

УДК 623.618

Анализ научно-методического аппарата теории координации и его использования в различных областях исследований

Михайлов Р. Л.

Актуальность. В настоящее время в интересах повышения эффективности управления в сложных многоуровневых системах активно развиваются методы теории координации, которые нашли свое применение в различных областях исследований. В связи с этим, актуальным является анализ известных работ и методологии исследования вопросов координации и рассмотрение возможности использования полученных другими авторами результатов в новой предметной области – в области информационного противоборства. **Целью работы** является анализ известных работ в области координации сложных многоуровневых систем. Особое внимание уделено анализу работ, в которых рассматривается распределение ресурса в многоуровневых системах в качестве управляющего воздействия. **Используемые методы.** Решение задачи основано на использовании методов системного анализа, а также методов индукции и дедукции теории логики. **Результат.** На основе анализа более 70 источников выявлены общие и частные закономерности проведенных исследований в области теории координации, базирующиеся на использовании различного научно-методического аппарата, а именно: методов координации, основанных на принципах самоорганизации на базе моделей вычислительных полей, методов нечеткой параметрической координации в многоуровневых иерархических системах, методов координации путем прогнозирования и развязывания взаимодействий, методов координации на основе моделей коалиционных рефлексивных игр, мультиагентный, триадный, ситуационный подходы, а также методов на основе других теорий. **Новизна.** Элементами новизны работы являются выявленные общие и частные закономерности и подходы к исследованию в области координации на основе использования различного научно-методического аппарата. **Практическая значимость.** Представленный анализ может быть использован специалистами для обоснования новых технологических решений в области координации в различных сложных многоуровневых системах, а также военными специалистами – для обоснования новых форм и способов организации взаимодействия разнородных сил и средств при ведении вооруженной борьбы. Кроме того, данный анализ будет полезен научным работникам и соискателям, ведущим научные исследования в области координации в сложных многоуровневых системах управления.

Ключевые слова: управление, координация, сложные многоуровневые системы, иерархические системы.

Актуальность

В настоящее время в интересах повышения эффективности управления в сложных многоуровневых системах активно развиваются методы теории координации, которые нашли свое применение в различных областях исследований. В связи с этим, актуальным является анализ известных работ и методологии исследования вопросов координации и рассмотрение возможности использования полученных авторами результатов в новой предметной области – области информационного противоборства.

Место координации в теории управления

Управление, как важнейшая функция любых организованных систем (технических, социальных, биологических), обеспечивает необходимый режим деятельности, достижение поставленных целей и эффективность их функционирования [1]. Теория и практика управления предлагают различные способы, методы, формы, направленные на достижение поставленных задач и целей, и позволяют выработать стратегию, тактику, комплекс средств и приемов для их эффективного достижения. В работе [2] определена общая цель управления – гомеостазис, то есть обеспечение динамического равновесия между системой и средой, сохранение ее качественной определенности вопреки разрушающим воздействиям, преодоление противоречий между элементами системы, системой и внешней средой. Усиливая или ослабляя внутренние процессы, комбинируя их и т. д., субъект добивается сохранения системы и повышения уровня ее организованности. Одним из факторов гармонизации в области управления является координация. Согласно работе [3] координация – согласование, приведение в соответствие. Толковые словари русского языка дают аналогичное толкование координации, определяя ее как соотношение, согласованность, установление целесообразного соотношения между какими-то действиями [4]. В таком же понимании термин *координация* вошел в научный оборот и используется для обозначения деятельности, обеспечивающей согласованность тех или иных мероприятий [1].

Основоположник теории координации А. Файоль рассматривал ее как обязательный элемент управления, который обеспечивает нормальное и эффективное функционирование системы, пропорциональное и гармоничное целенаправленное движение всех ее составных частей [5]. Нормализация достигается на основе установления целесообразного соотношения между действиями, согласования всех операций (технических, коммерческих, финансовых, страховых, учетных, административных) на предприятии, отслеживания последствий, которые влечет за собой каждое из действий для всех остальных операций. Эффективность же предполагает приспособление целей к средствам, соизмерение затрат с доходами, увязывание деятельности по снабжению и сбыту с нуждами производства и т. д. Исследуемая под таким углом зрения координация требует, по существу, согласования, связывания, гармонизации действий и усилий для достижения определенных общих целей с наименьшими затратами сил и средств. Взгляды А. Файоля на координацию до настоящего времени считались классическими. Они способствовали становлению единого методологического подхода, направляющего исследование теории управления:

- 1) координация и управление взаимосвязаны;
- 2) элемент координации должен всегда «привязываться» к элементу управления.

Само управление в этой связи может рассматриваться как совокупность скоординированных мероприятий, ориентированных на достижение определенной цели. Благодаря наличию диалектической связи координации и управления, изучение и успешное разрешение проблем, связанных с первой,

становится значимым условием нормального функционирования самого управления [1].

Ведущий ученый в области управления Дж. Моррисей [6] определял координацию как функцию управления, направленную на создание условий для выполнения членами организации действий, необходимых для достижения цели организации [7].

В настоящее время в научной литературе координация обычно трактуется (в порядке от общего определения к частному) с точки зрения ее основного назначения, а не содержания [8]:

- 1) преодоление избыточных степеней свободы системы, свободно движущейся в пространстве состояний, т.е. превращение её в управляемую систему [9];
- 2) процесс достижения единства усилий всех подсистем (элементов) системы для реализации ее задач и целей [10];
- 3) управленческая деятельность, заключающаяся в обеспечении взаимосвязи и согласованности субъектов, объектов и процессов труда во времени и в пространстве [11];
- 4) функция управления установлением связей, системы взаимодействия и согласованности работы ее компонентов, оперативной диспетчеризации выполнения планов и заданий [12];
- 5) вид деятельности по согласованию и упорядочению усилий, объединенных общей целью и совместной деятельностью элементов в производственно-хозяйственных системах участников выполнения того или иного задания [11];
- 6) предварительное согласование действий при подготовке планов, и согласованная реакция системы на возникающие помехи и проблемы при выполнении этих планов [13].

Вместе с тем, структурная и функциональная сложность современных объектов управления, большое количество и противоречивость показателей качества обуславливают использование в таких сложных системах многоуровневых подсистем управления с иерархической структурой. В этом случае общая задача управления разбивается на ряд подзадач, которые решаются локальными управляющими элементами. Существенным преимуществом иерархического подхода является возможность проведения параллельных работ, когда осуществляется одновременное решение ряда локальных задач и координация частных решений. Кроме того, построение системы управления по иерархическому принципу позволяет снизить сложность отдельных решаемых задач, повысить надежность работы системы в целом, ускорить процесс проектирования системы управления. Основной задачей, решаемой при синтезе такой иерархической системы управления для сложных систем, является разработка методов и алгоритмов координации, используемых для согласования работы автономно функционирующих подсистем [14].

В классической работе М. Месаровича, Д. Мако, И. Такахара [15] исследуются математические модели иерархических структур управления. В

предлагаемых авторами моделях иерархических систем используется формальный язык общей теории систем, основанный на теоретико-множественных концепциях, что предоставляет возможность получать обобщенные описания для проведения структурных исследований данных классов систем [16].

При этом координация рассматривается как задание вышестоящей системы управления, в ходе реализации, которого она пытается добиться, чтобы системы управления функционировали согласованно. Такое определение, по мнению авторов статьи [7], было вполне пригодным для централизованной экономики (построенной по директивно-иерархическому принципу), но совсем не отвечает современным условиям управления. Кроме того, согласованное функционирование совсем не означает скоординированных действий, ведь все низшие элементы управления одного уровня могут быть «согласны», но действовать не скоординировано.

В работе [17] координация рассматривается в трех аспектах:

- 1) как метод организации координатором управленческих отношений между координированными сторонами;
- 2) как процесс, то есть последовательность связанных между собой циклов переработки управленческой информации;
- 3) как механизм, то есть совокупность упорядоченных действий, которая устанавливает границу отклонения от общей цели и вносит коррективы в ход ее реализации.

Среди основных задач координации выделены [17]:

- создание условий, которые облегчают достижение собственной цели координированных элементов;
- стимулирование осуществления таких действий, которые способствуют достижению общей цели системы;
- регуляция отношений подчинения индивидуального – общему, части – целому.

Авторы работы [18] рассматривают модели и методы координации в крупномасштабных экономических системах. Под координацией ими понимается «аппарат установления правил взаимодействия элементов крупномасштабной системы, которые направлены на приведение к глобальной цели, которая стоит перед системой в целом, локальных целей отдельных элементов и что обеспечивает согласование их действий по реализации этих целей». Кроме того, выделены два блока заданий, которые должна выполнять координация [18]:

- согласование стратегических планов крупномасштабной системы в целом и всех ее элементов (расстановка приоритетов отдельных направлений развития, согласования интересов элементов, ориентирования деятельности элементов на достижение общей цели);
- обеспечение взаимодействия элементов (стимулирование действий элементов, минимизация конфликтов в ходе совместной деятельности, снижения эффективности системы в целом).

Предложены три координационных подхода к управлению крупномасштабными системами [7]:

- *целевой*, направленный на согласование целей элементов и моделирования их взаимодействия при разработке общей стратегии системы;
- *оптимизационный*, направленный на организацию оптимального внутреннего взаимодействия элементов;
- *информационный*, направленный на согласование текущих потоков взаимодействия между элементами при оперативном управлении ими.

В работе [19] приведена общая схема координации в многоуровневых динамических системах, а также математическая постановка задачи координации в двухуровневых системах, состоящих из центра и ряда элементов нижнего уровня, взаимодействие между которыми происходит только через центр. Предложена процедура координации в таких системах. На основе общей процедуры конструируются различные численные методы координации, которые разбиваются на два основных класса – безытеративные и итеративные. При итеративных процедурах координации в многоуровневых динамических системах происходит многократный обмен информацией, а при безытеративных – однократный обмен информацией между уровнями.

В работе [20] на основе [15] предложены алгоритмы координации, основанные на нечетких множествах. В работе [21] рассматривались вопросы координации в условиях неопределенности для сложных производственных систем.

Авторы работы [22] рассматривают системы координированного управления с точки зрения обеспечения функциональных соотношений между выходными координатами локальных подсистем. Это позволяет поддерживать оптимальное функционирование подсистем в смысле заданных показателей эффективности, например, в динамических режимах работы, вызванных действием достаточно больших по величине неконтролируемых возмущений, когда возможность их учета на уровне локальных подсистем оказывается исчерпанной и т. д.

В работе [23] для решения задач координированного управления выделяются три основных подхода.

1. Традиционным подходом решения задач координированного управления являются методы автономного управления, которые обеспечивают требуемое соотношение выходных переменных за счет согласования задающих воздействий на *статических* режимах работы [24]. При этом синхронизация работы элементов осуществляется пассивно, по разомкнутой схеме управления, и, следовательно, данный подход недостаточно эффективен в условиях действия внешних помех.
2. Вторым подходом решения задач координированного управления являются методы управления многоканальными объектами [25], обеспечивающие согласованное функционирование элементов системы в *динамических* (переходных) режимах работы. Однако эти

методы получили свое развитие только для случая полностью однотипных линейных систем без введения в систему автоматического управления контуров координированного управления.

3. Третий подход основан на решении задач *функциональной* координации как задач пространственного управления, в котором эталонное движение системы в пространстве состояний задается с помощью функциональных соотношений переменных, определяющих в многомерном пространстве интегральную кривую, поверхность или многообразие [26]. При этом координация осуществляется путем введения дополнительного контура координации. Однако здесь имеются нерешенные вопросы, обусловленные проблемой совместного синтеза алгоритмов как абсолютного, так и координированного управления.

С целью исследования иерархической распределенной системы обычно ее рассматривают в виде композиции отдельных двухуровневых систем [27], на верхнем уровне которых находятся управляющие подсистемы, а на нижнем управляемые элементы (подсистемы). При анализе двухуровневой системы рассматривают два класса задач:

- 1) задачи самоуправления для подсистем нижнего и верхнего уровней;
- 2) задачи управления подсистемами нижнего уровня путем координации их функционирования.

Так как цели подсистем нижнего и верхнего уровней могут быть различными, можно говорить о различных видах координируемости, которые представлены ниже.

1. *Координируемость относительно задачи, решаемой в подсистеме верхнего уровня.* В этом случае при некотором выбранном управляющем воздействии в результате решения задачи верхнего уровня в каждой подсистеме нижнего уровня найдутся такие локальные управляющие воздействия, при которых критерий задачи верхнего уровня достигает своего глобального оптимума.
2. *Координируемость относительно задач, решаемых в каждой из подсистем многоуровневой системы.* Для этого варианта координируемости локальные управляющие воздействия задач нижнего уровня обеспечивают глобальный оптимум в задаче верхнего уровня.
3. *Координируемость относительно компромиссного значения целевых функций подсистем рассматриваемой двухуровневой системы.* Такая ситуация характерна при наличии конфликта как между подсистемами одного уровня, так и между подсистемами различных уровней. Если конфликт носит не антагонистический характер, то выбор управляющего воздействия сводится к принятию решения по множеству критериев отдельных подсистем [28].

В работе [29] задачи координации рассматриваются как особый класс задач управления в социально-экономических системах. При этом они

отличаются от традиционных задач управления, описанных, например, в работе [15], следующими основными чертами:

- 1) основная цель координации – найти и реализовать такие управленческие решения, которые, с одной стороны, удовлетворяли бы индивидуальным интересам элементов, образующих систему, а с другой, – соответствовали бы целевой функции всей системы;
- 2) координация предполагает специализацию управленческой деятельности, то есть разделение общей управленческой функции на частные функции с возложением их на специализированные организационные элементы;
- 3) задача координации возникает тогда, когда между элементами системы есть противоречия, но нет антагонизма, и они обладают определенной самостоятельностью при выборе управленческих решений;
- 4) при координации вышестоящий решающий элемент (координатор) имеет право вмешиваться в деятельность элементов низшего уровня, не навязывая им линии поведения, а помогая разрешать возникающие проблемы.

Различные модификации методов координации и согласования локальных решений, принимаемых на разных уровнях управления, в многоуровневых сетцентрических системах управления рассмотрены в работе [30]. К ним относятся:

- 1) игровые и градиентные методы [31], основанные на предложенных в [15] необходимых и достаточных условиях координируемости локально организованной иерархии динамических систем;
- 2) методы координации, основанные на принципах самоорганизации на базе моделей вычислительных полей [32];
- 3) методы нечеткой параметрической координации в многоуровневых иерархических системах [33];
- 4) методы координации путем прогнозирования и развязывания взаимодействий [15, 34, 35];
- 5) методы координации на основе моделей коалиционных рефлексивных игр [36];
- 6) мультиагентный, триадный, ситуационный подходы [37] к моделированию координации сложных динамических систем и другие [30].

Возможность реализации организационного взаимодействия коллектива динамических интеллектуальных систем рассмотрена в работе [38]. На примере двухуровневой системы управления получены необходимые условия координируемости по отношению к решению задачи координатора и по отношению к глобальной задаче на основе принципа прогнозирования взаимодействий.

Авторы работы [39] рассматривают применение нейронных сетей для повышения эффективности управлений и детектирования источников возмущений при использовании градиентного метода координации

децентрализованного управления сетевыми структурами на основе предложенных ранее необходимых и достаточных условий координируемости локально организованной иерархии динамических систем.

Авторами [40] предложена процедура синтеза контура координированного управления на основе желаемых динамических свойств контуров управления и координации. Показано, что для определенного класса задач коэффициенты обратной связи контура координации могут быть выбраны независимо от коэффициентов главной обратной связи по переменным состояния, что дает возможность выбирать любые требуемые динамические характеристики контура координации.

В работе [16] центральное место занимает исследование проблемы координации в двухуровневых системах и возможность распространения этих результатов на многоуровневые иерархические системы. Авторы рассматривают координацию как сферу деятельности или задачу вышестоящей управляющей системы, в ходе которой она пытается добиться, чтобы нижестоящие системы управления функционировали согласованно.

В работе [41] сформулированы принципы координации, которые определяют различные стратегии для координатора, т.е. определяют структуру процесса координации: принцип прогнозирования взаимодействий, принцип согласования взаимодействий и принцип оценки взаимодействий.

Монография [8] посвящена теоретическим проблемам стратегического менеджмента. В ней раскрыты содержание и взаимосвязь, а также отслежено развитие таких функций стратегического управления системой, как координация, контроль, предвидение и адаптация. Концепции, принципы модели и приемы, о которых идет речь в данной монографии, разработаны на основе системного подхода и его основных принципов.

Целью работ [22, 42, 43] является развитие частотных и операторных методов анализа и синтеза систем координированного управления динамическими объектами и оценка их эффективности. Отличительной чертой предлагаемых моделей и алгоритмов координированного управления динамическими объектами является получение эквивалентной структуры с голономными связями между отдельными элементами, охваченной неединичной обратной связью, а также анализ их частотных характеристик.

В работе [29] на основе классического кибернетического подхода рассматриваются базовые модели управления и координации, которые целесообразно использовать при моделировании и оптимизации процессов функционирования систем, а также их применение для оптимизации функционирования систем социально-экономического типа. Авторы рассматривают три варианта стратегии поведения систем.

1. Система довольствуется имеющимся значением выходного параметра, характеризующим ее эффективность (например, доходом для предприятия), а своей целью рассматривает сокращение (минимизацию) возможного ущерба (задача управления по минимуму ущерба). При такой задаче необходимо определить такие параметры управления из числа допустимых, с учетом их взаимозависимости, при которых урон, понесенный системой в связи с

выполнением своих функций, будет минимальным, а уровень эффективности не снизится ниже определенной величины.

2. Система все свои усилия направляет на максимизацию своей эффективности, сохраняя при этом определенный уровень ущерба (задача управления по максимуму эффективности). В этом случае необходимо определить такие параметры управления из числа допустимых и с учетом их взаимозависимости, при которых эффективность системы будет максимальной, а ущерб не превысит некоторой заданной величины.

3. Система стремится повысить показатель эффективность/ущерб (задача управления по максимуму показателя эффективность/ущерб). Необходимо определить такие параметры управления из числа допустимых и с учетом их взаимозависимости, при которых конечный показатель функционирования системы, зависящий как от ее эффективности, так и от возможного ущерба, будет максимальным. [29].

В работе [29] показано, что функция координатора будет заключаться в том, чтобы на основании информации о характере рассогласования действий элементов различных уровней выработать и довести до них такие координирующие воздействия, которые помогут им вырабатывать управляющие воздействия, минимизирующие отклонения общего процесса от заданного целевого состояния.

Работы [14, 44] посвящены разработке методов и алгоритмов координации для двухуровневых дискретно-непрерывных систем управления, обеспечивающих гарантированное качество при управлении сложными техническими объектами. Отличительной чертой методов и алгоритмов координации в установившемся режиме является направленный поиск координирующих сигналов, обеспечивающих гарантированное качество на верхнем уровне, путем построения внутренней аппроксимации допустимого множества значений показателей элементов нижнего уровня, согласованного с глобальной целью системы. Алгоритмы координации позволяют гарантировать заданное качество на верхнем уровне и существенно уменьшить общий объем вычислений за счет снижения размерности задач построения множеств достижимости.

При этом, в переходном режиме методы и алгоритмы координации основаны на совместном поиске траекторий двух новых дискретных агрегированных моделей элементов нижнего уровня с использованием методов теории игр. Эти алгоритмы позволяют гарантировать определенное быстроедействие и качество переходного процесса всей системы, также они устойчивы к нарушению структурных связей между элементами системы [14, 44].

Общая схема синтеза двухуровневой дискретно-непрерывной системы управления с гарантированным качеством, предложенная в работах [14, 44], включает в себя последовательность операций синтеза при наличии трех групп локальных критериев с различным приоритетом. В этом случае алгоритмы управления нижнего уровня будут основаны на вычислении множеств достижимости в дискретно-непрерывном пространстве состояний системы, и

должны быть реализованы два глобальных режима – установившийся и переходный.

Анализ использования научно-методического аппарата теории координации в различных областях исследований

Теория координации получила широкое применение в различных областях исследований. Так, в работе [45] рассматривается роль координации в обеспечении функционирования производственно-хозяйственной системы современного иерархически выстроенного предприятия. Ставится проблема перехода к эффективной поддержке управления для обеспечения действенной координации, раскрываются инструментальные приемы координации деятельности участников производства на предприятии. Предлагается методика определения цены передачи продукта по всей цепочке его движения на предприятии, обеспечивающая скоординированность действий исполнителей на реализации общесистемной цели увеличения прибыльности (рентабельности) деятельности товаропроизводителя.

В работе [46] представлена многоуровневая система энергетического управления, позволяющая снизить энергетические издержки промышленных предприятий на основе оптимизации решения следующих задач:

- 1) на уровне предприятия в целом: задачи планирования энергетических ресурсов по критерию минимизации штрафов за недостоверную заявку на покупные ресурсы – природный газ и электрическую энергию;
- 2) оптимизация энергетического баланса и режимных параметров отдельных технологических составляющих производства в целом.

Кроме того, в работе [46], рассмотрена задача минимизации энергозатрат на обеспечение выплавки стали, и получены оптимальные значения режимных параметров, позволяющие снизить затраты на потребление электрической энергии.

Задачи оперативного управления циклическим многостадийным технологическим процессом (организационно-технологической системы) решаются в работах [47-50]. К этим задачам относятся:

- 1) выработка и реализация управляющих воздействий на систему с целью перевода ее из заданного (известного) начального состояния в требуемое конечное состояние на заданном временном интервале;
- 2) получение (измерение) достоверной и полной информации о контролируемых параметрах процесса с целью анализа состояния, ретроспективного восстановления динамики контролируемых параметров, прогноза их изменения с целью выработки и реализации управляющих воздействий и получения требуемых характеристик системы;
- 3) обеспечение согласованной по времени и другим контролируемым параметрам работы участков и цехов комплекса сталь-прокат при выполнении заданий, представляемых в виде контактных и сменно-суточных графиков.

Авторы работы [49] указывают на то, что отрицательным явлением, приводящим к большим экономическим потерям, является раскоординация работы участков и цехов, вызываемая различными нарушениями и отклонениями фактических параметров от заданных. При этом применяемое в производстве понятие координации не имеет численных показателей и является эвристическим. Отсутствие количественных показателей координации не позволяет рассчитывать состояние производства и потери, вызываемые его раскоординированным ходом, что приводит к прямым и косвенным потерям.

Задача повышения эффективности и качества управления процессом удовлетворения спроса населения города на транспортное обслуживание, рассмотренная в работе [51], также решается с применением теории координации. Сложность решения данной задачи обусловлена многофункциональным и многоуровневым характером транспортных систем, децентрализацией управления перевозками пассажиров, динамическим и вероятностным характером изучаемых процессов, необходимостью учета многочисленных психологических и социально-экономических факторов.

Как показано в работе [51] на начальной стадии развития крупных городов, когда обслуживание населения в поездках осуществлялось одним-двумя видами городского пассажирского транспорта (ГПТ), транспортные проблемы удавалось решать совершенствованием конструкции транспортных средств, дополнительным выпуском подвижных единиц на маршруты, разработкой новых видов ГПТ и технологии перевозок. Управление на уровне согласования являлось вполне достаточным и не вызывало особых затруднений. Однако в условиях применения трех-пяти видов ГПТ управление на уровне согласования уже не дает ожидаемого эффекта. Оно не в состоянии эффективно решать комплекс задач по организации транспортного обслуживания населения. Этим определялась необходимость и актуальность пересмотра самих основ управления перевозками пассажиров на базе эффективных методов выбора управленческих решений, основанных на методах координации.

Работы [51-55] посвящены решению задачи координации в управлении транспортной системой крупного города и построении наиболее экономичного и быстрого способа получения информации, необходимой и достаточной для успешного управления этим процессом. Проведена математическая постановка задачи информационного взаимодействия в двухуровневой системе, состоящей из координирующего органа на верхнем уровне и транспортных управлений на нижнем уровне, которые взаимодействуют друг с другом только через координирующий орган и разработана процедура координации в такой системе, основанная на конструировании задачи векторной оптимизации для каждого транспортного управления и решение, оптимальное для всей системы, которое ищется в пределах эффективного множества значений (множества Парето) этой задачи.

В работах [56, 57] предложена модель оптимизации управления конфликтной системой на основе поиска конфликтного равновесия между сторонами с различными интересами, а также ее приложение для управления

городским пассажирским транспортом. Показано, что в случае, если целью конфликта является овладение одной из сторон каким-либо ресурсом (или распределения ограниченного ресурса в случае неантагонистического конфликта между всеми сторонами), то такую задачу можно свести к задаче оптимального распределения ресурсов.

В области добычи полезных ископаемых, к которой относится, в частности, система угледобывающей промышленности Российской Федерации обобщены и нашли свое применение результаты решения задач координации в двухуровневых системах [58, 59]. Данное обобщение основано на том факте, что в многоуровневой иерархической структуре угледобывающей отрасли для двух рядом расположенных уровней на нижнем имеется несколько элементов, для которых на верхнем имеется один «координирующий орган». Таким образом, по своей организационной структуре такая система является двухуровневой. Следовательно, многоуровневую иерархическую структуру угледобывающей отрасли можно рассматривать как состоящую из конечного числа «элементарных» двухуровневых подсистем. Отмечается, что все рассматриваемые процедуры координации в угледобывающей отрасли и соответствующие им информационные взаимодействия являются детерминированными, т. е. предполагается, что к моменту решения задач координации на каждом слое исходная информация считается известной. В реальной же системе управления такое предположение далеко не всегда выполняется, и управляющее решение зачастую принимается в условиях неполной информации или неопределенности. Поэтому в указанных работах показано, что вопрос об информационном обеспечении решаемых задач в угледобывающей отрасли промышленности остается открытым и требует отдельного исследования. Математическая модель решения этой задачи предусматривает использование как безытеративного, так и итеративного алгоритма координации [58, 59].

В работе [60] рассматривается подход к оптимизации процесса добычи нефти группой скважин с учетом их взаимовлияния при технических, технологических и экономических ограничениях с целью увеличения текущей добычи нефти и конечной нефтеотдачи пластов. При этом особенностью работы является рассмотрение возможности применения форсированного отбора жидкости при нефтедобыче. Перед переходом к такому режиму необходимо определить резервы производительности (пропускной способности) промыслового хозяйства предварительной подготовки нефти. Вовлечение в активную разработку высокообводненных добывающих скважин увеличивает количество добытой жидкости. С другой стороны, реальный пласт неоднороден по своим свойствам, и потенциальные возможности скважин различны. На поздней стадии эксплуатации месторождения скважины обводнены в различной степени. Поэтому эксплуатация с максимальной производительностью скважин может привести к снижению темпов роста добычи нефти, к существенному увеличению количества добываемой воды и, следовательно, к росту себестоимости продукции. В связи с этим необходимо так подбирать режимы работы скважин (уменьшить отборы из сильно

обводненных скважин или даже выключить их), чтобы увеличить отборы с менее обводненной части скважин и, соответственно, увеличить суммарный дебит нефти. Параметрами управления при нефтедобыче являются режимы работы (дебиты) скважин, время ввода и способы их эксплуатации. Изменение параметров скважин приводит к перераспределению давлений и потоков в залежи, поэтому при расчетах должно учитываться взаимовлияние (интерференция) скважин. Поэтому актуальной задачей является определение дебитов добывающих и нагнетательных скважин, величин пластового и забойных давлений на каждой скважине, коэффициентов взаимовлияния скважин в динамике (в реальном масштабе времени) с тем, чтобы обеспечить рациональное функционирование объекта. В работе [60] предложена трехуровневая автоматическая система управления технологического процесса добычи нефти, которая включает в себя:

- первый (нижний) уровень – управление режимами работы насосных установок скважин (локальная система управления);
- второй (средний) уровень – управление группой (кустом) скважин;
- третий уровень – организационно-финансовое управление производством в целом.

На каждом уровне управления вычисляется требуемый диапазон дебита нефти для каждой скважины, а в модуле расчета согласованного управляющего воздействия рассчитывается управляющее воздействие с учетом требований всех каналов управления, по которому с помощью регулятора устанавливается скорость откачки. Алгоритм определения согласованного дебита основан на отношениях приоритетов уровней управления и предполагает выработку следующих решений: останов скважины для перевода ее в бездействующий фонд, в накопление, под нагнетание или продолжение ее дальнейшей эксплуатации с адаптацией режима [60].

В работе [61] показано, что основным направлением повышения качества систем управления производством для компаний пищевой промышленности является их комплексная автоматизация и постоянная адаптация к изменяющимся условиям рынка на основе учёта большого числа необходимых формализуемых и слабо формализуемых факторов с применением системного подхода, интегрирующего цикл функций управления: сбор информации, контроль, учёт, регулирование, планирование, организация, целевое управление и координация. Так, работы [61-63] посвящены повышению эффективности функционирования зерновых и зерноперерабатывающих предприятий и компаний на основе современных информационных технологий управления сложными производственными системами и бизнес-процессами по циклу функций учёта, контроля и поддержки принятия решений по планированию производства.

В статье [64] рассмотрена возможность применения генетических алгоритмов для решения задач координации и управления ресурсами в распределенных системах. Исследование показывает, что генетические алгоритмы могут быть эффективно интегрированы в системы поддержки принятия решений для координации ресурсов и управления ими. Разработан

метод решения задачи распределения ресурсов и синхронизации технологических процессов на примере производства молочной продукции. Целью работы является разработка метода координации, под которой понимается процесс принятия правильного решения по распределению ресурсов и синхронизации процессов управления технологическими линиями для достижения общих целей производства. Показано, что решение задачи координации распределения ресурсов и синхронизации работ предприятия с использованием генетических алгоритмов дает лучшее приближение к оптимальному значению при меньшем количестве итераций по сравнению с методом случайного поиска. Это позволяет получить выигрыш во времени принятия решений и тем самым сократить простои оборудования. Предложенная модель координации деятельности молочного завода на базе генетического алгоритма оптимизации может быть адаптирована для других технологических процессов, требующих взаимосвязанных распределения ресурсов и синхронизации [64].

В работе [65] обобщены полученные другими исследователями результаты и предложены модели и методы распределения ресурсов в предприятиях пищевой промышленности с использованием как системного, так и теоретико-игрового подходов. Отмечается, что решение ресурсных задач связано с двумя основными аспектами: проблемой выбора и проблемой распределения ресурсов, в рамках которых происходит назначение каждому элементу организационно-технической системы определенных видов и объемов конкретных ресурсов.

В работе [66] приведены различные варианты организационной структуры системы управления цепочками поставок логистической системы. На примере трехуровневой системы рассмотрена структура модели координации организационного управления при наличии на различных уровнях иерархии различных типов провайдеров. Развивая положения данной работы в статье [23] рассмотрена структура модели координации трехуровневой организационной системы управления цепочками поставок. Выделены основные задачи, которые решаются на каждом уровне управления и введены управляющие переменные, используемые на соответствующих уровнях иерархии.

В работах [67-69] исследован процесс формирования цепи поставок услуг, представляющий собой аналитическое описание ресурсов туристского обслуживания, основанный на систематизации знаний об управленческих воздействиях на основные потоки в туризме, что позволило сформировать методологическую основу исследования и моделирования потоковых процессов логистических систем туристского обслуживания. Кроме того, разработана методология моделирования цепи поставок услуг, представляющая собой классификацию моделей, методов, концепций и алгоритмов управления потоковыми процессами в туризме и отличающаяся использованием предложенной типологии задач совершенствования туристского обслуживания, что способствует формированию механизма управления ресурсными (туристскими) потоками и оптимизации логистических операций. Предложен

методический подход к управлению цепями поставок услуг, в рамках которого разработан комплекс моделей потоковых процессов туристского обслуживания, отличающийся многокритериальностью экономико-математических задач управления туристскими и сервисными потоками и способствующий повышению эффективности логистической системы. Логическим обобщением разработанных моделей является обобщенный алгоритм управления основными потоками логистической системы туристского обслуживания, на основе которого осуществляется выбор расчетной модели, варианта системы, адекватной решаемой задаче, и метода ее решения [67-69].

В работе [16] рассмотрена система гражданской защиты населения как класс иерархических многоуровневых систем. Предложена ее структура, выделены три уровня управления системы. Каждый уровень, в свою очередь, имеет: координирующие органы управления, постоянно действующие органы управления и органы повседневного управления. Таким образом, задачи координации в подобной системе сведены к решению задачи векторной оптимизации по Парето с учетом вектора критериев и вектора ограничений. Кроме того, в работе [41] выявлены особенности координационного управления системой гражданской защиты. Показано, что такая система является слабоструктурированной иерархической сложной динамической системой, а потому задача координации в ней является трудноразрешимой. Предложено свести эту задачу координации к задаче поддержки целенаправленного кооперативного принятия решений. Рассмотренные особенности задачи координации позволяют сформулировать подзадачи координации решений и координации действий, а также выделить явную и неявную формы координации. Проведенная четырехуровневая декомпозиция структуры управления в системе гражданской защиты населения реализована в виде многоагентной модели с нормативным регулятором. Предложенные принципы координации позволили задействовать разработанные механизмы согласования и синхронизации целей, планов и действий органов управления различного уровня иерархии. На основе этой модели предложен механизм неявной координации, который может быть реализован посредством совместного поиска решений агентами, а явная координация – посредством механизма согласования планов агентов. Подзадачу координации решений предложено решать в процессе планирования активности агентов, а подзадачу координации действий – в процессе выполнения планов, динамически корректируя их под воздействием внешних возмущений. Реализация предложенных механизмов для решения подзадач координации решений и действий в явной и неявной формах позволяет получить искомое решение задачи координации сил и средств в иерархической системе гражданской защиты населения [41].

В работе [30] представлены результаты разработки методов и средств математического и компьютерного моделирования многоуровневых сетевых систем управления региональной безопасностью в рамках создания единой межведомственной многоуровневой автоматизированной системы мониторинга социально-экономической безопасности арктических регионов России. Отличительными особенностями сетевых систем

являются открытость, самоорганизация, децентрализация функций управления и принятия решений, слабая иерархия в контуре принятия решений и способность порождать цели внутри себя. В работе решаются задачи согласования и координации локальных решений сетецентрического управления в многоуровневых распределенных системах информационного обеспечения безопасности. Предложены подход к решению и формализация задач координации в многоуровневых сетецентрических системах управления, основанные на разработанной многоуровневой рекуррентной иерархической модели безопасности социально-экономических систем. Модель обеспечивает координацию показателей безопасности, оптимизируемых различными элементами многоуровневых систем управления, в условиях децентрализованного принятия решений. Специфика модели заключается в использовании функционально-целевой технологии и математического аппарата теории иерархических многоуровневых систем для реализации процедур согласования локальных решений сетецентрического управления. Результаты работы [30] смогут найти приложение как в задачах координации процессов принятия управленческих решений в многоуровневых сетецентрических системах управления, используемых в различных предметных областях, так и в задачах анализа и синтеза интегрального показателя комплексной безопасности социально-экономических систем.

В статьях [70, 71] исследована возможность оперативного управления процессом уничтожения химического оружия. В работе рассмотрена автоматизированная система управления технологическими процессами, которая позволяет повысить эффективность работы комплексов уничтожения химического оружия в штатном режиме функционирования. Задача оперативного управления производственным комплексом ставится в виде задачи линейного программирования. Целевая функция данной задачи – это линейная функция, которая определяет максимально возможные массы отравляющих веществ. Области допустимых значений режимных параметров технологических операций (уравнения баланса ёмкости, допустимые отклонения материальных потоков, диапазоны нагрузок) определяют область ограничений для целевой функции. Структура разработанной системы управления является двухуровневой. Нижний уровень системы управления предназначен для контроля и управления отдельными узлами с помощью программируемых контроллеров и реализует следующие функции [70]:

- 1) сбор и предварительную обработку информации о ходе и параметрах технологических процессов;
- 2) контроль отклонения параметров от технологических норм;
- 3) автоматическое регулирование технологических параметров;
- 4) логическое управление узлами и агрегатами;
- 5) противоаварийную автоматическую защиту и технологические блокировки;
- 6) тревожную сигнализацию при возникновении аварийных ситуаций;
- 7) передачу информации на верхний уровень.

Верхний уровень обеспечивает:

- 1) сбор и обработку полученной с нижних уровней информации;
- 2) координацию работы узлов и агрегатов технологических стадий;
- 3) управление работой программируемых контроллеров;
- 4) анализ аварийных ситуаций и нарушений в ходе технологических процессов с выдачей оператору-технологу рекомендаций по их устранению;
- 5) представление оператору полной информации о ходе технологических процессов;
- 6) регистрацию технологических параметров и их отклонений от регламентных норм;
- 7) учет технологического и вентиляционного оборудования;
- 8) архивирование данных по технологическому процессу и работе комплекса технических средств;
- 9) выдачу технологических рапортов;
- 10) контроль работоспособности и диагностику состояния технических средств управления.

Задача линейного программирования решена в условиях, когда каждая из последовательных технологических стадий локально оптимизирована. В работе представлен алгоритм координации работы стадий с учетом того обстоятельства, что процесс уничтожения химического оружия носит циклический характер.

Заключение

Таким образом, научно-методический аппарат теории координации нашел широкое применение в различных областях исследований и позволяет эффективно решать задачи управления в многоуровневых иерархических системах. Вместе с тем, в настоящее время недостаточно глубоко разработаны вопросы координации в системах военного управления, в частности, в области организации взаимодействия средств наблюдения и воздействия. Описанные в представленных работах модели координации в многоуровневых системах могут быть использованы при распределении общего ограниченного ресурса (объектов военной инфраструктуры противостоящей стороны) между "своими" подсистемами наблюдения и воздействия – элементами низшего уровня в интересах достижения целей элемента высшего уровня – командования (штаба). Например, если в качестве средств наблюдения и воздействия рассматриваются средства радиомониторинга и радиоподавления, то объектами военной инфраструктуры противостоящей стороны будут являться ее излучающие радиоэлектронные средства, а целью координации – обеспечение информационного превосходства над ней. Таким образом, разработка моделей и методов координации в системах военного управления в интересах достижения информационного превосходства над противником является актуальной научной проблемой, в рамках решения которой автор проводит свои исследования.

Литература

1. Бучакова М. А. Координация в управлении: теоретические подходы // Научный вестник Омской академии МВД России. 2009. № 2. С. 3-7.
2. Бахрах Д. Н., Россинский Б. В., Стариков Ю. Н. Административное право. – М. Норма, 2008. – 800 с.
3. Лехин И. В., Петров Ф. Н. Словарь иностранных слов. – М.: Издательство иностранных и национальных словарей, 1955. – 854 с.
4. Ожегов С. И. Словарь русского языка. – М.: Госиздательство иностранных и национальных словарей, 1963. – 900 с.
5. Файоль А. Общее и промышленное управление – М.: Контроллинг, 1992. – 63 с.
6. Моррисей Дж. Целевое управление организацией. – М.: Советское радио, 1979. – 144 с.
7. Семенов И. М., Галгаш Р. А. Управление предприятием: целеполагание и координация // Организатор производства. 2013. № 1 (56). С. 41-44.
8. Погостинская Н. Н. Координация, контроль, предвидение, адаптация в системе стратегического управления. – СПб.: Издательство МБИ, 2008. – 382 с.
9. Краткий психологический словарь-хрестоматия / Под ред. К.К. Платонова. – М.: Высшая школа, 1974. – 134 с.
10. Парахина В. Н., Ушвицкий Л. И. Основы теории управления. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 560 с.
11. Гапоненко А. Л., Панкрухина А. П. Теория управления. – М.: РАГС, 2003. – 558 с.
12. Фатхутдинов Р. А. Стратегический менеджмент. – М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1998. – 416 с.
13. Казанцева А. К. Общий менеджмент. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 252 с.
14. Угаров П. А. Координация в иерархических гибридных системах управления с использованием поведенческих абстракций // Известия Челябинского научного центра Уральского отделения Российской академии наук. 2004. № 1 (22). С. 186-191.
15. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973. – 344 с.
16. Ляшенко Е. Н., Кирийчук Д. Л. Постановка задачи координации в системе гражданской защиты населения от чрезвычайных ситуаций регионального уровня управления // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. 2015. № 1 (12). С. 263-269.
17. Рудашевский В. Д. Координационное управление – резерв перестройки. – М.: Экономика, 1990. – 254 с.
18. Клебанова Т. С. Молдавская Е. В., Чанг Хогван. Х. Модели и методы координации в крупномасштабных экономических системах. – М.: Бизнес Информ, 2002. – 148 с.
19. Алиев Р. А., Либерзон М. И. Методы и алгоритмы координации в промышленных системах управления. – М.: Радио и связь, 1987. – 208 с.

20. Алтунин А. Е., Семухин М. В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000. – 352 с.
21. Ходаков В. Е., Соколова Н. А., Кирийчук Д. Л. О развитии основ теории координации сложных систем // Проблемы информационных технологий. 2014. № 2 (16). С. 12-21.
22. Кабальнов Ю. С., Кузнецов И. В., Смирнова Е. А. Анализ статической точности систем координированного управления // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2009. № 2 (35). С. 126-131.
23. Куценко А. С., Годлевский И. М. Структура модели координации организационного управления территориально распределенными логистическими системами дистрибуции // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. 2015. № 58. С. 82-85.
24. Булатова А. С. Мировая экономика. – М.: Экономистъ, 2003. – 734 с.
25. Цвиркун А. Д. Оптимизация развития структур крупномасштабных систем (на примере энергетических систем). – М.: АН СССР. Институт проблем управления, 1987. – 52 с.
26. Росс С. И. Математическое моделирование и исследование национальной экономики. – СПб.: Издательство СПб ГУ ИТМО, 2006. – 74 с.
27. Годлевский М. Д. Управление развитием иерархических распределенных систем (на примере транспорта) // Проблемы управления и информатики. 1995. № 5. С. 99-115.
28. Михалевич В. С. Вычислительные методы исследования и проектирования сложных систем. – М.: Наука, 1982. – 286 с.
29. Новосельцев В. И., Тарасов А. Б. Базовые модели управления и координации в социально-экономических системах // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2013. № 1. С. 4-9.
30. Маслобоев А. В., Путилов В. А., Сютин А. В. Координация в многоуровневых сетевых системах управления региональной безопасностью: подход и формальная модель // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Том 15. № 1. С. 130-138.
31. Fridman A., Fridman O. Gradient Coordination Technique for Controlling Hierarchical and Network Systems // Systems Research Forum. 2010. Т. 4. № 2. pp. 121-136.
32. Городецкий В. И. Самоорганизация и многоагентные системы. Часть 1. Модели многоагентной самоорганизации // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. 2012. № 2. С. 92-120.
33. Запорожцев В. В., Новосельцев В. И., Струков А. Ю. Нечеткая параметрическая координация в многоуровневой иерархической системе // Системы управления и информационные технологии. 2012. Т. 50. № 4.1. С. 142-145.

34. Кузьмин И. А., Путилов В. А., Фильчаков В. В. Распределенная обработка информации в научных исследованиях. – Л.: Наука, 1991. – 304 с.

35. Stoilov T., Stoilova K. Goal and Predictive Coordination in Two Level Hierarchical Systems // International Journal of General Systems. 2008. Т. 37. № 2. pp. 181-213.

36. Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Рефлексивные игры. – М.: СИНТЕГ, 2003. – 160 с.

37. Юдицкий С. А., Владиславлев П. Н., Точ Д. С. Триадный подход к моделированию систем сетецентрического управления // Управление большими системами. 2010. № 28. С. 24-39.

38. Фридман А. Я. Условия координируемости двухуровневого коллектива динамических интеллектуальных систем // Материалы 11 национальной конференции по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2008. – М.: ЛЕНАНД, 2008. С. 25-31.

39. Фридман О. В., Фридман А. Я. Координация управлений в сложных системах с помощью нейронных сетей // Вестник Кольского научного центра РАН. 2013. № 1 (12). С. 73-79.

40. Кабальнов Ю. С., Кузнецов И. В., Маргамов А. В. Структурные методы динамической координации процессов при управлении многосвязными объектами // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2007. № 7 (25). С. 3-11.

41. Ляшенко Е. Н., Шерстюк В. Г. Разработка модели координации сил и средств в иерархической системе гражданской защиты населения // Технологический аудит и резервы производства. 2015. № 4 (24). С. 4-10.

42. Смирнова Е. А. Анализ и синтез систем координированного управления динамическими объектами по показателям качества сепаратных подсистем. Диссертация ... канд. техн. наук – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет. 2010. – 181 с.

43. Кабальнов Ю. С., Маргамов А. В., Смирнова Е. А. Исследование устойчивости систем координированного управления // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2009. № 1 (30). С. 46-52.

44. Угаров П. А. Синтез двухуровневых дискретно-непрерывных систем управления с гарантированным качеством. Диссертация ... канд. техн. наук – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет. 2005. – 147 с.

45. Козлова Е. В. Улучшение координации и развитие управления предприятием: инструменты и методические приемы // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2015. № 5 (59). С. 95-99.

46. Барбасова Т. А., Захарова А. А. Автоматизированная система энергетического менеджмента промышленного предприятия // Электротехнические комплексы и системы управления. 2013. № 2. С. 23-27.

47. Кудрин Б. И., Буторин В. К., Авдеев В. А. Принципы и методика автоматизированного расчета координации производства и межцехового

взаиморасчета для цехов, комплекса сталь-прокат металлургических предприятий. – Томск: Издательство Томского университета, 1993. – 64 с.

48. Буторин В. К., Головки И. М., Парпаров Я. Г. Техничко- экономические оценки координации работы комплекса сталь-прокат // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 1990. № 6. С. 110-111.

49. Буторин В. К. Алгоритмы координации в автоматизированных системах оперативного управления цехами комплекса сталь-прокат. Диссертация ... докт. техн. наук – Томск: Управление автоматизированных систем и информационных технологий АО "Кузнецкий металлургический комбинат". 2005. – 35 с.

50. Кудрин Б. И., Лебедев В. И., Буторин В. К. Критерий максимальной координации при рационализации технологии в комплексе сталь-прокат // Сталь. 1995. № 7. С. 72-74.

51. Ембулаев В. Н. Научно-методические основы управления транспортной системой крупного города. Диссертация ... докт. экон. наук – Владивосток: Владивостокский государственный университет экономики и сервиса. 2004. – 250 с.

52. Ембулаев В. Н. Модели, методы и алгоритмы расчета маршрутных корреспонденций пассажиропотоков по данным входа-выхода // Автоматика и телемеханика. 1995. № 10. С. 78-85.

53. Ембулаев В. Н. Координация в управлении транспортной системой крупного города // Новые информационные технологии и совершенствование учебных планов профессионального образования: Сборник материалов региональной межвузовской научно-практической конференции. – Владивосток: ВГУЭС, 2000. – С. 52-53.

54. Артынов А., Ембулаев В., Пупышев А., Скалецкий В. Автоматизация управления транспортными системами. – М.: Наука, 1984. – 272 с.

55. Ембулаев В. Н. Теоретические основы и методы управления транспортной системой крупного города. Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 212 с.

56. Корягин М. Е. Оптимизация управления городскими пассажирскими перевозками на основе конфликтно-устойчивых решений. Диссертация ... докт. техн. наук – Новокузнецк: Кузбасский государственный технический университет. 2011. – 345 с.

57. Корягин М. Е. Равновесные модели системы городского пассажирского транспорта в условиях конфликта интересов. – Новосибирск: Наука, 2011. – 140 с.

58. Ембулаев В. Н., Тонких А. И., Математическое описание задачи управления в угольной промышленности // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2011. № 2 (21). С. 129-138.

59. Ембулаев В. Н., Тонких А. И. Совершенствование управления предприятиями угольной промышленности в целях повышения конкурентоспособности: Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2010.

60. Тагирова К. Ф. Повышение эффективности добычи нефти на основе координации управления технологическими процессами и объектами // Вестник

Уфимского государственного авиационного технического университета. 2008. № 2 (27). С. 48-52.

61. Новицкий В. О. Модели и методы оптимального управления производством для зерновых и зерноперерабатывающих компаний. Диссертация ... докт. техн. наук. – М: Московский государственный университет пищевых производств. 2010. – 450 с.

62. Новицкий В. О., Новицкий О. А. Опыт создания отраслевых автоматизированных систем управления предприятием хранения и переработки зерна // Хранение и переработка зерна. 2000. № 8. С. 53-56.

63. Новицкий В. О., Новицкий О. А., Ефимова Т. А. АИС в управлении комбинатом хлебопродуктов // Хлебопродукты. 2000. № 6. С. 8-11.

64. Байас М. М., Дубовой В. М. Координация решений о распределении ресурсов на основе генетического алгоритма // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2014. № 2. С. 4-12.

65. Величко С. В., Мистров Л. Е., Сербулов Ю. С. Методологические основы синтеза решений по управлению экологическими конфликтами. – Воронеж: Научная книга, 2008. – 386 с.

66. Годлевский М. Д., Станкевич А. А. Классификация иерархических систем управления и координации бизнес-процессов цепочек поставок // Вісник НТУ «ХПІ». 2010. № 9. С. 18-23.

67. Одинцова Т. Н. Методологические основы управления логистической системой туристского обслуживания. Автореферат диссертации ... докт. экон. наук. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет. 2011. – 42 с.

68. Одинцова Т. Н. Концептуальные основы разработки логистической стратегии для регионального туризма // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2009. № 42. С. 197-205.

69. Одинцова Т. Н. Логистические технологии в туризме: кластерный подход // Вестник экономической интеграции. 2009. № 3. С. 102-109.

70. Стукалова Н. А., Матвеев Ю. Н., Долженко А. Б. Автоматизированная система управления технологическими процессами уничтожения химического оружия // Интернет-журнал Науковедение. 2014. № 4 (23). С. 1-12.

71. Матвеев Ю. Н., Стукалова Н. А. Автоматизированная система управления технологическими процессами уничтожения химического оружия // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сборник статей XIV Международной научно-технической конференции. – Пенза: МНИЦ ГСХА, 2010. С. 88-91.

References

1. Buchakova M. A. Koordinatsiia v upravlenii: teoreticheskie podkhody [Coordination in the Management. Theoretical Approaches]. *Nauchnyi vestnik Omskoi akademii MVD Rossii*, 2009, no. 2, pp. 3-7 (in Russian).

2. Bakhrah D. N., Rossinskii B. V., Starilov Iu. N. *Administrativnoe pravo* [Administrative Law]. Moscow, Norma Publ., 2008. 800 p. (in Russian).

3. Lekhin I. V., Petrov F. N. *Slovar' inostrannykh slov* [Dictionary of Foreign Words]. Moscow, Izdatel'stvo inostrannykh i natsional'nykh slovarei Publ., 1955. 854 p. (in Russian).
4. Ozhegov S. I. *Slovar' russkogo iazyka* [Russian Dictionary]. Moscow, Gosizdatel'stvo inostrannykh i natsional'nykh slovarei Publ., 1963. 900 p. (in Russian).
5. Fayol H. *Administration Industrielle et Générale*, 1916. 64 p. (in French).
6. Morrisei Dzh. *Tselevoe upravlenie organizatsiei* [Trust Management]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1979. 144 p. (in Russian).
7. Semenenko I. M., Galgash R. A. Upravlenie predpriatiem: tselepolaganie i koordinatsiia [Enterprise Management: Goal-setting and Coordination]. *Organizator proizvodstva*, 2013, vol. 56, no. 1, pp. 41-44 (in Russian).
8. Pogostinskaia N. N. *Koordinatsiia, kontrol', predvidenie, adaptatsiia v sisteme strategicheskogo upravleniia* [Coordination, Control, Foresight, Adaptation in the Strategic Management System]. Saint-Petersburg, Izdatel'stvo MBI Publ., 2008. 382 p. (in Russian).
9. Platonov K. K. *Kratkii psikhologicheskii slovar'-khrestomatiia* [Short Psychological Dictionary-reader]. Moscow, Vysshaia shkola Publ., 1974. 134 p. (in Russian).
10. Parakhina V. N., Ushvitskii L. I. *Osnovy teorii upravleniia* [Fundamentals of Control Theory]. Moscow, Finansy i statistika Publ., 2003. 560 p. (in Russian).
11. Gaponenko A. L., Pankrukhina A. P. *Teoriia upravleniia* [Control Theory]. Moscow, RAGS Publ., 2003. 558 p. (in Russian).
12. Fatkhutdinov R. A. *Strategicheskii menedzhment* [Strategic Management]. Moscow, ZAO «Biznes-shkola «Intel-Sintez» Publ., 1998. 416 p. (in Russian).
13. Kazantseva A. K. *Obshchii menedzhment* [General Management]. Moscow, INFRA-M Publ., 1999. 252 p. (in Russian).
14. Ugarov P. A. Koordinatsiia v ierarkhicheskikh gibridnykh sistemakh upravleniia s ispol'zovaniem povedencheskikh abstraktsii [Coordination of hierarchical hybrid control systems using behavioral abstractions]. *Izvestiia Cheliabinskogo nauchnogo tsentra Ural'skogo otdeleniia Rossiiskoi akademii nauk*, 2004, vol. 22, no. 1, pp. 186-191 (in Russian).
15. Mesarovic M. D., Macko D., Takahara Y. *Theory of multilevel hierarchical systems*. New York, Academic. 1970.
16. Liashenko E. N., Kiriichuk D. L. Postanovka zadachi koordinatsii v sisteme grazhdanskoi zashchity naseleniia ot chrezvychainykh situatsii regional'nogo urovnia upravleniia [Statement of Coordination Tasks in the System of Civil Protection of the Population from Emergency Situations of a Regional Government Level]. *Naukovii visnik Khersons'koï derzhavnoi mors'koï akademii*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 263-269 (in Russian).
17. Rudashevskii V. D. *Koordinatsionnoe upravlenie – rezerv perestroiki* [Coordination Office is the Restructuring Reserve]. Moscow, Ekonomika Publ., 1990. 254 p. (in Russian).
18. Klebanova T. S., Moldavskaia E. V., Chang Khogvan. Kh. *Modeli i metody koordinatsii v krupnomasshtabnykh ekonomicheskikh sistemakh* [Models and

Methods for the Coordination of Large-scale Economic Systems]. Moscow, Biznes Inform Publ., 2002. 148 p. (in Russian).

19. Aliev R. A., Liberzon M. I. *Metody i algoritmy koordinatsii v promyshlennykh sistemakh upravleniia* [Methods and Coordination Algorithms in Industrial Control Systems]. Moscow, Radio i sviaz' Publ., 1987. 208 p. (in Russian).

20. Altunin A. E., Semukhin M. V. *Modeli i algoritmy priniatiia reshenii v nechetkikh usloviakh* [Models and Algorithms of Decision-making in Fuzzy Environment]. Tyumen, Tyumen State University Publ., 2000. 352 p. (in Russian).

21. Khodakov V. E., Sokolova N. A., Kiriichuk D. L. O razvitiu osnov teorii koordinatsii slozhnykh sistem [On the Development of the Foundations of the Theory of Coordination of Complex Systems]. *Problemy informatsionnykh tekhnologii*, 2014, vol. 16, no. 2, pp. 12-21 (in Russian).

22. Kabal'nov Iu. S., Kuznetsov I. V., Smirnova E. A. Analiz staticheskoi tochnosti sistem koordinirovannogo upravleniia [Analysis of Static Accuracy of Coordinated Control Systems]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*, 2009, vol. 35, no. 2, pp. 126-131 (in Russian).

23. Kutsenko A. S., Godlevskii I. M. Struktura modeli koordinatsii organizatsionnogo upravleniia territorial'no raspredelennymi logisticheskimi sistemami distribuiutsii [The Structure of Organizational Management Coordination Model Geographically Dispersed Logistics Distribution Systems]. *Visnik Natsional'nogo tekhnicheskogo universiteta "KhPI". Seriya: Sistemnyi analiz, upravlinnia ta informatsiini tekhnologii*, 2015, no. 58, pp. 82-85 (in Russian).

24. Bulatova A. S. *Mirovaia ekonomika* [World Economy]. Moscow, Ekonomist" Publ., 2003. 734 p. (in Russian).

25. Tsvirkun A. D. *Optimizatsiia razvitiia struktur krupnomasshtabnykh sistem (na primere energeticheskikh sistem)* [Optimization of Large-Scale Systems of Structures (on Example of Energy Systems)]. Moscow, Academy of sciences of the USSR. Institute of control problems Publ., 1987. 52 p. (in Russian).

26. Ross S. I. *Matematicheskoe modelirovanie i issledovanie natsional'noi ekonomiki* [Mathematical Modeling and Study of the National Economy]. Saint-Petersburg, ITMO University Publ, 2006. 74 p. (in Russian).

27. Godlevskii M. D. Managing the Development of Hierarchical Distributed Systems (in the Example of Transport). *Journal of Automation and Information Sciences*, 1995, no. 5, pp. 99-115 (in Russian).

28. Mikhalevich V. S. *Vychislitel'nye metody issledovaniia i proektirovaniia slozhnykh sistem* [Computational Methods of Research and Design of Complex Systems]. Moscow, Nauka Publ., 1982. 286 p. (in Russian).

29. Novosel'tsev V. I., Tarasov A. B. Bazovye modeli upravleniia i koordinatsii v sotsial'no-ekonomicheskikh sistemakh [The Basic Model of Management and Coordination of Socio-economic Systems]. *Modelirovanie, optimizatsiia i informatsionnye tekhnologii*, 2013, no. 1, pp. 4-9 (in Russian).

30. Masloboev A. V., Putilov V. A., Siutin A. V. Koordinatsiia v mnogourovnevnykh setentsentricheskikh sistemakh upravleniia regional'noi bezopasnost'iu: podkhod i formal'naia model' [Coordination of Multi-level Network-Centric Regional Safety Management Systems. An Approach and a Formal Model].

Nauchno-tehnicheskii vestnik informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki, 2015, vol. 15, no. 1, pp. 130-138 (in Russian).

31. Fridman A., Fridman O. Gradient Coordination Technique for Controlling Hierarchical and Network Systems. *Systems Research Forum*, 2010, vol. 4, no. 2, pp. 121-136.

32. Gorodetskii V. I. Self-organization and Multi-agent Systems. Part 1. Models of Multi-agent Self. *Journal of Computer and Systems Sciences International*, 2012, no. 2, pp. 92-120 (in Russian).

33. Zaporozhtsev V. V., Novosel'tsev V. I., Strukov A. Iu. Fuzzy Parametric Coordination in a Multi-level Hierarchical System. *Automation and Remote Control*, 2012, vol. 50, no. 4.1, pp. 142-145 (in Russian).

34. Kuz'min I. A., Putilov V. A., Fil'chakov V. V. *Raspredelelnaia obrabotka informatsii v nauchnykh issledovaniakh* [Distributed Processing of Information in Scientific Research]. Leningrad, Nauka Publ, 1991. 304 p. (in Russian).

35. Stoilov T., Stoilova K. Goal and Predictive Coordination in Two Level Hierarchical Systems. *International Journal of General Systems*, 2008, vol. 37, no. 2, pp. 181-213.

36. Novikov D. A., Chkhartishvili A. G. *Refleksivnye igry* [Reflexive Games]. Moscow, SINTEG Publ., 2003. 149 p. (in Russian).

37. Iuditskii S. A., Vladislavlev P. N., Toch D. S. Triadnyi podkhod k modelirovaniu sistem setetsentricheskogo upravleniia [Triadic approach to Modeling Network-centric Management Systems]. *Upravlenie bol'shimi sistemami*, 2010, no. 28, pp. 24-39 (in Russian).

38. Fridman A. Ia. Terms Coordinated Two-Level Team of Dynamic Intelligent Systems. *Materialy 11 natsional'noi konferentsii po iskusstvennomu intellektu s mezhdunarodnym uchastiem KII-2008* [Materials of 11 National Conference on Artificial Intelligence with international participation]. Moscow, LENAND, 2008, pp. 25-31 (in Russian).

39. Fridman O. V., Fridman A. Ia. Koordinatsiia upravlenii v slozhnykh sistemakh s pomoshch'iu neironnykh setei [Coordination Offices in the Complex Systems Using Neural Networks]. *Vestnik Kol'skogo nauchnogo tsentra RAN*, 2013, vol. 12, no. 1, pp. 73-79 (in Russian).

40. Kabal'nov Iu. S., Kuznetsov I. V., Margamov A. V. Strukturnye metody dinamicheskoi koordinatsii protsessov pri upravlenii mnogosviaznyimi ob'ektami [Structural Dynamic Coordination Process Methods in the Management of Multiply Connected Objects]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*, 2007, vol. 25, no. 7, pp. 3-11 (in Russian).

41. Liashenko E. N., Sherstiuk V. G. Razrabotka modeli koordinatsii sil i sredstv v ierarkhicheskoi sisteme grazhdanskoi zashchity naseleniia [Developing a Model of Coordination of Forces and Resources in a Hierarchical System of Civil Protection of the Population]. *Tekhnologicheskii audit i rezervy proizvodstva*, 2015, vol. 24, no. 4, pp. 4-10 (in Russian).

42. Smirnova E. A. *Analiz i sintez sistem koordinirovannogo upravleniia dinamicheskimi ob'ektami po pokazateliu kachestva separatnykh podsystem dissertatsiia*. Dis. kand. tekhn. nauk [Analysis and Synthesis of Coordinated Control

Systems of Dynamic Objects in Terms of the Quality of Separate Subsystems. Ph.D. Tesis]. Ufa, Ufa State Aviation Technical University, 2010. 181 p. (in Russian).

43. Kabal'nov Iu. S., Margamov A. V., Smirnova E. A. Issledovanie ustoichivosti sistem koordinirovannogo upravleniia [Investigation of Stability of a Co-ordinated Control Systems]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*, 2009, vol. 30, no. 1, pp. 46-52 (in Russian).

44. Ugarov P. A. *Sintez dvukhurovnevnykh diskretno-nepreryvnykh sistem upravleniia s garantirovannym kachestvom*. Dis. kand. tekhn. nauk [Synthesis of Two-level Discrete-continuous Control Systems with Guaranteed Quality. Ph.D. Tesis]. Cheliabinsk, South Ural State University, 2005. 147 p. (in Russian).

45. Kozlova E. V. Uluchshenie koordinatsii i razvitie upravleniia predpriatiem: instrumenty i metodicheskie priemy [Improved Coordination and Management of the Enterprise Development. Tools and Teaching Methods]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta*, 2015, vol. 59, no. 5, pp. 95-99 (in Russian).

46. Barbasova T. A., Zakharova A. A. Avtomatizirovannaia sistema energeticheskogo menedzhmenta promyshlennogo predpriatiia [The Automated System of Energy Management of an Industrial Enterprise]. *Elektrotekhnicheskie komplekсы i sistemy upravleniia*, 2013, no. 2, pp. 23-27 (in Russian).

47. Kudrin B. I., Butorin V. K., Avdeev V. A. *Printsipy i metodika avtomatizirovannogo rascheta koordinatsii proizvodstva i mezhtsekhovogo vzaimorascheta dlia tsekhov, kompleksa stal'-prokat metallurgicheskikh predpriatii* [The Principles and Methods of Computer-aided Calculation of Production and Coordination of Interdepartmental Mutual Settlement for Shops, Complex Steel-rolled Steel Plants]. Tomsk: Tomsk State University, 1993. 64 p. (in Russian).

48. Butorin V. K., Golovko I. M., Parparov Ia. G. Technical and Economic Evaluation of the Coordination of the Complex-rolled Steel. *Steel in Translation*, 1990, no. 6, pp. 110-111 (in Russian).

49. Butorin V. K. Algoritmy koordinatsii v avtomatizirovannykh sistemakh operativnogo upravleniia tsekhami kompleksa stal'-prokat. Diss. dokt. tekhn. nauk [Algorithms for Automated Coordination of Operational Management Workshops Complex-rolled Steel. D. SC. Thesis]. Tomsk, Management of automated systems and information technologies of JSC "Kuznetsk Metallurgical Plant", 2005. 35 p. (in Russian).

50. Kudrin B. I., Lebedev V. I., Butorin V. K. The Criterion of Maximum Coordination with the Rationalization of Technology in Steel-rolling Complex. *Steel in Translation*, 1995, no. 7, pp 72-74 (in Russian).

51. Embulaev V. N. *Nauchno-metodicheskie osnovy upravleniia transportnoi sistemoi krupnogo goroda*. Diss. dokt. ekon. nauk [Scientific-methodical Bases of Management of the Transport System of a Large City. D. Sc. Thesis]. Vladivostok, Vladivostok State University of Economics and Service, 2004. 250 p. (in Russian).

52. Embulaev V. N. Models, Methods and Algorithms for Calculating Passenger Traffic Routing Correspondences According to the Input-output. *Automation and Remote Control*, 1995, no. 10, pp. 78-85 (in Russian).

53. Embulaev V. N. Co-ordination in the Management of the Transport System of a Large City. *Novye informatsionnye tekhnologii i sovershenstvovanie uchebnykh planov professional'nogo obrazovaniia. Sbornik materialov regional'noi mezhvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [New information technologies and the improvement of vocational education training plans. The materials of regional interuniversity scientifically-practical conference]. Vladivostok, Vladivostok State University of Economics and Service, 2000, pp. 52-53 (in Russian).

54. Artynov A., Embulaev V., Pupyshev A., Skaletskii V. *Avtomatizatsiia upravleniia transportnymi sistemami* [Automating Management of Transport Systems]. Moscow, Nauka Publ., 1984. 272 p. (in Russian).

55. Embulaev V. N. *Teoreticheskie osnovy i metody upravleniia transportnoi sistemoi krupnogo goroda. Monografiia* [Theoretical Bases and Methods of Management of the Transport System of a Large City. Monography]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2004. 212 p. (in Russian).

56. Koriagin M. E. *Optimizatsiia upravleniia gorodskimi passazhirskimi perevozkami na osnove konfliktno-ustoichivyykh reshenii. Dissertatsiia dokt. tekhn. nauk* [Optimization of Management of Urban Passenger Transport on the Basis of Conflict-sustainable Solutions. Dr. habil. Tesis]. Novokuznetsk, Kuzbass State Technical University, 2011. 345 p. (in Russian).

57. Koriagin M. E. *Ravnovesnye modeli sistemy gorodskogo passazhirskogo transporta v usloviakh konflikta interesov* [The Equilibrium Model of Urban Passenger Transport in Terms of Conflict Of Interest]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2011. 140 p. (in Russian).

58. Embulaev V. N., Tonkikh A. I., *Matematicheskoe opisanie zadachi upravleniia v ugol'noi promyshlennosti* [The Mathematical Description of Control Problems in the Coal Industry]. *Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, vol. 21, no. 2, pp. 129-138 (in Russian).

59. Embulaev V. N., Tonkikh A. I. *Sovershenstvovanie upravleniia predpriiatiami ugol'noi promyshlennosti v tseliakh povysheniia konkurentosposobnosti. Monografiia* [Improving the Management of the Enterprises of the Coal Industry in Order to Improve Competitiveness. Monography]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2010 (in Russian).

60. Tagirova K. F. *Povyshenie effektivnosti dobychi nefti na osnove koordinatsii upravleniia tekhnologicheskimi protsessami i ob"ektami* [Improving the Efficiency of Oil Production on the Basis of Technological Processes and Facilities Management Coordination]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviatsionnogo tekhnicheskogo universiteta*, 2008, vol. 27, no. 2, pp. 48-52 (in Russian).

61. Novitskii V. O. *Modeli i metody optimal'nogo upravleniia proizvodstvom dlia zernovykh i zernopererabatyvaiushchikh kompanii. Diss. dokt. tekhn. nauk* [Models and Methods of Optimal Production Management for Grain and Grain Processing Companies. D. Sc. Thesis] Moscow, Moscow State University of Food Production, 2010. 450 p (in Russian).

62. Novitskii V. O., Novitskii O. A. *Opyt sozdaniia otraslevykh avtomatizirovannykh sistem upravleniia predpriatiem khraneniia i pererabotki zerna* [Experience of Industrial Automation Control Systems, Enterprise Storage and

Processing of Grain]. *Khranenie i pererabotka zerna*, 2000, no. 8, pp. 53-56 (in Russian).

63. Novitskii V. O., Novitskii O. A., Efimova T. A. AIS v upravlenii kombinatom khleboproduktov [AIS in the Management of the Combine Bread]. *Khleboprodukty*, 2000, no. 6, pp. 8-11 (in Russian).

64. Baias M. M., Dubovoi V. M. Koordinatsiia reshenii o raspredelenii resursov na osnove geneticheskogo algoritma [Coordination of Resource Allocation Decisions Based on Genetic Algorithm]. *Informatsiini tekhnologii ta komp'iuterna inzheneriia*, 2014, no. 2, pp. 4-12 (in Russian).

65. Velichko S. V., Mistrov L. E., Serbulov Ju. S. *Metodologicheskie osnovy sinteza reshenii po upravleniiu ekologicheskimi konfliktami* [Methodological Bases of Synthesis of Solutions for Managing Environmental Conflicts]. Voronezh, Nauchnaia Kniga Publ., 2008. 386 p. (in Russian).

66. Godlevskii M. D., Stankevich A. A. Klassifikatsiia ierarkhicheskikh sistem upravleniia i koordinatsii biznes-protsessov tsepohek postavok [The Classification of Hierarchical Control Systems and Coordination of Business Processes, Supply Chains]. *Visnik NTU «KhPI»*, 2010, no. 9, pp. 18-23 (in Russian).

67. Odintsova T. N. *Metodologicheskie osnovy upravleniia logisticheskoi sistemoi turistskogo obsluzhivaniia*. Diss. dokt. ekon. nauk [Methodological Bases of Management of Tourist Service Logistics System. Extended Abstract of D.Sc. Thesis]. Saint-Petersburg, Saint-Petersburg State Engineering and Economic University, 2011. 42 p. (in Russian).

68. Odintsova T. N. Kontseptual'nye osnovy razrabotki logisticheskoi strategii dlia regional'nogo turizma [Conceptual Bases of Development of the Logistics Strategy for Regional Tourism]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2009, no. 42, pp. 197-205 (in Russian).

69. Odintsova T. N. Logisticheskie tekhnologii v turizme: klasternyi podkhod [Logistics Technologies in Tourism. The Cluster Approach]. *Vestnik ekonomicheskoi integratsii*, 2009, no. 3, pp. 102-109 (in Russian).

70. Stukalova N. A., Matveev Iu. N., Dolzhenko A. B. Avtomatizirovannaia sistema upravleniia tekhnologicheskimi protsessami unichtozheniia khimicheskogo oruzhiia [Automated Process for Destruction of Chemical Weapons Control System]. *Internet-zhurnal Naukovedenie*, 2014, vol. 23, no. 4, pp. 1-12 (in Russian).

71. Matveev Iu. N., Stukalova N. A. Automated Process for Destruction of Chemical Weapons Control System *Informatsionno-vychislitel'nye tekhnologii i ikh prilozheniia: sbornik statei XIV Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii* [Information and computer technology and their applications. Articles of XIV International Scientific and Technical Conference]. Penza, MNITs GSKhA, 2010. pp. 88-91 (in Russian).

Информация об авторе

Михайлов Роман Леонидович – кандидат технических наук. Старший научный сотрудник. Череповецкое высшее военное инженерное училище радиоэлектроники. Область научных интересов: устойчивость сетей связи,

маршрутизация информационных потоков, комплексное воздействие на сети связи средств наблюдения и подавления. E-mail: mikhailov-rom2012@yandex.ru
Адрес: 162622, Вологодская обл., г. Череповец, Советский пр., д. 126.

An Analysis of the Scientific and Methodological Apparatus of Coordination Theory And Its Use in Various Fields of Study

R. L. Mikhailov

Relevance. Currently, in order to improve management efficiency in complex multilevel systems methods of coordination theory actively developing. They have been applied in various fields of research. In this regard, the actual is the analysis of well-known works and research methodology of coordination and to consider the possibility of using the results obtained by other authors in a new subject area - in the field of information warfare. **The aim of this paper** is the analysis of well-known works in the field of coordination of complex multi-level systems. Particular attention is paid to the analysis of works, that deal with resource allocation in multi-level systems as a controlling influence. **Methods used.** Analysis of the theory of the informational conflict is based on the use of the methods of system analysis, the methods of induction and deduction of the logic theory. **Result.** General and specific patterns of research the information conflict was identified based on an analysis of more than 70 sources, revealed general and specific patterns conducted in coordination theory research based on the use of various scientific and methodological apparatus, namely the coordination of methods based on principles of self-organization based on the model of computer fields, fuzzy parametric coordination methods in multi-level hierarchical systems, coordination of methods by predicting and unleashing interactions, coordination of methods based on models of coalition reflexive games, multiagent, triad, situational approaches and methods based on other theories. **Novelty.** The element of novelty of the work is to identify the general and specific patterns and approaches to research in the field of coordination, based on the use of various scientific and methodological apparatus. **Practical significance.** The present analysis can be used by specialists to support new technological solutions in the field of coordination of various complex multi-level systems, and military experts - to support new forms and methods of interaction of diverse forces and means in the conduct of warfare. In addition, this analysis will be useful to researchers and applicants carrying out research activities in the field of coordination of complex multi-level control systems.

Key words: management, coordination, complex multi-level system, hierarchical system.

Information about Author

Roman Leonidovich Mikhailov – Ph.D. of Engineering Sciences. Senior Researcher. Cherepovets Higher Military Engineering School of Radio Electronics. Field of research: sustainability of communication, routing of data flow, unified influence of monitoring and rejection means on communication networks. E-mail: mikhailov-rom2012@yandex.ru

Address: Russia, 162622, Vologda region, Cherepovets, Sovetskiy prospect, 126.