

В.М. КАНЦЕДАЛ, канд. техн. наук, А.А. МОГИЛА, канд. физ.-мат. наук

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬЮ ОБЗОРНОЙ РЛС ПРИ ЕЕ ПОДАВЛЕНИИ АКТИВНЫМИ ПОМЕХАМИ И МЕШАЮЩИМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ВОЗДЕЙСТВИЯМИ

Введение

Рассматриваются особенности кризисного управления информационной устойчивостью режимов зондирования обзорной РЛС в условиях их радиоэлектронного подавления (РЭП) воздушным комплексом РЭП с применением управляемых активных помех и мешающих информационных воздействий. Помехозащищенность режимов зондирования РЛС при этом существенно зависит не только от качества применяемых конкретных способов и средств радиоэлектронной защиты (РЭЗ), условий их применения, но и от свойств управления их применением. Поскольку с течением времени состав и содержания конфликтных ситуаций (КС) изменяется, уточняется знание о стратегии комплекса РЭП в рамках двусторонней модели динамического конфликта между комплексом РЭП и РЛС, то это делает необходимым синтез закона управления процессами РЭЗ и координации действий в ходе конфликта. Особенностью динамической модели конфликтного взаимодействия является то, что стратегии подавления РЛС активными помехами и ее РЭЗ от их угроз воздействия сопровождаются информационным противоборством, а также возможностью изменения динамического состояния КС внутренним и внешним управлением [1 – 7, 13].

Информационная устойчивость является объектом управления (ОУ) в структуре специализированной системы автоматизированного управления САУ_{уст} [5 – 7]. На практике описание стратегии РЭЗ ограничиваются возможностями контура стратегий внутреннего реактивного управления средствами РЭЗ от угроз воздействия активных помех [2, 8]. Эти стратегии характеризуются как ресурс затратные, когда каждой угрозе противопоставляется средство или набор средств РЭЗ. Управление осуществляется субъектом управления по данным системы анализа только сигнально-помеховой обстановки (САПО), используя правило «если ..., то ...». При этом управлении доминируют информационные данные, в том числе мешающие информационные воздействия. Требуется совершенствование ее структуры, чтобы она могла синтезировать в динамике конфликта адекватные угрозам стратегии управления средствами РЭЗ с желательными свойствами, вырабатывать более обоснованные и оперативные управляющие решения при временном дефиците на принятие решения и субъектности кризисного управления.

Информационные воздействия, связанные со скрытым и активным изменением динамического состояния КС для получения конфликтного преимущества, реализуется в контуре стратегий внешнего управления предлагаемой структуры САУ_{уст}. Они направлены на нарушение функционирования систем радиотехнической разведки и управления (СРТР – САУ_{РЭП}), управления и радиоэлектронного подавления (САУ_{РЭП} – СРЭП) комплекса РЭП. Это достигается введением субъекта их управления, алгоритмов принятия решения в заблуждение ложными информационными воздействиями и психологическим давлением, навязыванием системам поведения, нужного для повышения эффективности САУ_{уст}. То есть, специфика стратегий внешнего управления состоит в постановке нестандартных целей определенной направленности и выделении соответствующего ресурса для их достижения. Это требует системно-процессного, когнитивного подхода к управлению и применению рефлексивной формы управления, опирающейся на знания о стратегиях управления РЭП и РЭЗ, высокий уровень профессиональных компетенций субъекта управления, а также наличия в структуре САУ_{уст} контура интеллектуального управления в составе контуров внутреннего и внешнего управлений.

Заметим, что кризисное управление информационной устойчивостью режимов зондирования характеризуется:

- борьбой с опасными угрозами стратегии РЭП, которая в основном опирается на опыт применения способов и средств РЭЗ и его обобщение при внутреннем управлении в САУ_{уст};

- возможностью получения конфликтного преимущества за счет создания условий не только для нормальной работы режимов РЛС, но и для более эффективной работы средств радиоэлектронной маскировки (РЭМ), РЭЗ, информационного противоборства и нестандартных процедур управления ими.

То есть, одним из важных направлений совершенствования САУ_{уст} является управление целеполаганием процессов РЭЗ с минимизацией ошибок целеполагания. Просчеты целеполагания, выявляемые на этапе реализации управленческих решений, не позволяют [10, 11] достичь выдвинутых целей, решить поставленные задачи управления, влекут дополнительные затраты ресурсов на достижение не своевременно осознаваемых ложных целей. Причиной является сложность конфликтных процессов, частичная формализация процесса целеполагания, ряд этапов которого основывается на субъективных моделях, интуитивных методах и здравом смысле субъекта управления. Фрагментарность и автономность формализаций при системном характере процессов целеполагания, существенный вес субъективного компонента являются предпосылками недостаточной обоснованности и согласованности результатов отдельных этапов целеполагания, сказываясь на качестве принимаемых, на их основе решений. Поэтому важно для повышения эффективности САУ_{уст} рассмотреть особенности процессов анализа полагания и синтеза достижения целей, а также логики последовательности их применения при построении стратегии управления процессами РЭЗ.

Вопросам частичной формализации и интеллектуализации процессов управления, в частности целеполагания для повышения обоснованности и оперативности управляющих решений, снижения влияния субъектности целеполагания посвящены ряд работ в различных предметных областях, например [10, 11, 18, 20]. Вместе с тем, существует потребность в результатах системного анализа особенностей процессов целеполагания при обеспечении информационной устойчивости режимов зондирования обзорной РЛС в указанных условиях ее РЭП.

Все это делает актуальным совершенствование структуры САУ_{уст}, моделей и средств процессов целеполагания при выработке решений кризисного управления и оценке их результатов, что является важной не только научной, но и практической задачей.

Цель работы – выявить основные особенности способов и средств управления процессами целеполагания в специализированной системе управления (САУ_{уст}), способствующие повышению и обеспечению информационной устойчивости режимов зондирования обзорной РЛС в условиях ее подавления управляемыми активными помехами и мешающими информационными воздействиями, которые позволяют придать, синтезируемым в ходе конфликта стратегиям и закону управления РЭЗ и координации действий, желаемые свойства.

Постановка задачи

Под информационной устойчивостью режимов зондирования РЛС в проблемных областях (секторах наблюдения) зоны обзора РЛС для различных этапов радиолокационной разведки воздушных целей понимается [2, 8, 9] их свойство осуществлять требуемые преобразования эхосигналов, радиолокационной информации (РЛИ) при воздействии факторов нестабильности, сохраняя выходные реакции в пределах допусков, установленных тактико-техническими требованиями.

Проблемные области – это области в зоне обзора РЛС, для которых характерны устойчивые особенности протекания конфликтного взаимодействия, связанными с конкретным режимом зондирования на этапах разведки воздушной цели и динамическим состоянием КС.

Факторы нестабильности порождаются: комплексом РЭП; сменой: проблемных областей зоны обзора РЛС, отличающихся динамическим состоянием КС, разнообразием видов и параметров мешающих воздействий; КС; режимов зондирования РЛС на этапах разведки воздушных целей, сменой целей; критериев эффективности управления; принятием субъектом управления неправильных управляющих решений. При смене режимов зондирования требуется, чтобы время переходного процесса, вызванного управляющим действием, было значительно меньше, чем интервал стабильной работы текущего режима зондирования. Это дает возможность не накладывать ограничения на возможность изменения режима зондирования.

Процесс целеполагания представляется как совокупность циклических поступательных действий, связанных с выявлением проблем, поиском решений и организацией их выполнения в определенных условиях при имеющихся ресурсах. Смысл целеполагания при этом заключается в обосновании и постановке целей для преодоления возникшей проблемы, а также

в выборе путей достижения поставленных целей с контролем отклонения фактических целевых показателей от требуемых [14 – 16]. Фиксирование этого смысла, дополненное требованием минимальных ресурсных затрат за допустимое время, определяет искомый закон ситуационного управления процессами РЭЗ и координации действий.

Целеполагание является основной ключевой функцией управления, которая не только в основном определяет содержание и эффективность управления, но и объединяет и определяет содержание всех остальных функций управления [14 – 16].

Цель – это образ желаемого состояния устойчивости режима зондирования РЛС в конфликтных условиях и основа для подготовки, принятия и реализации управляющих решений.

Процесс управления – это иерархический процесс выполнения функций управления, в результате которых управляемый объект приводится в желаемое состояние. Качеством целеполагания, в свою очередь, обусловлено тем, насколько в поставленных целях (оперативных, тактических, стратегических) точно и полно отражена проблема, отделяющая текущую КС от желаемой. Целеполагание задается системой целей, критериев и их показателей эффективности для иерархических уровней управления. Целеполагание должно быть адекватно угрозам конфликтных ситуаций, соразмерно с опасностями их составляющих, а также соответствовать требуемым целевым показателям.

Целеполагание зависит от многих факторов, определяющими из которых являются [3 – 7, 13]: сложность двухсторонней динамической модели рассматриваемого конфликтного взаимодействия, специфика построения и функционирования структуры САУ_{уст} и участие субъекта управления – субъектность управления.

Влияние сложности целеполагания характеризуется:

- объектами и факторами внешнего и внутреннего управления: структурой, стратегией и тактиками комплекса РЭП; КС; совокупностью информационных режимов зондирования РЛС и средств их РЭЗ; исследованиями их результативности и устойчивости, а также структурой и динамикой функционирования самой САУ_{уст} [1 – 8, 13];

- неопределенностью информации о возможном развитии событий при достижении поставленной цели, которая характеризуется расширением спектра возможных конфликтных ситуаций, когда становится все более трудным заранее предугадать и заложить данные в процессы целеполагания, адекватностью результатов процессов анализа состояния и динамики текущей КС;

- многообразием и изменчивостью (скачкообразной динамичностью) способов постановки, видов маскирующих и имитирующих активных помех с широкими диапазонами изменения их параметров, которые в комбинации могут вызвать различного рода уязвимости устойчивости режимов зондирования;

- тенденцией перехода от многообразия видов и параметров активных помех силового характера воздействия к низко мощным «сигналоподобным» помехам с имитирующими эффектами воздействия на системы обработки информации в РЛС, что затрудняет их выделение и дальнейшую нейтрализацию их воздействий;

- наличием скрытого обманного информационного воздействия противника, провокационного или имитационного характера с целью дезинформации и направленного на искажения алгоритмов управления информационной устойчивостью режимов зондирования; разрушением структурных связей их системы управления, а также с целью психофизического давления на субъект управления;

- комбинированием «сигналоподобных» помех и мешающих информационных воздействий;

- расширением разнообразия способов и средств РЭЗ как адекватной реакции на многообразии способов постановки активных помех [2, 8], информационных воздействий и их видов с широким диапазоном изменения их параметров, качеством и количеством комбинаций при их комплексировании в ходе противодействия стратегии РЭП и нейтрализации этих воздействий;

- трудностями формализации процессов целеполагания и оценки показателей их эффективности для различных динамических состояний КС, что требует применении дополнительно к логико-оптимальному методов для синтеза искомого закона управления процессами РЭЗ [10 – 12].

Информационное противоборство [3, 4, 13] для скрытого проникновения в автоматизированный процесс принятия противником решения на проведение РЭП с помощью обмана и

рефлексивной формы управления выполняется путем: а) технико-информационных воздействий на СРТР-САУ_{РЭП}, САУ_{РЭП}-СРЭП и систему наведения в СРЭП для затруднения или срыва процессов управления комплексом РЭП; б) психофизического давления на сознание и физическое состояние субъектов управления комплекса РЭП. Использование способов информационного противоборства таит в себе возможности получения конфликтного преимущества, несмотря на значительные интеллектуальные усилия для: маскировки своих действий (излучения зондирующего сигнала и применения средств РЭЗ); принуждения противника к нужным для РЛС действиям ведением его в заблуждение дезинформацией, манипуляцией информацией, имитацией действий и др. Эффективность информационного противоборства зависит от способностей интеллекта системы управления полно учитывать цели и поведение противника. Сторона, имеющая более высокий ранг рефлексии, получит конфликтное преимущество в результате информационного противоборства.

Для построения процессов целеполагания и обеспечения эффективности его решений используется совокупность системно-процессного, целевого, ситуационного и интерпретационно-экспериментального (эвристического) подходов к управлению [14 – 16]. Получаемый при этом результат формализации процессов целеполагания позволяет видеть полный список задач, осуществлять контроль решения каждой задачи с начала и до конца, возможность видеть место трудностей и срыва процессов целеполагания. Такое представление помогает сфокусироваться на целевой и значимой информации для решения задач оптимизации процессов целеполагания. Формализация способствует разработке решений, адаптации интерфейсов субъектов управления в схемах управления структурными элементами САУ_{уст} или ее базовыми объединениями функциональных элементов.

Поэтому преодоление сложности процессов целеполагания возможно при использовании адекватной структуры САУ_{уст}, обеспечении в ней системности процессов, повышения уровней формализации и интеллектуализации этих процессов. Это позволит существенно снизить степень влияния субъективности на вырабатываемые в САУ_{уст} решения по целеполаганию и добиться их обоснованности, полноты, непротиворечивости и согласованности.

Ниже приводится рассмотрение влияния указанных факторов на процессы целеполагания.

Особенности построения и функционирования САУ_{уст}, влияющие на структуризацию, интеллектуализацию процессов целеполагания, повышение обоснованности и оперативности решений в условиях дефицита времени на принятие решения

Повышение конфликтной устойчивости режимов зондирования РЛС во многом определяются возможностями САУ_{уст}, обоснованная структура, которой представлена в работах [5 – 7] в результате многофакторного анализа. Взаимодействие структурных элементов САУ_{уст}, последовательно реализующее непрерывные циклы управления целеполаганием, выполняется на трех иерархических уровнях управления контуров внутреннего и внешнего управлению с распределенными на них функциями управления. Так, целеполагание направляет их выполнение на уровнях:

- верхнем (стратегическом), где осуществляется анализ результатов оценки динамического состояния КС и вероятностных прогнозов его развития, с выявлением проблемы; постановкой и согласованием целей на иерархических уровнях управления САУ_{уст}, построение многоцелевой стратегии управления РЭЗ на относительно отдаленную перспективу;

- среднем (тактическом), где определяются способы ситуационного управления для: достижения поставленных целей и перестройки функциональной структуры САУ_{уст} на ближнюю перспективу в соответствии с выбранным направлением РЭЗ; обоснования перестройки как этапов процессов синтеза искомого закона ситуационного управления процессами РЭЗ, осуществляющими практическое распределение ресурсов РЭЗ в зависимости от поставленной цели, степени неопределенности динамического состояния КС и формализации задач управления, так и тактической структуры средств РЭМ, РЭЗ и информационного противоборства;

- нижнем (оперативном), где выполняется: технологическая перестройка структуры САУ_{уст} с регулированием режимов и параметров задействованных средств противодействия стратегии РЭП на текущий период времени; контроль на соответствие фактического результата достижения выбранной частной стратегической цели ожидаемому с последующим ини-

цированием устранения отклонения от ожидаемой цели и корректировкой структуры САУ_{уст} в смысле придания ей дополнительных ресурсов РЭЗ и времени для достижения стратегической цели или ее смены.

Динамика перестройки иерархической структуры САУ_{уст} определяется целеполаганием, вырабатываемым субъектом управления и контуром интеллектуального управления в различных КС с учетом ресурсных возможностей и ограничений. Динамика функционирования САУ_{уст} реализуется с помощью объединения структурно-функциональной и сетевидной схем системно-процессного, когнитивного и рефлексивного управления. Синтез стратегий и закона ситуационного управления процессами РЭЗ строится на балансе одновременного применения этих схем управления с учетом текущих условий наблюдения, принятия решений и результатов контроля их выполнения.

Объединение структурно-функциональной и сетевидной схем управления функционированием САУ_{уст} делает возможным процесс синтеза этапов целеполагания, из набора более простых процессов, выполняемых структурными элементами САУ_{уст} на иерархических уровнях управления с учетом циклов управления для дальней, ближней перспектив и текущего периода времени, а также скорости изменений КС.

Структурно-функциональная схема построена с учетом аксиом и этапов рационального иерархического управления [14 – 16]. Эта схема многоканальная. Число каналов схемы определяется числом решаемых отдельных задач верхнего уровня управления. Каждый канал схемы реализует этап информационного обеспечения процессов управления (Подсистему процессов информационного обеспечения управления РЭЗ) и этапы подготовки, принятия и реализации решения на иерархических уровнях управления (Подсистему процессов подготовки, принятия и реализации конфликтно-устойчивых решений без субъекта управления, но под его контролем). Их работа базируется на применении логико-оптимальных методов анализа и синтеза в условиях определенности и рисков КС. Эта схема управления реагирует на сравнительно медленные изменения состояния КС.

Многоконтурная сетевидная схема обеспечивает приоритетное участие субъекта управления в процессах управления и составляет с учетом прямых и обратной связей в структуре САУ_{уст} основу контура интеллектуального управления САУ_{уст} в условиях сложных и непредсказуемых КС с высоким уровнем неопределенности различного рода. Субконтур управления в контурах внешнего и внутреннего управления выполняют управление функциональными модулями в структурно-функциональной схеме на уровнях и этапах управления. Структуры этих субконтуров управления включают в свой состав специализированные информационные, управляющие и исполнительные средства, реализуемые структурными элементами САУ_{уст}. Схема функционирует в режиме реального времени и ориентирована на быстрые изменения состояния КС. Она отличается повышенной чувствительностью к изменениям состояния КС, быстротой реакции на эти изменения в условиях неопределенности различного рода и дополняет структурно-функциональную схему возможностью оперативного вмешательства субъекта управления на ее этапах.

Интеллектуальная платформа иерархической структуры сетевидной схемы управления состоит из использования когнитивных и креативно-рефлексивных способностей субъекта управления, его профессиональных компетенций и возможностей специализированной интеллектуальной системы поддержки принятия решений (ИСППР). Интеллектуальное управление – это технология управления знаниями, которая играет основную роль при принятии решений. Оно дает возможность, наряду с решением или в ходе получения решения, осуществлять поиск новых знаний и накопление интеллектуальных ресурсов [18].

Субъект управления принимает участие в моделях решения задач на уровнях и этапах управления в структурно-функциональной схеме синтеза стратегий и закона ситуационного управления процессами РЭЗ, реализации ряда других функций управления на иерархических уровнях управления. Он ведет наблюдение за ходом процессов целеполагания, используя прямые и обратные связи в структуре САУ_{уст} для обучения и накопления знаний на всех уровнях иерархии управления в едином с ИСППР поле управления, осуществляет координацию действий для получения синергии целеполагания.

ИСППР на основе экспертных систем интегрирована в объединение структурно-функциональной и сетевидной схем управления. Это создает единую среду интеллектуального управления с применением формального и неформального знания о конкретных способах и средствах РЭП и РЭЗ, условиях их применения и свойствах управления их при-

менениями, сосредоточенного в этих схемах и ИСППР. ИСППР также накапливает результаты анализа информации о применяемых стратегиях РЭП и РЭЗ. Этим самым система усиливает креативно-рефлексивные способности субъекта управления и повышает уровень его профессиональных компетенций, расширяет возможности поиска эффективных решений на этапах процессов анализа, вероятностного прогноза и синтеза целей РЭЗ на временных интервалах, соответствующих уровням управления в САУ_{уст} [17, 18].

Применение ИСППР осуществляется в зависимости от степени неопределенности КС и их смены, а также степени формализации процессов синтеза на основе использования знаний о сильных и слабых сторонах антагонистических стратегий сторон конфликта. Это особенно важно:

- при высокой динамике изменения КС и значений ее параметров;
- периодическом отсутствии прагматической своевременной информации, необходимой для принятия решений;
- стремлении противника сформировать заведомо ложные представления об истинных значениях параметров КС;
- жестких временных ограничениях, накладываемых на принятие решений.

ИСППР поддерживает принятие решения логико-лингвистическим или/и экспертным или эвристическими методами в объединении представленных схем управления целеполаганием.

Необходим учет влияния факторов субъективности управления целеполаганием на эффективность процессов кризисного управления в условиях повышенной напряженности во внештатных режимах и в условиях дефицита времени. Поэтому критерии, их показатели оценки степени соответствия профессиональных компетенций субъекта управления требуемой модели поведения, обеспечивающей успешное достижение стратегических и тактических целей РЭЗ, τ должны входить в состав показателей эффективности управления в САУ_{ус}. Для оценки интеллектуального уровня применяется компетентностный подход и измерение профессиональных компетенций [19 – 24].

Заметим, что при целеполагании также возможны и автоматические решения в случае воздействия активных помех в простых и определенных КС.

Особенности этапов целеполагания

Основными инструментами частичной формализации процессов целеполагания, оставляя поле деятельности для субъекта управления, являются:

- постановка задачи синтеза стратегий рационального многоцелевого управления и ситуационного закона управления процессами РЭЗ динамической информационной устойчивости режимов зондирования РЛС в проблемных областях зоны обзора РЛС;
- выделение контуров внешнего и внутреннего управления, отличающихся целями управления;
- цели, критерии и их показатели эффективности целедостижения для придания желательных свойств структуре САУ_{уст} и динамике ее функционирования;
- создание условий обеспечения целевого результата с учетом приоритетности действий в условиях ограничений ресурса РЭЗ;
- порядок решения задач на иерархичных уровнях в Подсистемах процессов информационного обеспечения и интеллектуального управления целеполаганием;
- базовая модель многоцелевой стратегии прогнозирующего управления процессами РЭЗ;
- использования обратной связи для придания непрерывности процессам целеполагания по результатам контроля и анализа несоответствия результата поставленной цели, а также учета результатов анализа накопленной информации о применяемых стратегиях РЭП и РЭЗ. Обратная связь дает возможность выявить признаки скрытого внешнего управления противником функционирования объекта управления и САУ_о.

Этап информационного обеспечения

Целеполагание должно учитывать отслеживаемые на этом этапе в ходе конфликта конкретные возможности стратегии РЭП относительно: изменений параметров окрестностей точек би-полифуркации процесса РЭП; опасных постановок активных помех, их видов и параметров, а также характеристик мешающих информационных воздействий; классификации

КС; вероятностных прогнозов динамик развития КС для временных циклов уровней управления и оценок опасностей прогнозируемых угроз.

Подсистема процессов информационного обеспечения САУ_{уст} частично формализует эти процессы в реальном времени. Она определяет и распределяет по уровням управления условия наблюдения и принятия решений: состояние определенности КС; наличие рисков управления, когда известны вероятности событий и размеры потерь состава и качества РЛИ; состояние неопределенности КС.

Добываемая информация об угрозах и воздействующих помехах используется для оптимизации процессов решения информационных задач режимов зондирования в условиях воздействия различных видов помех и их параметров с одной стороны, а с другой – для снижения возможностей комплекса РЭП по разведке режимов зондирования РЛС и их подавлению.

Анализ осуществляется на основе знания двухсторонней динамической модели конфликтного взаимодействия составных частей комплекса РЭП и обзорной РЛС [6, 7], а также предварительно проведенной классификации КС с использованием приемов SOFT-анализа [22], когнитивных карт [23] для структурирования информационных данных.

Полнота (насыщенность знаниями, результатами критического их анализа и сопоставления), достоверность и своевременность распределения полученной информации между всеми уровнями и их этапами управления, средствами РЭЗ для трансформации результатов информационного обеспечения в процессы целеполагания и согласования связей между ними является необходимым условием эффективного целеполагания.

Обобщенным показателем эффективности информационного обеспечения может служить ее вероятность через вероятности выполнения перечисленных функциональных задач за время, не превышающее допустимое значение.

Целеполагание на верхнем уровне управления

Подсистема процессов интеллектуального управления этапами целеполагания на этом уровне частично формализует постановку иерархически связанных целей с учетом их выполнимости и ряда стратегических задач целеполагания в некоторой проблемной области зоны обзора РЛС с конкретным режимом зондирования и динамическим состоянием КС.

Формализация процессов целеполагания осуществляется с приоритетом целей и их достижением над информационным описанием конфликтных ситуаций.

Постановка задачи синтеза стратегий рационального управления процессами РЭЗ динамической информационной устойчивости режимов зондирования РЛС.

Отправной точкой построения стратегии является формулировка проблемы, которая снижает неопределенность, получая представление о том, чего можно добиться управлением. Для этого осуществляется обоснованный выбор: цели, отражающий определенный результат, которого желает достичь САУ_{уст}; методов и средств достижения целей; наиболее эффективного порядка их применения при достижении главной стратегической цели.

Стратегии, как последовательности решаемых частных стратегических задач (1) с учетом логики взаимосвязи между ними, синтезируются в цикле стратегического управления таким образом, чтобы каждый очередной n -й управляющий вектор \mathbf{U} при смене КС наилучшим образом отвечал достижению главной цели управления процессами РЭЗ с учетом индивидуальных особенностей текущего режима зондирования и КС (проблемной области зоны обзора). Решения при этом стратегических задач должны носить взаимно усиливающий характер, а общее количество векторов \mathbf{U} зависят от динамики стратегии РЭП и степени неопределенности описания динамического состояния КС.

$$\left\{ |S^U - S^\Phi| = F[Z, R, I, L(u), K, KC(n)] \right\}_{KC(n)} \rightarrow const \text{ для всех } KC(n), n = 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

$$|S^U - S^\Phi| = F[Z, R, I, L(u), K] \rightarrow \min, R \rightarrow \min, T \leq T_{доп}, \quad (2)$$

Выражение (2) отражает условие нахождения закона управления процессами РЭЗ в динамике изменения некоторой КС (в ситуационном цикле управления):

В выражениях (1), (2) используются векторы параметров модели объекта управления:

S^U – вектор описания желаемого состояния информационной устойчивости режима зондирования (или КС в случае активного изменения ситуации); S^Φ – вектор описания фактически

достигнутого на данный момент времени состояния при выборе текущего управляющего элемента ($UЭ$) с указанием количественных характеристик степени достижения цели РЭЗ на основе контроля результата управления и условий наблюдения и принятия решения; I – вектор индивидуальных характеристик режима зондирования (или КС); R – вектор, который характеризует виды затрат ресурсов, имеющихся в распоряжении САУ_{уст} на данный момент времени; F – структура закона управления процессами РЭЗ, связывающая выход режима зондирования с мешающими воздействиями и средствами поддержки устойчивости, $L(u)$ – оператор $U \rightarrow S^Ф$, отображающего элементы САУ_{уст} на совокупность показателей фактического состояния режима зондирования или КС, U – последовательность из $UЭ$, приводящая к поставленной цели РЭЗ; Z – база знаний, K – вектор учета предпочтений субъекта управления, как оценка полезности или качества рассматриваемой альтернативы. Он может быть задан интегрально без выделения признаков, по которым он производится, а также по различным признакам.

Закон управления процессами РЭЗ в динамике некоторой КС состоит в том, чтобы сформировать такую последовательность из $UЭ$, которая наиболее эффективно *приводит* к поставленной частной цели РЭЗ. При формировании каждого управляющего воздействия оценивается разность $|S^И - S^Ф|$, минимальное значение которой соответствует оптимальному для данной ситуации управляющему воздействию.

Базовая многоцелевая стратегия прогнозирующего управления процессами РЭЗ.

Эта стратегия, содержащая цели общих стратегических направлений РЭЗ РЭП в рамках двусторонней динамической модели рассматриваемого конфликтного взаимодействия [5 – 7] и логики их применения. Она фиксирует стратегическое видение и определяет систему координат, в которых осуществляется противодействие стратегии РЭП. Ее логики процессов принятия управленческих решений учитывают неопределенность возникновения КС, особенности функционирования обзорной РЛС в динамике конфликта и предполагают гибкий порядок изменения целей с использованием фактических результатов процессов целедостижения и прогнозов конфликтного взаимодействия. Базовая стратегия используется в качестве источника априорной информации относительно системы целей и формализации их постановки в динамике конфликта, имеющегося ресурса РЭЗ в структуре САУ_{уст}, необходимого для реализации каждой выбранной цели, а также начального его распределения. Она является руководством для постановки целей, обеспечивает основу для их согласования в прогнозируемых условиях конфликтного взаимодействия.

Основными принципами ее построения являются: двойное понимание КС — правильно у себя и ложного у противника; действовать при благоприятном для достижения поставленных целей стечении обстоятельств; применять сочетания возможных тактик управления состоянием и динамикой КС с использованием «несиловых» и «силовых» технических решений при наименьших затратах ресурсов. Должно также выполняться необходимое условие – минимизация времени, отведенного на принятие стратегического решения.

Методической основой целевого подхода является определение главной цели и ее дифференциации по иерархическим уровням управления и процессам управления целеполаганием на них (а также по элементам структуры САУ_{уст}) для задания оптимальной последовательности действий при достижении поставленных целей.

Главную цель РЭЗ можно формулировать следующим образом: обеспечить заданные вероятности устойчивого функционирования режимов зондирования РЛС и САУ_{уст} путем создания условий для непрерывного и нормального функционирования режимов зондирования обзорной РЛС в конфликтном взаимодействии с комплексом РЭП, а также реализация эффективных процессов целеполагания. Другими словами, цель функционирования САУ_{уст} состоит в том, чтобы показатели устойчивости режимов зондирования находилась в пределах заданной целевой области $|S^И - S^Ф|$ или минимизировали расстояния до заданной целевой точки или области (1),(2)..

На рис. 1 представлен вероятностный вариант базовой стратегии управления процессами РЭЗ для каждой проблемной области. Он предполагает для достижения главной цели управления несколько направлений и логик процессов принятия управленческих решений в зависимости от результата прогноза условий наблюдения и принятия решений.

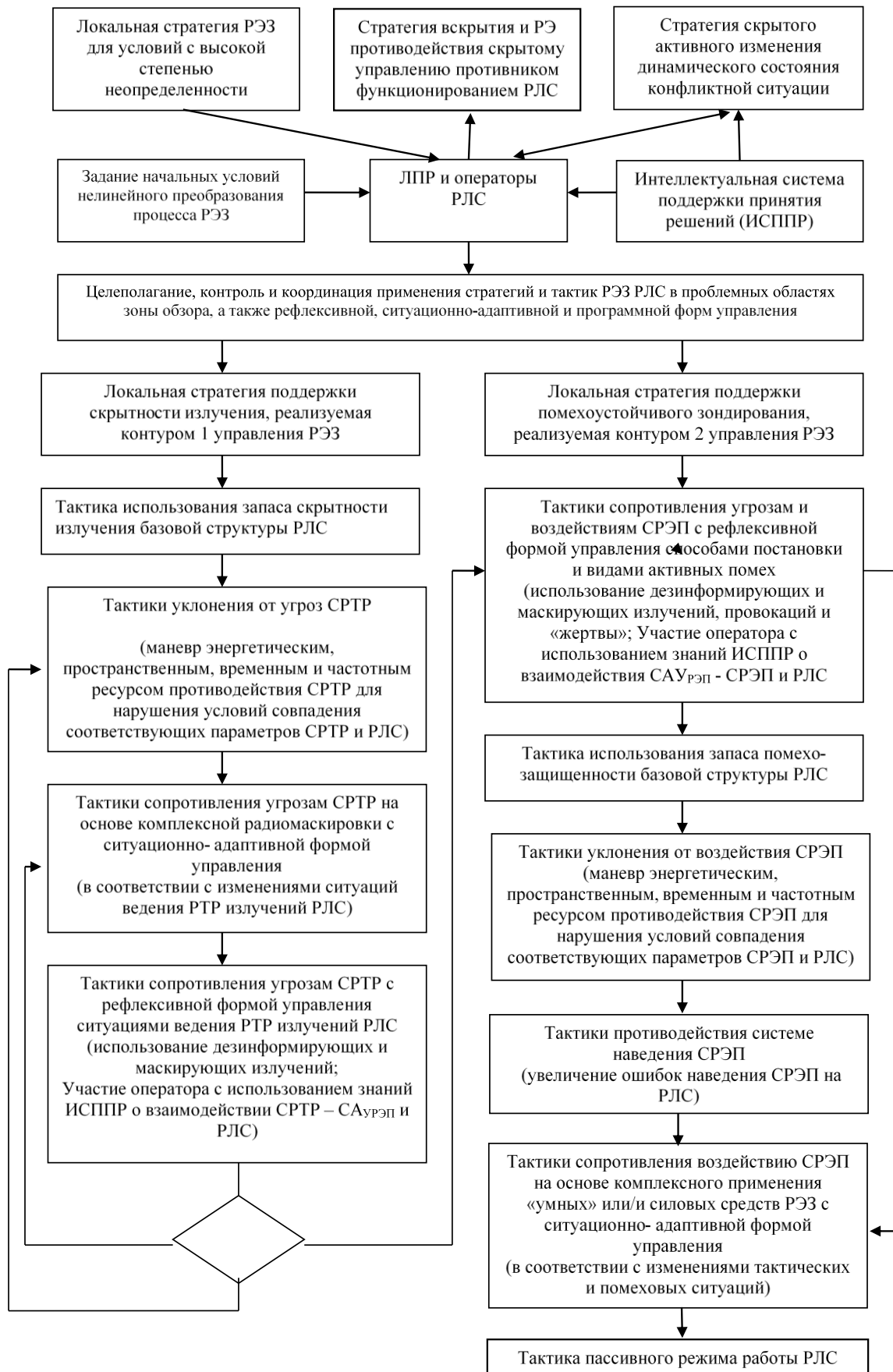


Рис. 1. Вариант базовой многоцелевой стратегии прогнозирующего управления процессами РЭЗ обзорной РЛС в условиях преднамеренных активных помех и мешающих информационных воздействий в проблемных областях ее зоны обзора

К ним относятся:

1) комбинирование частных целей стратегий внутреннего и внешнего управления в следующей последовательности:

- для создания предпосылок и условий устойчивости непрерывного и нормального функционирования текущего режима зондирования РЛС путем создания запаса помехозащищенности в его алгоритме применением модели зондирующего сигнала с повышенной скрытностью излучения и помехоустойчивостью согласованной обработки принимаемых сигналов;

- создания условий для предотвращения с упреждением потери скрытности излучения РЛС путем применения стратегии рефлексивной поддержки энергетической и структурной скрытности излучения с применением средств РЭМ;

- создания условий для предотвращения с упреждением влияния опасных активных помех после утраты скрытности излучения путем применения стратегии рефлексивной поддержки помехоустойчивого зондирования активным информационным воздействием на динамическое состояние КС и использованием средств РЭЗ;

- оказания сопротивления воздействиям активных помех путем применения реактивной стратегии внутреннего ситуативного управления, используя средства РЭЗ для их компенсации или подавления;

- выявления скрытого управления противником информационной устойчивостью режимов зондирования РЛС и САУ_{уст} по результатам оценок психологического давления на субъекта управления, нарушений алгоритмов принятия управляющих решений и рассогласования, фактически достигнутых целей с ожидаемыми, а также оказание им сопротивления;

2) использование стратегии поддержки помехоустойчивого зондирования РЛС в условиях воздействия активных помех путем применения тактик: с рефлексивной формой управления способами постановки и видами активных помех в системах САУ_{РЭП} – СРЭП; использования запаса помехозащищенности базовой структуры РЛС: уклонения от воздействия СРЭП; противодействия системе наведения СРЭП; оказания сопротивления воздействиям СРЭП; использования пассивного режима работы РЛС;

3) использование стратегии скрытого активного изменения динамического состояния КС путем технико-информационного и психофизического воздействия на системы СРТР – САУ_{РЭП}, САУ_{РЭП} – СРЭП комплекса РЭП;

4) использование стратегии РЭЗ для условий высокой неопределенности КС на основе применения логико-лингвистического и/или экспертного или эвристического методов управления целеполаганием по косвенным признакам нарушения устойчивости; полученных с помощью интеллектуальных методов и средств управления.

При постановке целей также определяется то, чего нельзя делать при любых обстоятельствах.

Целеполагание на среднем уровне управления

Подсистема процессов интеллектуального управления этапами целеполагания на этом уровне частично формализует: определение, обоснование способов достижения поставленных стратегических целей; получение управляющих решений для перестройки структуры САУ_{уст}, связанной с рациональным распределением ресурсов РЭМ, РЭЗ и/или средств информационного противоборства, необходимых для достижения поставленных целей. Управляющими параметрами при этом являются тактики и их ресурсы. Основные тактические приемы управленческих решений состоят:

- в предотвращении риска, благодаря результатам прогноза динамического состояния КС;

- избежании риска — уклонении от воздействий, связанного с риском;

- снижении степени риска — уменьшении вероятности потерь и сокращение ожидаемого их объема;

- удержании допустимого уровня риска в условиях неопределенности различного рода путем ее оказания сопротивления деструктивным воздействиям с помощью встроенных и дополнительных средств РЭМ, РЭЗ и киберзащиты, ориентируясь на инновационные средства и их комплексирование для концентрации усилий РЭЗ соразмерно с опасностью КС и требованиям к динамической информационной устойчивости режимов зондирования РЛС;

- оказании скрытого информационного воздействия на динамическое состояние конфликтной ситуации, используя заготовки технико-информационного воздействия и психофизического давления на САУ комплекса РЭП и координацию их применения;
- выявлении признаков скрытого управления противником функционированием САУуст и радиоэлектронное противодействие ему;
- поиске субъектом управления возможных решений в условиях неопределенности высокого уровня, используя накопленные знания, опыт и свои креативно-рефлексивные способности.

При этом принимаются во внимание различия способов целедостижения для внутреннего и внешнего управлений, а также:

- особенности применения: логико-оптимального для условий определенности в случае простых КС и рисков; логико-лингвистического и/или экспертного и эвристического методов поиска решения для условий неопределенности в случае сложных и непредвиденных КС, а также трудно формализуемых задач целеполагания [10 – 12];
- интегрирование методов решения управленческих задач этого уровня управления в зависимости от условий наблюдения.

Распределение ограниченных ресурсов осуществляется по схеме «цель – действия – необходимый ресурс» с выполнением требования минимизации ресурсных затрат. Решение ресурсных задач связано с двумя основными аспектами выбором тактик, их ресурса для внутреннего или/и внешнего управлений с учетом состояния, динамики КС и распределением ресурсов РЭЗ. Трудность решения связана с тем, что на практике для достижения поставленных целей требуются различные ресурсы, количество которых ограничено. Нельзя допустить несоответствия между целями САУ_{уст} и ее ресурсами, которые необходимы для их достижения. В противном случае возникает необходимость поиска ресурсного компромисса. Достичь снижения объема требуемых ресурсов возможно отбором наиболее эффективных отдельных стратегических задач РЭЗ, их тактик и комплексирования их наиболее эффективных ресурсов с учетом возможного применения одних и тех же тактик.

Специфика процессов этого уровня также состоит в зависимости процессов рационального выбора на ближнюю перспективу тактик и распределения их ресурсов от вида выбранной цели на верхнем уровне, состояния и динамики текущей КС.

Целеполагание на нижнем уровне управления

Особенности целеполагания на этом уровне связаны с обеспечением кратко временной информационной стабильности режимов зондирования РЛС:

перестройкой структуры САУ_{уст}, на текущий период времени, реализующей выбранных тактик с регулирование режимов и параметров назначенных средств РЭМ, РЭЗ та информационного противодействия;

контролем и анализом результатов управляющих воздействий, а также инициализации устранения отклонений их от выбранной цели путем корректировки методов выбора и распределения ресурсов, затрат ресурсов и времени принятия решения или смены стратегической цели.

Особую роль на этом этапе играет контроль фактического состояния устойчивости объекта управления в результате выполнения внешних и внутренних управляющих воздействий в перестроенной САУ_{уст}. Следует отметить специфику процессов перестройки структуры РЭЗ в САУуст и контроля результатов целеполагания от вида выбранной на верхнем уровне цели

По результатам последовательных оперативных сравнений рассогласований фактических состояний объекта управления с целевыми $|S^{\Pi} - S^{\Phi}|$, ресурсных затрат, результатов анализа накопленных данных о применяемой стратегии РЭП и прогнозов изменений КС осуществляются смены стратегических целей и строятся траектории внутреннего и внешнего управления состоянием и динамикой КС для достижения главной цели РЭЗ.

Важной особенностью оценки соответствия фактических показателей эффективности управления ожидаемым при целеполагании является применение широко распространенных на практике характерных индикаторов эффективности работы применяемых средств РЭМ и РЭЗ [2, 8, 16]. Индикаторные показатели позволяют измерить вклад этих средств (в увязке с показателями эффективности управления целеполаганием на иерархических уровнях управления) в достижение целей стратегии управления РЭЗ.

Выводы

Для повышения и обеспечения информационной устойчивости режимов зондирования обзорной РЛС в условиях ее подавления управляемыми активными помехами и мешающими информационными воздействиями системно проанализированы особенности способов и средств управления процессами целеполагания в структуре специализированной системы автоматизированного управления и на этапах ее функционирования. Они разнообразны и связаны с повышением уровней формализации и интеллектуализации ее контуров внутреннего и внешнего управлений динамическим состоянием конфликтных ситуаций. Это, в свою очередь, позволит получить большую обоснованность и оперативность принимаемых управляющих решений при дефиците времени на их принятие, уменьшение ошибок целеполагания для различных конфликтных ситуаций. При этом учитывается соответствие целей управления информационной устойчивостью текущего режима зондирования конкретным конфликтным ситуациям, складывающимся в проблемных областях зоны обзора РЛС. Представленные способы и средства будут способствовать приданию, синтезируемым в ходе конфликта многоцелевым стратегиям и ситуационному закону управления процессами РЭЗ и координации действий желательных свойств.

Важным инструментом частичной формализации управления целеполаганием является предложенный вариант базовой многоцелевой стратегии прогнозирующего управления процессами РЭЗ, при этом принимаются во внимание различия целей и процессов управления целеполаганием для внутреннего и внешнего управлений. Базовая стратегия содержит направления РЭЗ с разными логиками процессов принятия управляющих решения и достижения поставленной цели РЭЗ в зависимости от свойств динамических состояний конфликтных ситуаций. Она служит источником априорной информации для обоснования выбора целей, тактик и их ресурсов.

Для полного определения критериев качества управления целеполаганием требуется задания иерархически связанной системы соответствующих показателей эффективности и методики их расчета. Полученные результаты при этом будут входить в основные положения такой методики с учетом определения зон допустимых потерь динамической устойчивости объекта управления, а также предупреждающих возникновение критических и катастрофических рассогласований фактических значений показателей эффективности управления с требуемыми.

Список литературы:

1. Конфликтно-устойчивые радиоэлектронные системы. Методы анализа и синтеза / Ю.А. Астапенко, С.Н. Вайпан, В.С. Верба [и др.]. Москва : Радиотехника, 2015. 312 с.
2. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория : справочник. Изд. 2-е, перераб. и доп. ; под. ред. Я.Д. Ширмана. Москва : Радиотехника, 2007. 512 с.
3. Информационное противоборство и радиоэлектронная борьба в сете-центрических войнах начала XXI века / С.И. Макаренко. СПб. : Научное издание, 2017. 546 с.
4. Козирацкий Ю.Л. Модели информационного конфликта средств поиска обнаружения. Москва : Радиотехника, 2013. 232 с.
5. Канцедал В.М., Могила А.А.. Структура автоматизованої системи управління інформаційною стійкістю наземної оглядової РЛС в умовах активних завад // XVI міжнар. наук. конф. Харк. нац. ун-ту Повітряних Сил імені Івана Кожедуба "Новітні технології – для захисту повітряного простору" : тези доповідей, 15 – 16 квітня 2020 року. Харків : ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2020. С. 334. Інтернет-ссылка <http://www.hups.mil.gov.ua/assets/doc/science/conference/16/xvi-conf-hnups.pdf>
6. Канцедал В.М., Могила А.А.. Структура автоматизованої системи управління інформаційною стійкістю наземної оглядової РЛС в умовах активних завад // Системи озброєння і військова техніка. 2020. № 1 (61). С. 82 – 95. Харків : ХНУПС ім. І. Кожедуба, Інтернет-ссылка <https://journal-hnups.com.ua/index.php/soivt/article/view/245>
7. Kantsedal V., Mogyła A. A Multifactorial Approach to Building a System for Automated Control of Radar Information Stability // 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (MRRS) Kharkov, Ukraine, September 21 – 25, Volume 2, pages 373-378. Інтернет-ссылка https://drive.google.com/file/d/1mRSc1SV_I6hJ--uhjkQPhxZ6FDzLY8/view?usp=sharing (Пароль для распаковки zip-файла сборника трудов совпадает с именем файла -«UkrMW-2020».)
8. Основы построения радиолокационных станций радиотехнических войск : учебник / В.Н. Тяпкин, А.Н. Фомин, Е.Н. [и др.] ; под общ. ред. В.Н. Тяпкина. Красноярск : Сиб. федер. ун-т. 2011. 536 с.

9. Гончаренко В.А. Концептуальные основы построения устойчивых к воздействиям автоматизированных систем специального назначения на основе адаптивных технологий // Научные исследования Земли. 2018. Т.10, № 4. С. 38– 74.
10. Лукьянова Л. М. Целеполагание, анализ и синтез целей в сложных системах, модели и методы моделирования // Известия РАИ. Теория и системы управления. 2007. № 5. С. 100-113. Источник: <http://naukarus.com/tselepolaganie-analiz-i-sintez-tseley-v-slozhnyh-sistemah-modeli-i-metody-modelirovaniya>
11. Лукьянова Л. М. Логико-лингвистическое моделирование целеполагания в сложных системах. Интернет-ресурс: <http://ojs.philosophy.spbu.ru/index.php/lphs/article/view/233/234>
12. Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня. Москва : Знание, 1974.
13. Дружинин В.В., Конторов Д.С. Введение в теорию конфликта. Москва : Радио и связь, 1989. 288 с.
14. Мишин В. М. Исследование систем управления. Москва : ЮНИТИ, 2012. 527 с.
15. Теория управления (дополнительные главы) : учеб. пособие ; под. ред. Д. А. Новикова. Москва : ЛЕНАНД, 2019. 552 с.].
16. Круглова Н. Ю. Антикризисное управление : учеб. пособие. 3-е издание. Москва : [КноРус](http://www.moscowbooks.ru), 2013. 400 с. <https://www.moscowbooks.ru/book/662061/>
17. Интеллектуальное ядро системы поддержки принятия решений / В.П.Осипов [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. № 205. 23 с. doi:10.20948/prepr-2018-205 URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2018-205>
18. Розенберг И. Н. Интеллектуальное управление// Современные технологии управления. ISSN 2226-9339. №4 (76). Номер статьи: 7608. Дата публикации: 2017-04-10. Режим доступа: <https://sovman.ru/article/7608/>
19. Бортник Б.И., Стожко Н.Ю., Судакова Н.П. Оценка компетенций: формализация и формалистика // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 4. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26693> (дата обращения: 14.07.2020).
20. Веремей Е.И. Когнитивная реализация оптимизационного подхода к синтезу законов управления подвижными объектами // Санкт-Петербургский гос. ун-т, 2016. <https://cyberleninka.ru/article/n/kognitivnaya-realizatsiya-optimizatsionnogo-podhoda-k-sintezu-zakonov-upravleniya-podvizhnymi-obektami>
21. Кравченко В.Н., Филиппин И.В. Целеполагание в системе управления развитием предприятия; <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/39651/10-Kravchenko.pdf?sequence=1>
22. Коврига С.В. Методические и аналитические основы когнитивного подхода к SWOT-analysis // Проблемы управления. 2005. №5. С. 58–63.
23. Авдеева К., Коврига С. Подход к постановке задач управления на когнитивной модели ситуации для стратегического мониторинга // УБС. 2016. Вып.59, 120–146 ubs856.pdf.
24. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексия и управление: математические модели. Москва : Изд-во физ.-мат. лит., 2013. 412 с.

Поступила в редколлегию 04.11.2021

Сведения об авторах:

Канцедал Валерий Михайлович – канд. техн. наук, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, старший научный сотрудник, Харьков; Украина; e-mail: Vkantsedal9@gmail.com; ORSID: <http://orcid.org/0000-0003-4008-917X>

Могила Анатолий Андреевич – канд. физ.-мат. наук, Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАН Украины, старший научный сотрудник, заведующий отделом; Харьков; Украина; e-mail: moganat1196@gmail.com, ORSID: <http://orcid.org/0000-0002-1726-6265>.