе ввода информации в базу данных в режиме санкционированного доступа поступает значительное количество ошибочной информации, на фоне которой возможно преднамеренное введение ложной информации. В связи с этим отметим два важных обстоятельства:

- 1) случайно введенная ошибочная информация, также, как и преднамеренная ложная информация, может представлять дезинформацию, использование которой приводит к ошибочным управленческим решениям;
- 2) рост ошибочной информации в базе данных компьютерных систем происходит достаточно быстрыми темпами.

Второе направление угроз связано с тем, что ССПОИ, как система реального времени, в процессе функционирования подвергается активным внешним деструктивным воздействиям [1, 3]. Для этого у противоборствующей стороны существует широкий набор таких средств и методов их использования.

Принятый в модели информационно-психологический аспект оценки результатов обработки данных связан, в первую очередь, с воздействием на сознание человека негативных информационных факторов (объем данных, их противоречивость и т.д.).

Для формализованного описания ситуации в целом, прежде всего, требуется провести обобщенную оценку входного потока данных, который реализуется во множестве сообщений $\{Z_i^\alpha\}$, где α – виды информационных сообщений; i – число сообщений каждого вида, поступающих на обработку в единицу времени.

Далее будем считать, что лица, принимающие решения, обладают когнитивными способностями, которые позволяют им во взаимодействии с другими людьми обрабатывать информацию и трансформировать ее в знания и опыт.

Таким образом, в результате выполнения человеком своих когнитивных функций входной поток $\{Z_i^\alpha\}$ преобразуется в поток $\{X_i^\alpha\}$, который является семантически описанием складывающейся ситуации. При выполнении требований к полноте и достоверности информации главной характеристикой ССПОИ будет являться временной условный функционал когнитивной идентификации обстановки

$$\left\{ \tau^* \left(X_i^\alpha / Z_i^\alpha \right) \right\}_{i,\alpha}. \quad (1)$$

При выборе данного функционала в качестве критерия оценки пригодности ССПОИ и выполнении условия аддитивности используемых функций ($f(x+y)=f(x) + f(y)$) может использоваться неравенство:

$$T^* \leq T_{\text{норм}},$$

где

$$T^* = \sum_i \sum_\alpha \tau^* \left(X_i^\alpha / Z_i^\alpha \right), \quad T_{\text{exp}} < T_\Sigma^* \leq T_{\text{норм}}. \quad (2)$$

Математическое описание оценки роли и влияния человеческого фактора в модели управления АНПА

Включение человека в контур сбора, передачи, обработки, хранения, преобразования и отображения данных на БЦУ определяет необходимость решения одной из наиболее важных и сложных задач оценки адекватности создаваемой модели.

Представим описание понятия качества информации в складывающейся ситуации в терминах теоретико-множественного подхода $Z: S = (L, T, R, C)$, где L – множество переменных, T – множество параметров, R – отношения на множества L и T , C – уровень достижения цели системой.

Процедура интегральной оценки качества информации при описании ситуации включает ряд операций:

- 1) назначение каждому S_i -ому свойству информации переменной L_i , с помощью которой суммируется изменение проявлений свойства $S_i = [S_{ij}, j=\{1, N\}] \rightarrow L_i = [L_{ij}, j=\{1, N\}]$. Множеству проявлений каждого свойства соответствует множество значений переменной;
- 2) создание операционной базы наблюдения путем установления соответствия между наблюдаемым значением параметра T и значением переменной L_i в ограниченном множестве свойств $\{S_1, S_2, S_3\}$;
- 3) формирование отношения R на множества L и T при различной форме описания каналов наблюдения (на чётком или нечётком множестве значений переменных и параметров наблюдения);
- 4) задание признаков различения одного свойства от другого и определение достигаемого уровня состояния качества информации (Z или $\bar{Z}$).

Для установления взаимосвязи между качеством информации Z и заданным уровнем достижения цели управления C , будем использовать

математический аппарат теории катастроф. Как показано на рис. 2, в такой модели процессы принятия решений и оценки качества информации могут определяться складкой и сборки Уитни соответственно.

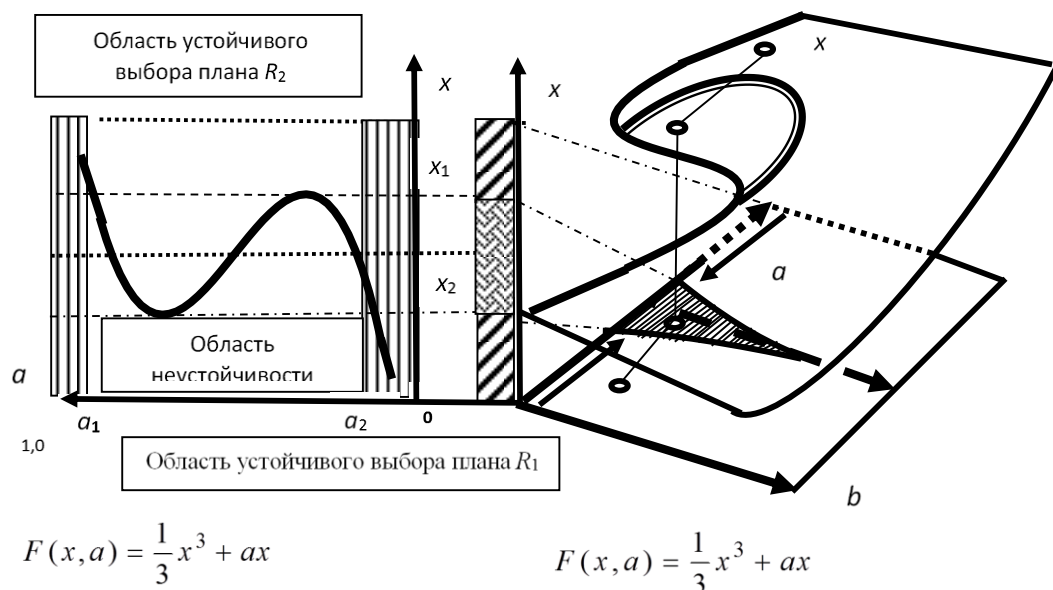


Рис. 2. Вариант моделирования процесса принятия решения складкой Уитни, моделирования обстановки сборкой Уитни

Рассмотрим более подробно математический аппарат оценки качества информации, построенный путем задания семейства функций типа сборки. В общепринятых [2] условных обозначениях значения функции определяются двумя управляющими параметрами a и b (рис. 3)

$$F(x, a, b) = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}x^2a + b \quad (3)$$

Изображенный на рис. 3 на плоскости управляющих параметров (a, b) график функции $F(x, a, b)$ при ограничениях $-1 \leq a \leq +1$; $-1 \leq b \leq 1$ содержит основные элементы нелинейности, которые соответствуют описанию этой функцией информационного процесса в трехмерном пространстве. Сепаратриса управляющих параметров состоит из точки в начале координат $(a = 0, b = 0)$ и линии складки, с координатами $\left(\frac{a}{3}\right)^3 + \left(\frac{b}{2}\right)^2 = 0$.

Считается, что по оси a изменения качества информации соответствуют изменению коэффициента полноты сведений об обстановке и по оси b – изменению достоверности обстановки.

Для измерения качества информации в зависимости от изменения ее свойств $\{S_1, S_2, S_3\}$ все пространство параметров $(a, b) \in R^2$ условно разделим на три области:

1. Область равновесного стационарного состояния, имеющей форму сборки (на рис. 3 выделена вертикальными штриховыми линиями). Указанная область определяет фазовое пространство с низкими

начальными значениями качества информации и интерпретируется как область параметров устойчивого “незнания” обстановки. В пределах этой области создается бассейн притяжения, внутри которого существует один аттрактор (локальный минимум) в окрестности критической точки. Положение аттрактора в общем случае определяется состоянием максимальной неопределенности обстановки, что соответствует формированию условий равновероятного выбора любого из двух возможных вариантов решения.

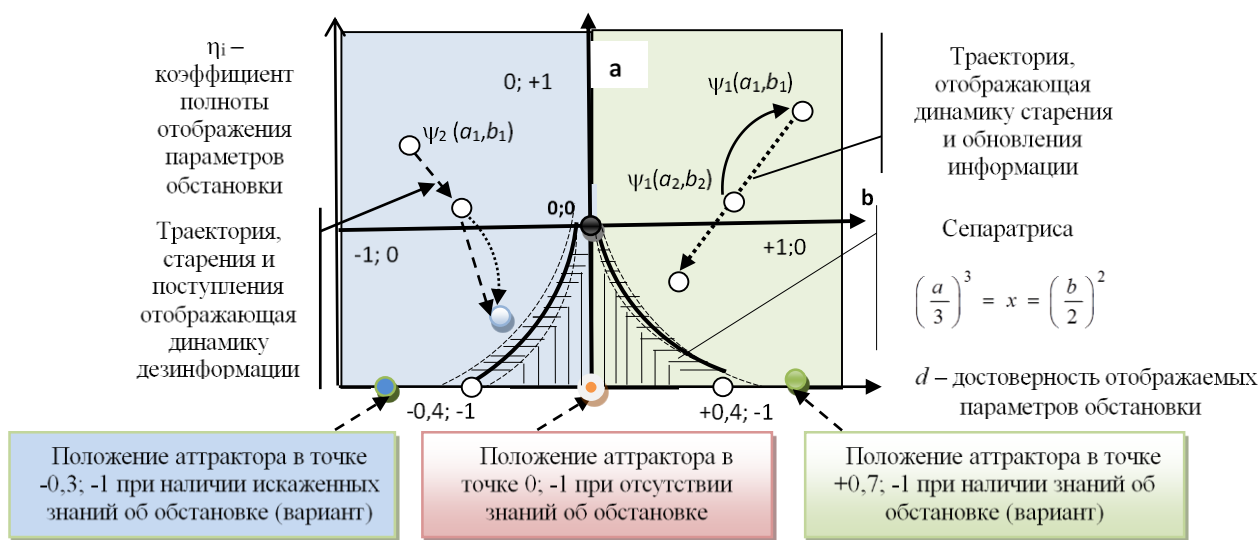


Рис. 3. Область определения на плоскости потенциальной функции $F(x, a, b)$, а также положения сепаратрисы и аттрактора при описании динамики информационного процесса

2. Область слабо неравновесного неустойчивого состояния, которая задается граничной областью между двумя сепаратрисами (на рис. 3 заштрихована горизонтальными линиями). В том случае, когда значения показателя качества информации попадают в неустойчивую неравновесную область, моделируется хаотическое его изменение в пределах установленного диапазона. Указанное обстоятельство объясняется тем фактом, что возникающие в этой области флуктуации в оценках качества информации и их соизмеримости со значениями качества поступающей информации при малом количестве наблюдений приводят к нарушению условий закона больших чисел (флуктуации показателей сопоставимы с их средними значениями).
3. Область неравновесного устойчивого состояния (на рис. 3 это вся не заштрихованная область), в которую переходит качество информации при поступлении достоверных, либо недостоверных данных обстановки. При выявлении дезинформации событие идентифицируется как недостоверное, например, как несоответствующее появлению реальной цели (в другой интерпретации – достоверное обнаружение ложной цели). При поступлении новых данных (уточнении обстановки) достоверность классификации цели как реально опасной может

повыситься. Заметим, что при переходе от недостоверной к достоверной информации качество информации может проходить область неравновесных неустойчивых оценок.

Для того чтобы придать построенной системе оценок вполне конкретный физический смысл (рис. 4) построим новую систему координат (η, d) путем параллельного переноса осей (a, b) . Соответственно далее значения качества информации будем рассчитывать в преобразованной системе координат полноты $\eta=(1+a)/2$ и достоверности информации $d=(1+b)/2$, где $0 \leq \eta \leq 1$, $0 \leq d \leq 1$ и соответственно сепаратриса рассчитывается по формуле $\left(\frac{1-2\eta}{3}\right)^3 + \left(\frac{1-2d}{2}\right)^2 = 0$.

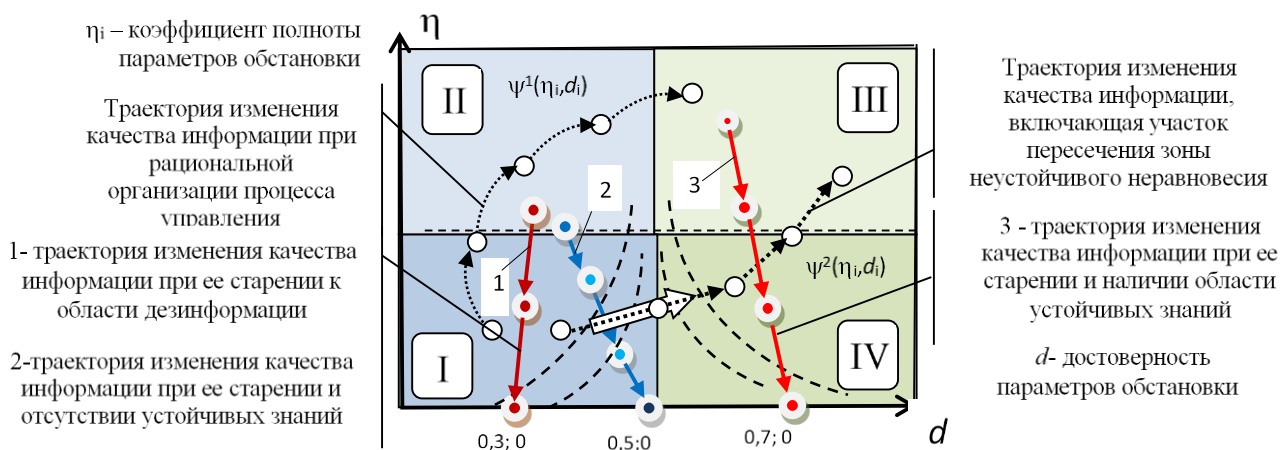


Рис. 4. Варианты описания (оценок) информационного процесса при различных уровнях знаний, определяющих положения аттрактора

Ведем систему функциональных зависимостей, определяющих динамику протекания информационного процесса в системе координат (η, d) . При ее формировании будем исходить из доказанного в теореме Уитни положения о том, что при отображении гладких поверхностей на плоскость, когда отсутствует общая система координат, применимая сразу ко всем точкам, в окрестности каждой точки можно пользоваться обобщенными координатами. В рамках данного исследования к таким обобщенным координатам целесообразно отнести полноту и достоверность информации. Тогда влияние времени на качество информации будет представлено фазовым портретом в динамике развития событий. Будем считать, что информация об элементах обстановки, удовлетворяющая требованиям по достоверности, оценивается коэффициентом $\eta_i = \Delta N/N$, $0 < \eta_i \leq 1$, где ΔN – число достоверно отображаемых элементов обстановки, доступ к которым орган управления получил за интервал времени равный Δt , N – количество единиц информации, которые необходимы для принятия решения.

Уровень относительного вклада каждого i -го элемента обстановки на формирование итоговой величины комплексного показателя на заданном временном интервале является различным. В том случае, когда показатели могут быть ранжированы по степени значимости, может использоваться шкала Фишберна

$$\rho_i = 2(N-i+1)/(N(N+1)).$$

Предложения по созданию наиболее рациональной организации функционирования ССПОИ

Рассмотрим наиболее распространенный до недавнего времени вариант отображения информации, где использовались мониторы и экраны, которые позволяли отображать только один вид информации, а количество устройств отображения было ограничено. Информация, содержащая в себе доклады, справочные материалы, а также информация о различных элементах обстановки при таком варианте представления данных отображалась последовательно, по мере их поступления. В связи с этим ЛПР вынужден был определять информацию по степени важности, оценивать обстановку и принимать решение только после представления всех видов информации, что занимало значительное время, которого было недостаточно в ситуации, когда время на принятие решения ограничено, а его реализация необходима в кратчайшие сроки.

По результатам проведенных исследований разработаны предложения по созданию наиболее рациональной организации функционирования ССПОИ, суть которых заключается в оперативном структурировании информации в зависимости от ее качества на основе созданного математического аппарата.

В этом случае ситуационный центр БЦУ АНПА функционируют в хорошо структурированной системе ситуаций - сцен, в условиях, когда каждая ситуация – сцена может отображаться как в целом (как показано на рис. 4), так и одним из четырех уровней неопределенности.

На первом уровне значения комплексного показателя $\psi(\eta, d)$ в первом квадранте (I), но за пределами области неустойчивого неравновесия (рис. 4), формируют область событий с низкой достоверностью и низкой полнотой информации. Физический смысл описываемой ситуации с информацией низкого качества ($0 \leq d < 0,5$; $0 \leq \eta \leq 0,5$) заключается в стремлении противоборствующей стороны заставить устойчиво выбрать наиболее нерациональное решение.

Значения комплексного показателя $\psi(\eta, d)$ во втором квадранте (II) формируют область данных с низкой достоверностью и высокой полнотой информации ($0 \leq d < 0,5$; $0,5 \leq \eta \leq 1$). Указанная ситуация возникает, когда не предъявляются высоких требований к качеству информации для выбора рационального решения, а также при получении промежуточных оценок складывающейся ситуации по всему перечню необходимой информации.

Значения комплексного показателя $\psi(\eta, d)$ в третьем квадранте (III) формируют область данных с высокой достоверностью и высокой полнотой информации ($0,5 \leq d < 1$; $0,5 \leq \eta \leq 1$). Физический смысл описываемой ситуации определяет наличие информации высокого качества и, прежде всего, наиболее ценной информации (при высоких требованиях к ее полноте). Информационной ситуации соответствует устойчивый выбор наиболее рационального решения.

Значения комплексного показателя $\psi(\eta, d)$ в четвертом квадранте (IV), но за пределами выделенной штриховкой области на рис.4, формируют область данных с высокой достоверностью и низкой полнотой информации ($0,5 \leq d < 1$; $0 \leq \eta \leq 0,5$). В данной информационной ситуации низкая полнота информации соответствует начальному этапу сбора данных и высоким требованиям к качеству ограниченного объема информации.

Важным преимуществом предложенной организации является наиболее рациональное использование интеллектуальных способностей человека (интуиция, предвидение развития ситуации и т.д.). Основным компонентом ситуационного центра БЦУ АНПА является высокопрофессиональная команда специалистов. Лицам, принимающим решение, при такой организации процесса нет необходимости производить оценку обстановки по каждому поступающему сообщению. Программное обеспечение формирует на видео-стене наиболее важные фокусные точки и идентифицирует обстановку в целом путём построения семантических кластеров.

При использовании дополнительных знаний о времени устаревания поступающей и накапливаемой информации может отображаться динамика изменения достоверности информации в реальном масштабе времени по всему перечню добываемых сведений. Представим математическую модель, в которой при проведении оценки качества информации по критерию оперативности (формула 1) учитывается наличие знаний об обстановке в виде нелинейного дифференциального уравнения Ферхюльста $\frac{dx}{dt} = rx \left(1 - \frac{x}{K}\right)$. Рассмотрим [5, 6]

возможность использования решения этого уравнения $x(t) = \frac{x_0 K e^{rt}}{K - x_0 + x_0 e^{rt}}$ для совокупной оценки возможных значений достоверности, оперативности и полноты информации при следующих ограничениях коэффициентов уравнения: $K \geq 0$, $r = 1$, $0 < x_0 < \infty$. На рис. 5 представлен график решения этого уравнения, как функция $x(t)$ при разных вариантах описания базовых знаний в виде начальных значений x_0 . Считается, что уровню информированности x_0 может соответствовать один из трех видов функциональной зависимости накопления информации от времени $x(t)$: экспоненциально убывающая кривая, экспоненциальная кривая роста с насыщением, логистическая кривая с точкой перегиба.

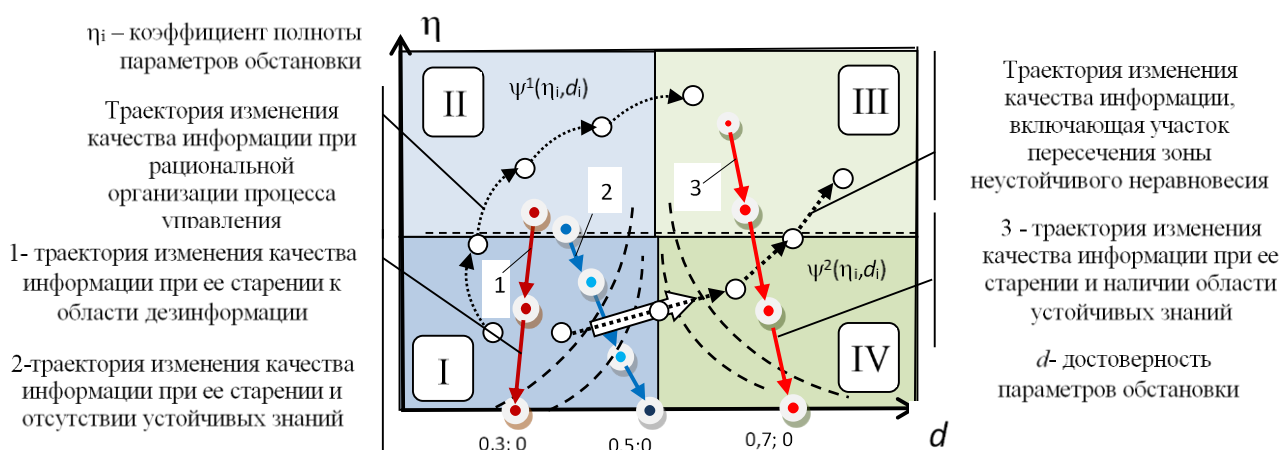


Рис. 5. Варианты формирования априорных данных и последующей интегральной оценки качества информации при заданных требованиях по оперативности выбора решения

По оси ординат измеряются значения интегрального показателя качества информации на период времени, который определяется заданными требованиями по оперативности управления АНПА, $x(t)$. Для установления взаимного однозначного соответствия с системой оценок, построенной с использованием математического аппарата теории катастроф [5, 6], на графике рис. 5 вводится дополнительная шкала, на которой в качестве исходных задаются значения достоверности информации, накопленной в виде знаний. Практическое применение данного метода предполагает получение экспертных оценок базового набора знаний тезауруса в диапазоне $0 < x_0 < 1$, либо оценок обобщенного значения достоверности информации и последующее вычисление величины, характеризующей качество информации на заданный период времени $t_{оп}$.

Поясним физическую сущность результатов моделирования.

1. Если в структуре сообщений не встречается часть элементов обстановки, содержащихся в описании тезауруса, то при начальном значении $x_0 > 1$ семантическая составляющая информационного потенциала системы со временем убывает. Указанное положение соответствует ситуации, в которой часть избыточных знаний не используется для решения поставленной задачи и со временем устаревает.
2. Если начальное значение $1 > x_0 > 1/2$, то кривая роста информационного потенциала представляет собой экспоненциальную кривую с насыщением. Данная ситуация характеризуется высоким уровнем описания тезауруса системы и быстрым восстановлением информационного потенциала при решении целевых задач.
3. Если начальное значение $x_0 < 1/2$, то кривая роста информационного потенциала и вероятности выбора правильного решения с учетом базового набора знаний имеет точку перегиба $t_0 = \frac{1}{r} \ln \frac{K - x_0}{x_0}$. Орган

управления при сильных ограничениях по оперативности прохождения сообщений извлекает незначительное количество дополнительной информации.

В последнем рассматриваемом случае (при наличии точек перегиба) из состояния неустойчивости система выводится достаточно слабыми информационными воздействиями, результатом которых может быть оценка сведений либо как истинной информации, либо как дезинформации. Наличие неустойчивости, свойственной развитию любой достаточно сложной системы, не позволяет в общем случае предсказать результаты такой оценки.

Использование предложенного математического аппарата в модели принятия решений позволяет по мере поступления новых сообщений и наличия знаний производить оперативный перерасчет достоверности информации по наблюдаемым элементам обстановки. С учетом ввода дополнительной информации мы получаем новое динамическое описание ситуации, основанной на использовании знания, как одной из наиболее важных разновидностей информации. Смысловой словарь, отображающий семантику процесса, формирует те-

заурус системы θ . В частном случае, когда тезаурус состоит из независимых частей, $\theta = \max(\theta_i)$ при $i=1, \dots, n$. В качестве исходных постулатов в модели принято, что процесс накопления информации характеризуется следующими основными свойствами:

- 1) динамика процесса информационного противоборства вызывает изменение тезауруса по двум направлениям. Первое из них связано со старением неиспользуемых знаний, второе – с накоплением и обработкой новых данных, поступающих в условиях деструктивных воздействий;
- 2) в исходном состоянии система обладает определенным запасом знаний об обстановке. Моделирование динамики происходящих изменений тезауруса требует учета изменений его исходного состояния перед началом решения целевых задач;
- 3) содержание качественных изменений тезауруса определяет информированность – систему принятых гипотез и достоверных фактов, позволяющих проводить реальную оценку данных мониторинга обстановки.

Выводы

1. Развитие процессов в системах, распределенных в пространстве и действующих в зависимости от складывающейся обстановки, отличается тем, что в них основную роль играют мыслящие участники. Это приводит к необходимости учета иррациональной составляющей, которой в информационном противоборстве соответствуют действия профессионально подготовленного противника, ориентированные на знание «человеческого фактора». Оценка поведения пользователей информационных систем при выполнении требований, связанных с достижением заданной эффективности, зависит от набора и количественных характеристик базисных факторов, с помощью которых описываются процессы смены состояний базы данных вычислительных комплексов.

2. Утрата, утечка или модификация данных в результате действий инсайдеров или ошибок пользователей сети является наиболее распространенной угрозой для систем со значительным количеством обслуживающего персонала. Для противодействия этой угрозе предлагается использовать математическую модель обработки результатов поведения пользователей. В качестве критериев оценки, отличающих поведение пользователей от поведения злоумышленников, предлагается использовать показатели, определяющие личностные свойства человека – ЛПР.

3. В качестве некоторого аналога предложенной организации функционирования ССПОИ следует привести Центр информационных боевых действий Военно-воздушных сил США (AFIWC), в котором межмашинный обмен данными в реальном масштабе времени, по мнению военного руководства США, позволяет обрабатывать разнородные данные, получаемые от средств разведки, с последующим их трансформированием в конкретное представление (отображение) элементов «боевого пространства». В рамках такой системы создана также служба определения вторжений (DIDS), которая выявляет нарушения

пользователей компьютерных систем, отслеживает бюджеты пользователей, источник их поступления; проводит оценку проверяемых данных в интересах администраторов сетей и сотрудников служб компьютерной безопасности.

Литература

1. Аллакулиев Ю. Б. Концепция берегового центра управления автономными роботами дальнего радиуса действия // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции «Перспективные системы и задачи управления». IX молодежная школа-семинар «Управление и обработка информации в технических системах». – Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2018. – С. 148-156.
2. Борисов Ю. И. Основные направления развития вооружения, военной и специальной техники // Федеральный справочник [Электронный ресурс]. 2014. – URL: <http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-10/III/Borisov.pdf> (дата обращения 03.08.2018).
3. Буренок В. М. Принципы обеспечения инновационного развития Вооруженных Сил Российской Федерации // Вооружение и экономика. 2016. № 1 (34). С. 3-8.
4. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. – М.: Мир, 1984. – 285 с.
5. Емелин В. И., Федотов А. А. Технологии радиоэлектронного мониторинга в системах вооружения и военной техники ВМФ. – СПб.: Отраслевые журналы, 2017. – 120 с.
6. Лефевр В. А. Рефлексия. – М.: Когито-Центр, 2003. – 96 с.
7. Юсупов Р. М. Наука и национальная безопасность. – СПб.: Наука, 2011. – 369 с.
8. Роботизированный комплекс «Суррогат»: малая подводная лодка для учений флота // Военное обозрение [Электронный ресурс]. 08.12.2016. – URL: <https://topwar.ru/105129-robotizirovannyy-kompleks-surrogat-malaya-podvodnaya-lodka-dlya-ucheniy-flota.html> (дата обращения 3.11.2018).
9. Макаренко С. И. Робототехнические комплексы военного назначения – современное состояние и перспективы развития // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 2. С. 73-132. – URL: <http://scs.intelgr.com/archive/2016-02/04-Makarenko.pdf> (дата обращения 3.11.2018).

References

1. Allakuliev Yu. B. Konceptiya beregovogo centra upravleniya avtonomnymi robotami dal'nego radiusa dejstviya [Concept of the Onshore Control Center for Autonomous Long-Range Robots]. *Proceedings of the Thirteenth All-Russian Scientific and Practical Conference "Perspective Systems and Control Problems". IX Youth Workshop School "Management and Processing of Information in Technical Systems"*, Rostov-na-Donu, Southern Federal University, 2018, pp. 148-156 (in Russian).
2. Borisov Yu. I. Osnovnye napravleniya razvitiya vooruzheniya, voennoj i special'noj tekhniki [The main directions of development of weapons, military and special equipment]. *Federal'nyj spravocchnik*, 2014. Available at

<http://federalbook.ru/files/OPK/Soderjanie/OPK-10/III/Borisov.pdf> (accessed 03 November 2018) (in Russian).

3. Burenok V. M. Principy obespecheniya innovacionnogo razvitiya Vooruzhennyh Sil Rossijskoj Federacii [Principles for ensuring innovative development of the Armed Forces of the Russian Federation]. *Armament and economics*, 2016, vol. 34, no. 1, pp. 3-8 (in Russian).

4. Gilmore R. *Applied Theory of Disasters*. Moscow, Mir Publ., 1984. 285 p.

5. Emelin V. I., Fedotov A. A. *Tehnologii radioelektronnogo monitoringa v sistemah vooruzhenija i voennoj tehniki VMF* [Radioelectronic monitoring technologies in weapons systems and military equipment of the Navy]. St. Petersburg, Industry Magazines Publ., 2017. 120 p. (in Russian).

6. Lefevr V. *Reflection*. Moscow, Kogito-Center Publ., 2003. 96 p (in Russian).

7. Yusupov R. M. *Nauka i nacional'naja bezopasnost'* [Science and national security]. St. Petersburg, Nauka Publ., 2011. 369 p. (in Russian).

8. Military Review Fleet Robotized Surrogat Complex: a small submarine for fleet exercises. *Topwar.ru*, 08.12.2016. Available at: <https://topwar.ru/105129-robotizirovannyj-kompleks-surrogat-malaya-podvodnaya-lodka-dlya-uchenyj-flota.html> (accessed 03 November 2018) (in Russian).

9. Makarenko S. I. Military Robots – the Current State and Prospects of Improvement. *Systems of Control, Communication and Security*, 2016, no. 2, pp. 73-132. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2016-02/04-Makarenko.pdf> (accessed 3 November 2018) (in Russian).

Статья поступила 20 ноября 2018 г.

Информация об авторе

Аллакулиев Юрий Борисович – кандидат технических наук, доцент. Доцент кафедры боевого применения средств связи. Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова. Область научных интересов: военное и административное управление, радиоэлектронные системы и комплексы радиоэлектронного мониторинга, включая вопросы анализа и синтеза информации, совершенствования систем управления и принятия решений с целью повышения эффективности объектов исследования. E-mail: allakuliev@mail.ru

Адрес: Россия, 690062, г. Владивосток, Камский пер., д. 6.

Human factor in the model of control with Autonomous unmanned underwater vehicles

Yu. B. Allakuliev

Relevance. Autonomous unmanned underwater vehicles (UUV) are actively used in the sea warfare. Onshore control center controls the UUVs. This control has specific features such as the rapid pace of development of the situation, as well as the relationship between the input and output control data. Therefore, the task of developing UUV management model taking into account these factors is relevant. **The aim of the paper** is to simulate the management processes of UUV. **Novelty.** The nature and features of the relationship

between the input and output data on the situation are taken into account in the control model of the UUV. The modern mathematical apparatus is used to solve the problem of data structuring and the formation of the control of the NPA. **The result and its practical significance:** the control processes are studied for the development of special software for the UUV control. This software is used to improve the efficiency of the collection, processing, transmission and processing of information in the UUV.

Keywords: autonomous uninhabited underwater vehicles, mathematical, algorithmic and software, control system, artificial intelligence, cognitive technologies.

Information about Author

Yury Borisovich Allakuliev – Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Combat Use of Communication Facilities. Makarov Pacific Naval High College. Fields of research: military and administrative management, radio-electronic systems and radio-electronic monitoring complexes, including the analysis and synthesis of information, improvement of management systems and decision-making with the aim of increasing the effectiveness of the objects of study.

E-mail:

allakuliev@mail.ru

Адрес: Russia, 690062, Vladivostok, Kamskiy pereulok 6.