



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт магистратуры
**Магистерская программа Прикладная информатика в экономике
и управлении**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему:

Мультиагентный подход в управлении компаниями с дочерними
предприятиями

Направление 09.04.03 «Прикладная информатика»
(код, наименование)

Обучающийся 2 курса группы ПИ-1841

Очная формы обучения

Лукьянович Виктор Александрович

_____ (подпись)

Руководитель ВКР к.ф.-м. н., доцент, профессор кафедры информатики
СПБГЭУ, Кияев Владимир Ильич

(ученая степень, ученое звание, ФИО)

_____ (подпись)

Рецензент ст. науч. сотр. Лаборатории управления сложными системами ИПМ
РАН, кандидат физико-математических наук Ю. В. Иванский
(ФИО, должность, место работы, ученая степень, ученое звание (при наличии))

Нормоконтроль пройден «___» _____ 2020 г.

_____/Макарчук Т.А./

(подпись лица, проводившего нормоконтроль/расшифровка)

«Допущен(а) к защите» «___» _____ 2020 г.

Руководитель научного содержания программы

Трофимов В. В. з.д.н. РФ, д.т.н., проф.

(ученая степень, ученое звание, ФИО)

_____ (подпись)

Санкт-Петербург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ПОЛОЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПАНИЯМИ С ДОЧЕРНИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ	7
1.1 Государственные учреждения и предприятия	7
1.2 Модель деятельности государственных учреждений и предприятий.....	8
1.3 Методологии управления предприятиями	10
1.3.1 ITIL 4	10
1.3.2 COBIT 2019.....	13
ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА ПРИ УПРАВЛЕНИИ КОМПАНИЯМИ С ДОЧЕРНИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ	17
2.1 Мультиагентные технологии и возможность их использования в управленческих целях.....	17
2.2 Формирование мультиагентной системы	22
2.3 Языки программирования агентов	26
ГЛАВА 3. БИЗНЕС-АНАЛИЗ СПБ ГКУ «УИТС»	28
3.1 Организационная структура СПб ГКУ «УИТС»	29
3.2 Функциональная модель	30
3.3 SWOT-анализ СПб ГКУ «УИТС»	31
3.4 Мотивационная модель	32
3.3 Процессы взаимодействия	33
3.3.1 Процесс оказания ИТ-услуги ИОГВ или ГУ	34
3.3.2 Ежегодное формирование централизованных заявок на ИТ-услуги ...	35
3.3.3 Процесс обоснования начальной максимальной цены контракта.....	36
ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МУЛЬТАГЕНТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ И ИХ ОТНОШЕНИЯМИ С ЧАСТНЫМИ КОМПАНИЯМИ	38
4.1 Архитектура МАС.....	38
4.1.1 Агент проверки заявки	39
4.1.2 Агент подготовки документов.....	40
4.1.3 Агент сопровождения ГК.....	41
4.1.4 Агент сбора потребностей	42

4.1.5	Агенты расчета НМЦК.....	43
4.2	Интеграция МАС с действующими системами	43
4.3	Процессы взаимодействия с использованием МАС	44
4.3.1	Ежегодное формирование централизованных заявок на ИТ-услуги ...	44
4.3.2	Процесс контроля и исполнения ГК	45
4.3.3	Процесс обоснования начальной максимальной цены контракта	46
4.4	Проект внедрения МАС	48
4.4.1	Диаграмма Ганта проекта внедрения МАС	48
4.4.2	Оценка стоимости проекта внедрения МАС.....	49
4.4.3	Выбор среды разработки МАС.....	51
4.4.4	Планируемые результаты внедрения МАС.....	57
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	61

ВВЕДЕНИЕ

Сложность управления материнскими компаниями заключается в переменчивом составе дочерних предприятий, разнообразности их целей, функций. Каждое из них использует информационные системы, оборудование, персонал нужный исключительно для своего функционирования. Целью же материнской компании является максимизация прибыли, которая может реализовываться, например, минимизацией затрат. Дочерние же в свою очередь также имеют своей основной целью максимизацию своей прибыли, но они зачастую рассматривают другие дочерние предприятия как отдельные внешние организации, поставщики товаров и услуг, тем самым могут лишить материнскую компанию добавленной стоимости продукции или услуг и, соответственно, дополнительной прибыли.

Наличие множества организаций с множеством используемых ими ИС ведет к экспоненциальному росту взаимной интегрированности источников данных, удаленно управляемых автономных устройств и ИС, что требует усовершенствования взаимодействия организаций между собой.

Подобные рассуждения в основной степени можно распространить и на государственные учреждения и предприятия, с той лишь разницей, что их большинство имеет единственной статьей дохода бюджет муниципального образования и эффективность работы следует оценивать, соответственно, экономией и эффективностью расходования этих средств.

На сегодняшний день под управлением г. Санкт-Петербург находится 69 исполнительных органов государственной власти (ИОГВ), 176 государственных казенных учреждений (ГКУ), 2576 государственных бюджетных учреждений (ГБУ), 15 государственных автономных учреждений (ГАУ) и 14 государственных унитарных предприятий (ГУП). Подавляющее большинство этих учреждений создано для исполнения обязанностей государства перед гражданами Российской Федерации. Для обслуживания огромного количества таких учреждений и контроля за расходованием бюджетных средств г. Санкт-Петербург

вынужден был создать государственные учреждения (ГУ) с соответствующими задачами, из-за чего возрастает сложность управления ими.

Проблема сложности взаимодействия на современном этапе развития информационных технологий все чаще решается с помощью мультиагентных технологий. Поскольку человеческий фактор имеет большой вес, не приняв во внимание какой-нибудь важный аспект, результат может быть достигнут с существенными временными и материальными отклонениями. Использование же мультиагентных систем позволит учесть все необходимые правила и ограничения, при чем результат во многом будет получен автоматически путем взаимодействия агентов.

Реализация подобной системы соответствует одной из целей подпрограммы «Информационное государство» программы «Информационное общество» «Повышение качества государственного управления за счет создания и внедрения современных информационных технологий» [8], что также подтверждает актуальность низкой эффективности управления государственными учреждениями [9].

Целью магистерской диссертации является разработка информационной системы управления взаимодействием государственных учреждений и предприятий г. Санкт-Петербург и их отношениями с частными компаниями.

Объект исследования – Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Управление информационных технологий и связи».

Предмет исследования – процессы взаимодействия СПб ГКУ «УИТС» с ИОГВ, ГУ, подрядчиками и поставщиками.

Следующие задачи необходимо выполнить для достижения поставленной в данной работе цели:

- описать особенности деятельности государственных и подведомственных им учреждений;
- проанализировать нормативно-справочных документов СПб ГКУ «УИТС»;

- исследовать межведомственное взаимодействие государственных учреждений и предприятий, их взаимодействие с частными компаниями;
- смоделировать архитектуры и процессы взаимодействия государственных учреждений и предприятий;
- использовать мультиагентный подход в моделировании информационной системы управления взаимодействием СПб ГКУ «УИТС» с ГУ и предприятиями;
- определить функции МАС, разработать архитектуру системы, описать процессы использования мультиагентной системы;
- разработать концептуально-функциональное описание мультиагентной системы управления.

Практическая значимость выпускной квалификационной работы заключается в разработке системы управления взаимодействия между организациями, что повысит эффективность управленческой деятельности ИОГВ, ГУ и СПб ГКУ «УИТС», в частности.

ГЛАВА 1. ПОЛОЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОМПАНИЯМИ С ДОЧЕРНИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

1.1 Государственные учреждения и предприятия

На сегодняшний день под управлением г. Санкт-Петербург находится 69 исполнительных органов государственной власти (ИОГВ), 176 государственных казенных учреждений (ГКУ), 2576 государственных бюджетных учреждений (ГБУ), 15 государственных автономных учреждений (ГАУ) и 14 государственных унитарных предприятий (ГУП). Разные типы организаций означают разные цели, ради которых они создавались, разные способы финансирования и, следовательно, различные модели деятельности.

Исполнительная власть – вторичная подзаконная ветвь государственной власти, имеющая универсальный предметный и организующий характер, и направлена на обеспечение исполнения законов и других актов законодательной власти.

ИОГВ обеспечивают реализацию политики государственной власти, исполнение принятых представительными органами законов.

ИОГВ выполняет две функции: исполнительную и распорядительную. Исполнительной функцией является осуществление принятых представительными органами решений. Распорядительной – управление с помощью издания подзаконных актов, выполнение действий организаторского характера.

Для организации деятельности у ИОГВ установлена строгая служебная иерархия (система вертикальной связи), сформированы правила регулирующий обязанности и права государственных служащих, система разделения труда, используются регламентированный методы и способы решения задач, стоящих перед государственными служащими.

Согласно статье 9 п. 1 83 Федерального закона выделяют казенные, бюджетные и автономные учреждения.

Исполнительные органы власти создают бюджетные организации для обеспечения реализации своих полномочий путем передачи им части своих обязательств в сферах образования, науки, здравоохранения и др. сферах.

Цели и предмет деятельности бюджетного учреждения определяется уставом, нормативными документами, законами, муниципальными правовыми актами.

Финансирование бюджетных учреждений осуществляется путем субсидирования государственного задания. Так же учреждение имеет право осуществлять деятельность, приносящую доход, лишь в том случае, если эта деятельность указана в учредительных документах и соответствует цели, ради которой это учреждение было создано.

Еще одним видом некоммерческой организации является автономное учреждение. Автономные учреждения получают финансирование в виде субсидий со стороны учредителей на цели, указанные в учредительных документах, на содержание недвижимого имущества. Также АУ имеют право осуществлять приносящую доход деятельность, указанную в учредительных документах. При этом в отличие от бюджетных организаций имеет право распоряжения этими средствами по своему усмотрению, а собственник имущества АУ освобождается от субсидиарной ответственности по обязательствам учреждения, от ответственности за результаты деятельности этого учреждения.

1.2 Модель деятельности государственных учреждений и предприятий

Большинство государственных учреждений и предприятий еще существовало во времена СССР, где все государственные услуги были бесплатными. На современном этапе происходит коммерциализация системы. Многие государственные услуги становятся платными. В это число также входят социальные услуги. Т.о. государство формирует рынок социальных услуг. Следовательно, оно начинает отказываться от сметного финансирования и переходит к государственной закупке таких услуг. До недавних пор сметное финансирование было основной формой финансирования учреждений. Сметное обеспечение организаций основывалось на количественных показателях, таких как количество бюджетных учреждений, число работников учреждения и т.п. Соответственно, чем больше

значение этих показателей, тем большее финансирование требуется для данного учреждения.

Закон «О внесении изменений в Бюджетный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 28.12.2013 г. № 418-ФЗ регламентирует, что Федеральное казначейство РФ должно вести реестр участников бюджетного процесса и юридических лиц, не являющиеся участниками бюджетного процесса. В этом реестре можно увидеть следующие типы учреждений:

- государственные (муниципальные) автономные и бюджетные учреждения;
- государственные (муниципальные) унитарные предприятия ФГУП/ГУП;
- государственные (муниципальные) унитарные предприятия ФГУП/ГУП, являющиеся государственными (муниципальными) заказчиками;
- другие неучастники бюджетного процесса.

Финансирование учреждений велось в зависимости от подчиненности ОГВ или органу местного самоуправления. Сметному формату финансирования придерживались учреждения образования, здравоохранения, культуры, социального обеспечения, суды, ОГВ и местного самоуправления, правоохранительные органы и органы безопасности государства, мероприятия по национальной обороне.

Можно выделить два основных недостатка сметного финансирования:

- стремление к расходованию максимального количества средств по смете, чтобы не допустить сокращения в последующем периоде;
- длительное время для переоформления статей расходов.

Следуя концепции государства-корпорации, в России реализуется административная реформа по переходу государства на предоставление услуг, а также

проходит реформа бюджетных учреждений, предусматривающая новый механизм финансирования. Закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием правового положения государственных (муниципальных) учреждений» от 8 мая 2010 г. № 83-ФЗ описывает регулирование государственных учреждений руководящими ими ИОГВ.

1.3 Методологии управления предприятиями

В государственных учреждениях и предприятиях в управлении используется организационно-распорядительный метод ввиду строгой иерархической структурой управления государством, субъектами Российской Федерации, органов местного самоуправления.

Но тем не менее иерархическая строгость не сильно мешает использованию современных методологий управления, таких как ITIL и COBIT

1.3.1 ITIL 4

ITIL – самая распространенная методология по управлению ИТ-услугами. Первоначально описывала лучшие практики по организации ИТ-инфраструктуры предприятия, затем рассматривала ИТ на предприятии как ИТ-услуги и управление ими, в последней же редакции акцент уже делается не на ИТ-услугах предприятия, а, в принципе, услугах и сервисной модели.

ITIL 4 переосмысляет устоявшиеся практики ITSM в сторону потоков ценности, клиентского опыта и цифровой трансформации, внедряет современные методы работы, известные как DevOps, Agile и Lean. По словам разработчиков этой методологии, AXELOS, ее применение «проложит путь к 4-ой промышленной революции».

В базе ITIL 4 лежит важность взаимодействия и сотрудничества, прозрачности и открытости, системного подхода, а также повсеместной автоматизации.

Нормальное состояние современной организации – постоянное изменение. Методология поможет справиться с этим потоком изменений. ITIL 4 начинает уходить от процессного подхода в управлении и направляет свое внимание на более быстрое создание и предоставление ценности для организаций и людей.

Рассмотрим данную методологию ближе. Во главу стола садится системный подход, представляется четырехмерная модель управления услугами. Эта модель демонстрирует аспекты, имеющие ключевое значение при создании ценности для заказчиков и иных выгодоприобретателей в виде продуктов и сервисов:

- организация и люди
- информация и технологии
- партнёры и подрядчики
- потоки создания ценности и процессы

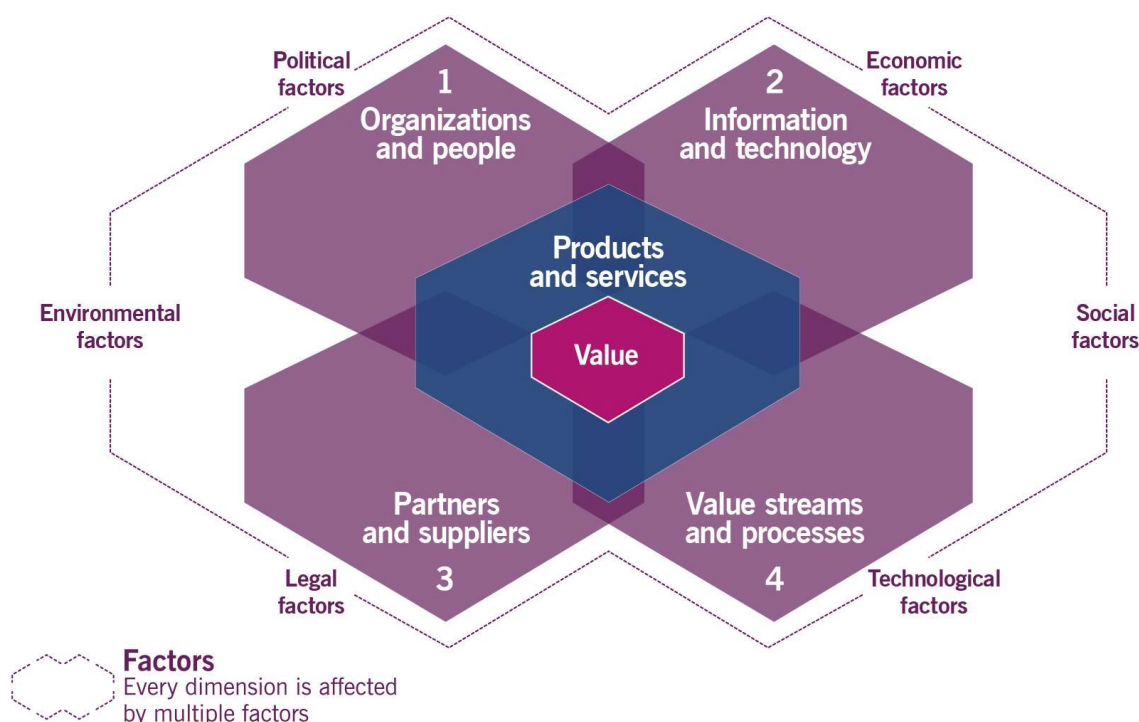


Рисунок 1 - Аспекты ITIL 4 [37]

Данная модель очень похожа на «the 4P of Service Design» описанной в предыдущей версии ITIL. Раньше аспекты 4П носили лишь рекомендательный характер, сейчас же они учитываются при проектировании, разработке и оказании любой услуги для совместного создания ценности.

Поскольку ни одна организация не «живет» в вакууме, данная модель учитывает внешнее воздействие государства, экономики, обществ и т.п. Поэтому авторы использовали PESTLE модель для обозначения внешних факторов: P – Political (политический), E – Economic (экономический), S – Social (общественный),

T – Technological (технологический), L – Legal (правовой), E – Environmental (факторы окружающей среды).

Как было упомянуто ранее, авторы отошли от просто «предоставление услуги» к «совместному созданию ценности». Данная модель является основой текущей редакции ITIL и отображает вовлеченность всех сторон сервисных отношений. Стоит отметить, что заказчик является важным элементом, участником, по факту, процесса создания ценности.

Система создания ценности показывает, что «разные компоненты и виды деятельности могут взаимодействовать и дополнять друг друга», чтобы обеспечить создание ценности с помощью ИТ-услуг, при этом организация не ограничена в своем типе [37].

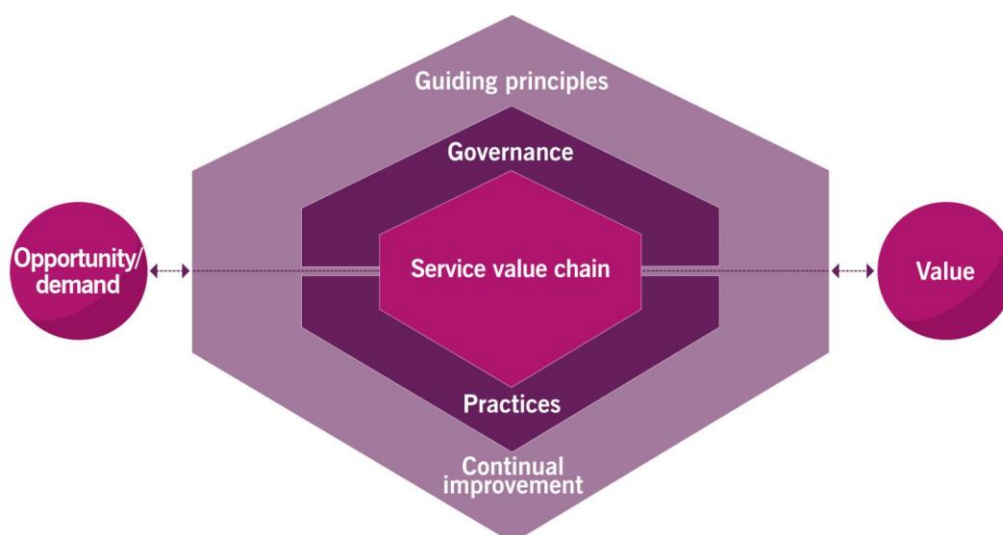


Рисунок 2 - Система создания ценности [37]

В центре этой системы находится элемент, базирующийся на спросе и возможностях, под названием «цепочка создания ценности».

Система создания ценности состоит из основополагающих принципов ITIL, руководства, цепочки создания ценности, практик, постоянного совершенствования.

Рассматривая цепочку создания ценности (ЦСЦ), можно говорить, что она заменила жизненный цикл услуги, описанный в предыдущей версии ITIL, и яв-

ляется «набором взаимосвязанных действий, которые при их правильном выполнении предоставляют операционную модель для создания, предоставления и постоянного совершенствования услуг».

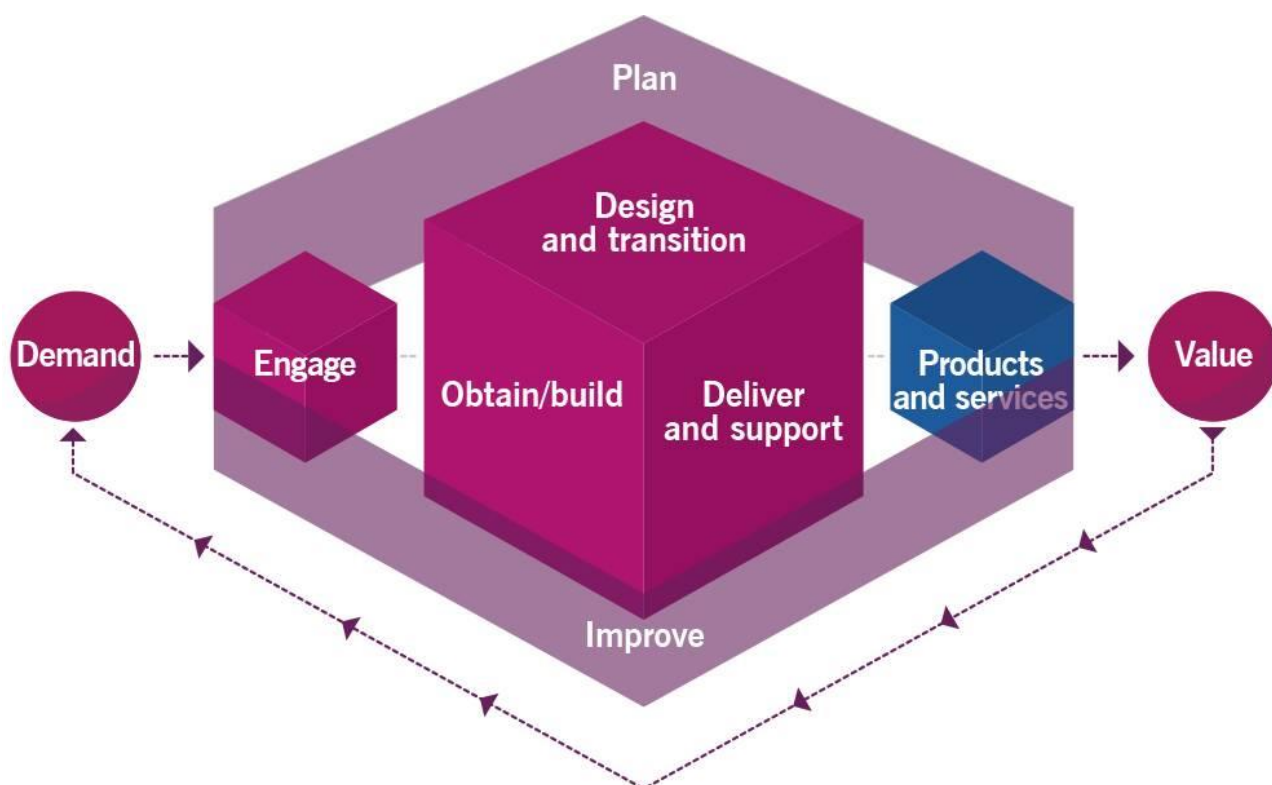


Рисунок 3 - Цепочка создания ценности [37]

Как видно на рисунке 3, ЦСЦ состоит из 6 шагов: планирование, совершенствование, взаимодействие, проектирование и преобразование, получение/создание, предоставление и поддержка.

При этом стоит заметить, что последовательность шагов строго не определена, тем самым является гибкой, что позволит организации адаптировать различные подходы к процессу создания ценности или адаптировать этот процесс под свою организационную структуру.

1.3.2 COBIT 2019

COBIT – рекомендательная методология. Как и ITIL, не утверждает, что этот способ единственный, чтобы сделать что-то, а то, что необходимо принять и адаптировать методологию.

Среди рекомендаций COBIT 2019 предлагает лучшие практики следующих ключевых областей управления ИТ:

- интеграция ИТ с бизнесом;
- управление затратами и оптимизация стоимости;
- соответствие требованиям;
- бенчмаркинг.

Стоит заметить COBIT создан не для того, чтобы заменить действующую методологию на предприятии, будь то ITIL, TOGAF, ISO или какая-нибудь еще, а для того, чтобы использовать их вместе для достижения лучших результатов.

COBIT 2019 проводит четкую грань определениями «руководство» и «управление». «Управление планирует, строит, запускает и контролирует деятельность в соответствии с направлением, установленным руководящим органом, для достижения целей предприятия. Руководство обеспечивает оценку потребностей, условий и вариантов решений для заинтересованных сторон с целью установления сбалансированных, согласованных целей предприятия. Направление устанавливается через определение приоритетов и принятие решений. Эффективность и соблюдение контролируются в соответствии с согласованными направлениями и целями» [47].

В основе COBIT 2019 используются следующих принципах:

- принципы, которыми описывают основные требования системы руководства корпоративной информацией и технологиями;
- принципы структуры руководства, используемые для построения системы руководства предприятием

Методология описывает 6 принципов системы руководства:

- каждому предприятию нужна система руководства для удовлетворения потребностей заинтересованных сторон и создания ценности от использования информационных технологий, ценность отражает баланс между выгодами, рисками и ресурсами, и предприятиям нужна действенная стратегия и система управления для реализации этой ценности;

- система управления корпоративными ИТ построена из ряда компонентов, которые могут быть разных типов и которые работают вместе целостным образом;
- система руководства должна быть динамичной, это означает, что каждый раз, когда изменяется один или несколько факторов проектирования (например, изменение стратегии или технологии), необходимо учитывать влияние этих изменений на систему руководства информацией и технологиями на предприятии (EGIT System), динамический взгляд на EGIT приведет к созданию жизнеспособной и перспективной системы EGIT;
- система руководства должна четко различать деятельность и структуры руководства и управления;
- система руководства должна быть адаптирована к потребностям предприятия, используя набор факторов проектирования в качестве параметров для настройки и определения приоритетов компонентов системы руководства;

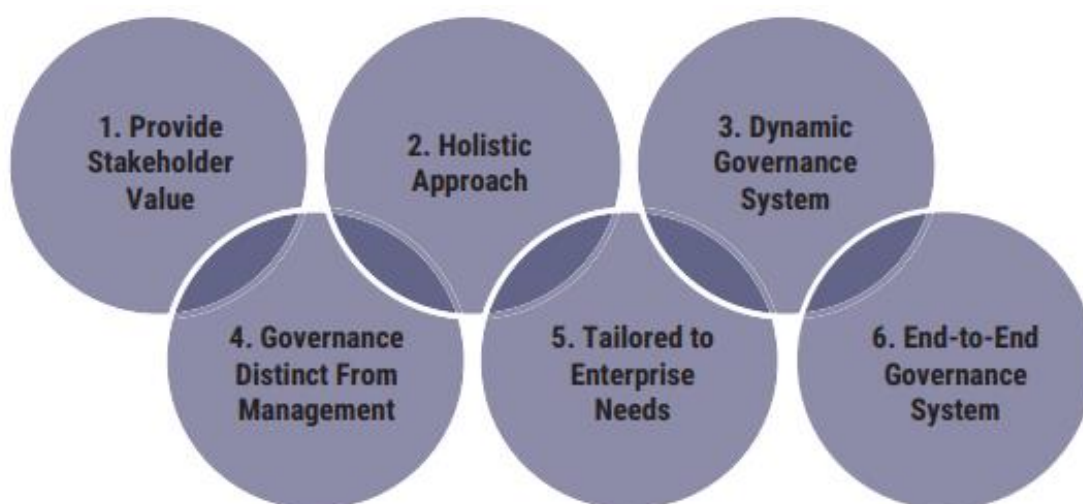


Рисунок 4 - Принципов Системы руководства [47]

- система руководства должна охватывать предприятие от начала и до конца, ориентируясь не только на функции ИТ, но и на все технологии и

обработку информации, которые предприятие использует для достижения своих целей, независимо от того, где находится обработка на предприятии.

COBIT определяет три принципа структуры руководства:

- структура руководства должна основываться на концептуальной модели, определяющей ключевые компоненты и взаимосвязи между компонентами, чтобы максимизировать согласованность и позволить автоматизацию;
- система руководства должна быть открытой и гибкой, это должно позволить добавлять новый контент и способность решать новые проблемы наиболее гибким способом, сохраняя при этом целостность и согласованность;
- структура руководства должна соответствовать соответствующим основным связанным стандартам, структурам и правилам.

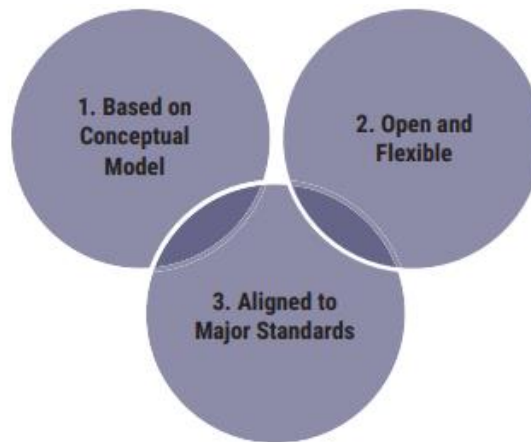


Рисунок 5 - Принципы структуры руководства [47]

В настоящее время COBIT недооценивают, откуда следует, что в ITSM его недостаточно используют. Согласно последним данным, только 14% североамериканских служб ИТ используют COBIT, тогда как подавляющее большинство предпочитают ITIL (71%).

ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНОГО ПОДХОДА ПРИ УПРАВЛЕНИИ КОМПАНИЯМИ С ДОЧЕРНИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ

2.1 Мультиагентные технологии и возможность их использования в управленческих целях

В эпоху широкого использования информационных технологий особую популярность набирает автоматизация процессов управления различными системами [36]. Большинство крупных организаций стараются ввести автоматизированные рабочие места (программно-технический комплекс автоматизированных систем для автоматизации деятельности определенного вида) и сделать рабочие бизнес-процессы более гибкими и эффективными [48]. Одним из вариантов автоматизации является использование мультиагентных технологий. В работах [15] и [22] рассмотрены варианты использования в различных видах деятельности, например, в компьютерных играх и графических приложениях, транспорте, логистике, робототехнике, сфере мобильных и сетевых технологий и т. д.

Многоагентной (мультиагентной) системой (МАС) называется совокупность в разной степени автономных объектов (агентов), взаимодействующих друг с другом и окружающей средой как в интересах решения собственных, так и общих задач [3].

Под агентом в данном случае могут подразумеваться различные программные системы и модели, роботы, а также люди и команды людей [38]. Помимо этого, системы могут быть и смешанные, то есть состоящие из нескольких видов агентов [27]. В нашей работе мы рассмотрим пример программных агентов, то есть определенную программу (программный модуль), имеющую особые характеристики, и выполняющую заданную функцию, приводящую к некоторому результату [50]. Но так как достичь полной автоматизации процессов почти невозможно, то в качестве дополнительных агентов мы будем использовать членов проектной команды, имеющих соответствующие полномочия.

Мультиагентный подход применяется при решении масштабных и сложных задач [51]. В случае составления сложных алгоритмов решений, больших

объемов вычислений, работы с масштабным количеством информации использование ресурсов человека может быть недостаточно [7]. В таких ситуациях действует человеческий фактор, при котором человек может не учесть какие-либо важные аспекты задачи, которые в дальнейшем повлияют на результат [1]. В случае сложных и масштабных проектов потери бюджета и времени напрямую зависят от отклонения полученного результата от необходимого.

При использовании МАС решение же получается автоматически, что является результатом взаимодействия агентов в системе [28]. Для реализации данных систем обычно используется 2 и более агентов, так как в теории один агент должен иметь частичное представление о всей решаемой проблеме.

Приведем важные характеристики агентов в мультиагентных системах [5]:

- автономность – в данном случае подразумевается некоторая независимость между агентами;
- ограниченность – то есть ни у одного из агентов нет полного представления обо всей системе, но при этом каждый агент имеет свою определенную задачу;
- Децентрализованность – в системе не предусмотрен агент, который управлял бы всей системой;
- способность к коммуникации – согласно заданным правилам и определенному языку, агенты имеют возможность обмениваться знаниями (например, Knowledge Query and Manipulation Language (KQML) и Agent Communication Language (ACL));
- обучаемость – каждый агент способен накапливать знания в процессе работы.

Для того, чтобы распределить задачи между агентами, можно использовать один из следующих подходов [16]:

- использование системы распределенного решения;
- использование децентрализованного искусственного интеллекта, то есть совокупности средств, моделирующих человеческое мышление.

В случае первого подхода глобальная проблема разделяется на задачи, каждому агенту задается определенная роль и проектирование системы идет строго сверху вниз, используя иерархическую структуру. Все данные действия происходят под управлением некоторого единого «центра», под руководством которого происходит обратная связь между агентами.

При использовании децентрализованного искусственного интеллекта распределение задач носит зачастую случайный характер, то есть оно является результатом коммуникации агентов между собой [29]. Данный подход явно не является преимущественным, так как случайное распределение носит неустойчивый характер [18].

Рассмотрим более подробно главный объект МАС – агента.

Агент – это некоторая открытая система, то есть система, которая взаимодействует с окружающей ее средой, обладающая своим определенным поведением и действующая по своим принципам [10].

Под окружающей средой мы будем понимать внешнюю среду и других агентов системы. Рассмотрим более подробно данное взаимодействие. На рисунке 6 представлена схема, иллюстрирующая обмен информацией между агентом и внешними сущностями [30]. Как мы видим, двумя важными составляющими агента являются сенсоры, через которые агент принимает информацию от внешней сущности, и актуаторы, то есть те блоки, посредством которых агент воздействует на среду.

Примером таких блоков для человека-агента могут являться органы чувств, в то время как робот-агент может воспринимать и передавать информацию через специальные датчики, видеокамеры и прочие устройства. Что касается программных агентов, то для них в качестве сенсоров могут выступать различные комбинации нажатия клавиш, содержимое файлов, код программы, а в качестве актуаторов агент передает данные на экран, записывает их в файлы и т.д. Т.о. агент наделяется следующими функциями [17]:

- воспринимать информацию;
- обрабатывать информацию;

- действовать на внешнюю среду;
- взаимодействовать с другими агентами.

Помимо этого, на рисунке 6 можно увидеть принцип построения правил и принципов агента. В случае простейшего агента набор правил для его функционирования строится на основе условий вида [4]:

ЕСЛИ <условие> **ТО** <действие 1> **ИНАЧЕ** <действие 2>

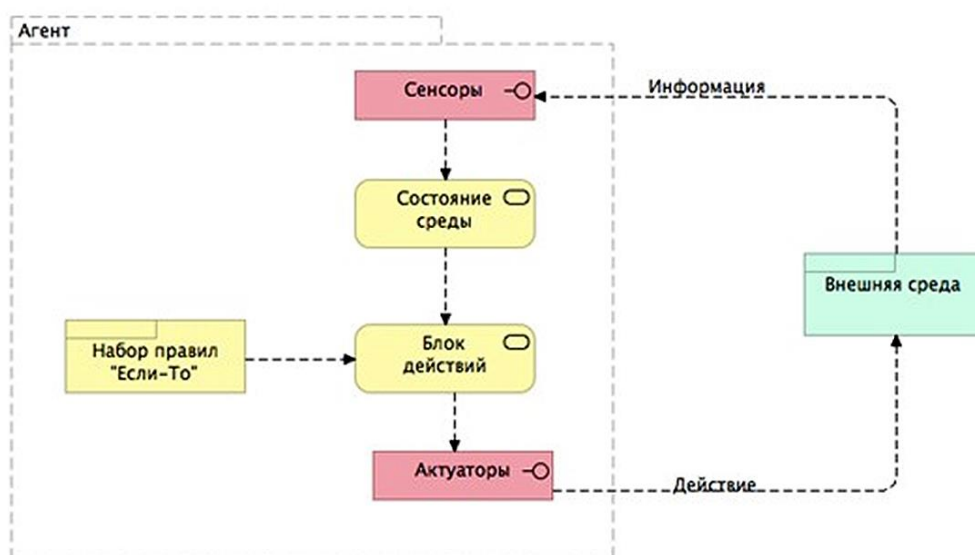


Рисунок 6 - Модель неинтеллектуального агента

Для наглядности представления об агентах приведем их классификацию [2]:

- интеллектуальный агент;
- неинтеллектуальный агент.

Интеллектуальный агент – это программно-аппаратная система, обладающая следующими свойствами [20]:

- автономность;
- коммуникабельность;
- реактивность;
- обучаемость (своя база знаний, которая постоянно пополняется);
- убеждения (знания о себе и о среде);
- цели;
- намерения (список действий по отношению к другим агентам и среде);
- обязательства перед другими агентами.

Понятие агента в «слабом» смысле ограничивается наличием у агента наличием первых четырех свойств. Если агент обладает всеми вышеперечисленными качествами, то он называется интеллектуальным в «сильном» смысле [32].

Более подробно структура интеллектуального агента изображена на рисунке 7.

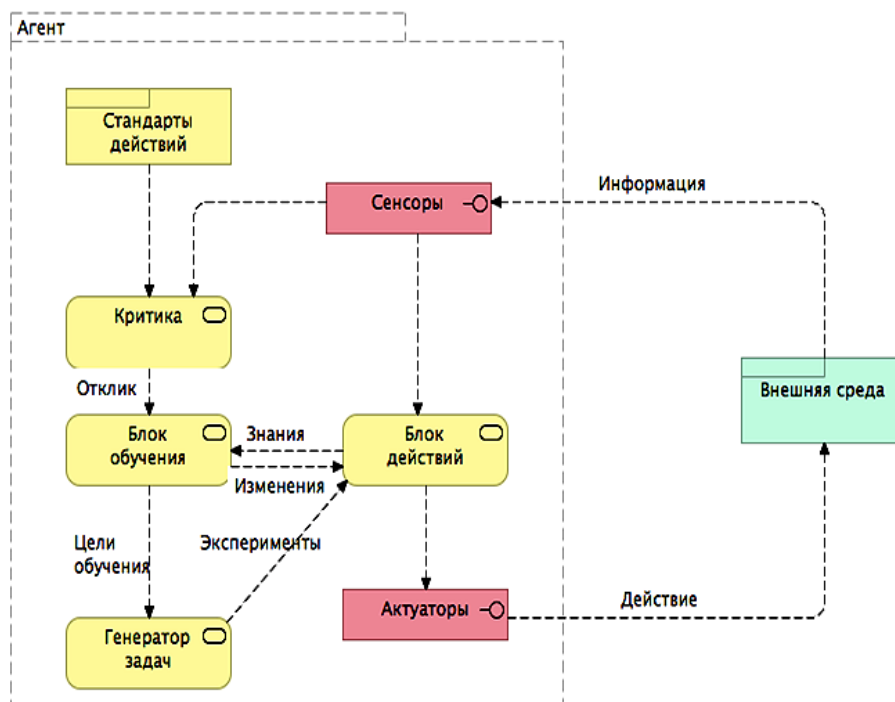


Рисунок 7 - Модель интеллектуального агента

Интеллектуальные агенты можно разделить на 2 вида:

- интенциональные, то есть наделенные мотивацией, моделирующие свои намерения и цели;
- неинтенциональные, то есть не имеющие внутренней мотивации, как правило их поведение примитивно, они способны отвечать на вопросы и выполнять различные задания от других агентов, но при этом не создавая собственной цели.

Для моделирования агентов можно выделить 3 класса архитектур агентов, которым соответствуют модели их поведения:

- реактивные;
- делиберативные;
- смешанные.

Реактивные агенты построены на основе искусственного интеллекта, моделирующие взаимодействие среды и агента, имеющие перечень простых схем поведения, реагирующие на среду в форме «стимул – реакция». В свою очередь делиберативные агенты работают с устоявшейся моделью окружающей среды (модель мира) и принимают решения при помощи конкретного планировщика (на основе формальных рассуждений, устоявшихся знаний и объектов).

2.2 Формирование мультиагентной системы

Для формирования агентов в систему необходимо определиться с видом организации структуры МАС. Выделим три вида систем [6]:

- децентрализованный искусственный интеллект – все агенты автономны, окружающая среда динамическая;
- распределенный искусственный интеллект – в данном случае система создается для решения конкретной задачи и достижения конкретной цели, она имеет определенный центр управления;
- искусственная жизнь – в данном случае подразумевается децентрализованная система, которая может эволюционировать и состоит из реактивных агентов.

Главной чертой МАС является взаимодействие между агентами. Данное взаимодействие можно классифицировать следующим образом [39]:

- кооперация, коллективная работа нескольких агентов для достижения общей цели;
- конкуренция, конфликт;
- поиск компромисса, готовность идти на уступки в использовании ресурсов;
- отказ от своих интересов в пользу других агентов;
- отказ от взаимодействия.

Рассмотрим более подробно кооперацию агентов. Она может быть организована при помощи удовлетворения каким-либо общим правилам поведения

группы агентов [40]. Обычно такое взаимодействие происходит, если установленные общие правила обязательно должны быть выполнены [44]. Здесь каждый агент является конечным автоматом, но при этом их взаимодействие при выполнении обязательных правил создает систему с высокоорганизованным поведением. Примером такого поведения является квазиразумное поведение роя пчел или колонии муравьев.

Вторым видом кооперации является взаимодействие на основе обмена информацией. В данном случае каждый агент имеет свое планирование, а их коммуникация ведется для принятия того или иного решения [41]. В данном случае у каждого агента есть своя роль, а их коммуникация ведется по заданным протоколам.

Введем понятие конфликта между агентами. Обозначим символами $г$ и $т$ убеждения агента 1 и агента 2 соответственно. Данные убеждения могут быть либо ложными, либо истинными.

Под конфликтом будем понимать ситуацию, когда при взаимодействии агентов выполняется тавтология [42]:

$$г \wedge т \Rightarrow \text{ложь},$$

где $г$ и $т$ могут принимать и значение ложь, и значение истина.

Для того, чтобы разрешить данный конфликт между агентами, необходимо либо отбросить одну из альтернатив, в силу какого-либо критерия, либо изменить $г$ и $т$ одновременно [43]. Данное решение принимается либо исходя из правил поведения агентов, если таковое имеется, либо с использованием централизованного механизма, либо с использованием случайного решения проблемы.

Для реализации взаимодействия между агентами будем использовать протоколы передачи информации [46]. Под протоколом будем понимать определенный алгоритм, с использованием которого ведется коммуникация между агентами [21].

Обычно к протоколам предъявляют следующие требования:

- эффективность, в понимании того, что улучшение состояние одного агента не может быть достигнуто ухудшением состояния других агентов;
- простота, то есть неусложнение архитектуры системы или агента;
- устойчивость к изменениям;
- децентрализованность, то есть проведение коммуникации без использования специального отдельного механизма принятия решений;
- равноправность, то есть одинаковые правила участия в переговорах для всех агентов.

Обычно протокол строится из трех составляющих [45]. Проиллюстрируем данные компоненты и требования к ним в таблице 1.

Таблица 1 - Компоненты протокола взаимодействия

Компонент	Требования
Пространство соглашений	Фиксировано и известно всем агентам
Правила взаимодействия	Модель «предложение – контрпредложение», представляющееся речевыми конструкциями
Пространство стратегий поведения	Должны образовывать равновесие «по Нэшу», то есть один агент не может изменить своё решение в одностороннем порядке, тем самым увеличив выигрыш, в том случае если другие агенты свое решение не меняют

Если подробнее описать процесс достижения консенсуса между агентами, то имеет смысл дать определение роевого интеллекта.

Групповой (роевой) интеллект – это система, которая реализует управление общим коллективным поведением децентрализованным самоорганизующимся множеством однородных объектов [11]. В данном контексте – однородные объекты – агенты.

Приведем набор отличительных характеристик роевой системы [49]:

- независимость агентов, т.е. движение и взаимодействие с окружающей средой происходит без использования централизованного управления;
- большое число агентов выполняют общую задачу;

- агенты, в основном, однородные, т.е. являются одинаковыми, а не наделенные различной ролью

Группой (роем) будем называть множество однородных динамических агентов a_i , где $i = 1 \dots n$, которые при взаимодействии решают множество задач z_i , где $i = 1 \dots m$ [23]. Все агенты одинаковы, у каждого агента есть некая «зона видимости» радиусом R (внутри этой зоны агент обменивается сообщениями с другими агентами роевой системы и знает состояние этих агентов).

Для достижения консенсуса между агентами используется протокол локального голосования. Здесь консенсусное управление агентами задается по формуле [12]:

$$u_t^i = \alpha \sum_j b_t^{ij} (y_t^{ij} - y_t^{i,i})$$

В этой формуле используются все j из замкнутого множества зашумленных наблюдений о направлении движения своих соседей. Такое множество обозначим как A_t^i для агента a_i в момент времени t .

Здесь через α обозначим величину шага функции протокола управления, $\overline{A}_t^i \subset A_t^i$, величина $b_t^{ij} > 0 \forall j \in \overline{A}_t^i$, $b_t^{ij} = 0$ для остальных пар (i, j) .

Введем функцию $g_t^i = q_t^i x_t^i$, тогда положим $y_t^{i,i} = g_t^i + \omega_t^{i,i}$ и $y_t^{i,j} = g_{t-h_t^{ij}}^j + \omega_t^{i,j}$, $j \in A_t^i$, здесь $\omega_t^{i,i}$ и $\omega_t^{i,j}$ помехи, $0 \leq h_t^{ij} \leq \bar{h}$ целочисленная задержка, а \bar{h} максимальная задержка.

Обычно $h_t^{ij} = 0$ и $\omega_t^{i,j} = 0$ для всех пар (i, j) для которых они не определены. И также необходимо добавить условие, что $j \in A_t^i \rightarrow t - h_t^{ij} > 0$, так как начало работы системы происходит в момент времени $t = 0$.

Что касается динамики изменения направления движения, то оно будет описываться следующим уравнением [13]:

$$x_{t+1}^i = x_t^i + f(u_t^i, x_t^i)$$

В этом уравнении u_t^i – это управление, описанное выше, а функция $f: \mathbb{R}^3 \times \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^3$ необходима для формирования окончательного значения управления, чтобы избежать столкновения объектов.[11]

Таким образом, чтобы агенты достигли консенсуса в группе агентов, необходимо следовать следующему алгоритму решения поставленной задачи:

- для начала задается множество задач;
- происходит инициация протокола голосования, начинается установление связей между соседями в группе, инициируется первичная коммуникация;
- все агенты группы получают информацию о нынешнем направлении движения для всех агентов, которые находятся в «зоне видимости», а также число, характеризующее потенциал движения этих объектов;
- используя выше представленные данные, вычисляются значения $u_t^{i,i}$ и $u_t^{i,j}$, и после этого, получаем значение управления u_t^i для каждого объекта роя.

После этого изменяется движение x_{t+1}^i используя разностную формулу и функцию позволяющую избегать столкновения, получая информацию о среде и положении других агентов окружающих его соседей [19].

2.3 Языки программирования агентов

Приведем основные требования, которым должен удовлетворять язык написания мультиагентной системы.

Во-первых, мультиплатформенность является одним из главных аспектов при выборе языка. Здесь подразумевается поддержка мобильности агента, то есть обеспечение переносимости кода на различные платформы, а также доступность и работоспособность на различных платформах. Во-вторых, язык должен поддерживать сетевое взаимодействие. Третьим, не менее важным требованием является поддержка символьных вычислений для коммуникации агентов. Помимо этого, основным, на наш взгляд, свойством является объектная ориентированность языка. А также язык должен удовлетворять требованиям безопасности,

и языковой поддержке свойств агента для построения переговоров между агентами [24].

Можно выделить наиболее часто используемые языки программирования и самые популярные средства разработки МАС. Приведем необходимый перечень в таблице 2.

Таблица 2 – Языки программирования МАС [25]

Язык программирования	Наименование среды
Java	JADE
JVM (Java 2)	MadKIT
Java, C, C++	AgentBuilder
Java	Cougaar
NetLogo	NetLogo
Visual Basic	VisualBots
Java	MASON
Java, Python, Visual Basic, .NET, C++, J#, C#	REPAST

Самой популярной средой для разработки является среда JADE (Java Agent Development Framework), так как она обладает рядом преимуществ перед остальными. В их число входит поддержка стандартов FIPA, широкая область применения, возможность расширения на всех уровнях, наличие большого количества плагинов, наличие лицензии LGPL (Lesser General Public License).

Программная среда JADE состоит из:

- среды выполнения агентов, в которой агенты регистрируются и работают под ее управлением;
- библиотеки классов, являющаяся основой для разработки МАС;
- набора графических утилит, позволяющих осуществлять администрирование и наблюдение за действующими агентами.

ГЛАВА 3. БИЗНЕС-АНАЛИЗ СПб ГКУ «УИТС»

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение «Управление информационных технологий и связи» создано Комитетом по управлению городским имуществом с целью материально-технического обеспечения деятельности Комитета по информатизации и связи в сфере информационных технологий, защиты информации и связи [33].

Для наглядности описание предприятия, его деятельности и ключевых партнеров можно использовать Business Model Canvas [14]. На представленном ниже рисунке 8 можем ее увидеть.










<p>Ключевые партнеры </p> <p>Администрация Губернатора Санкт-Петербурга</p> <p>Комитет по информатизации и связи (далее КИС)</p>	<p>Ключевая деятельность </p> <p>ОКВЭД: 70.22 «Консультирование по вопросам коммерческой деятельности и управления», 62.09 «Деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий, прочая», 62.02 «Деятельность консультативная и работы в области компьютерных технологий», 63.11 «Деятельность по обработке данных, предоставление услуг по размещению информации и связанная с этим деятельность»</p> <p>ОКПО: 69251796 ОКОПФ: 75204 «Государственные казенные учреждения субъектов РФ»</p> <p>Ключевые ресурсы </p> <p>Трудовые ресурсы (специалисты) ИТ-инфраструктура (ПО, ГИСы, техника)</p>	<p>Ценностные предложения </p> <ul style="list-style-type: none"> - Обеспечение средствами информационных технологий. - ЕМТС - единая мультисервисная телекоммуникационная сеть ИОГВ СПб - оперативное и точное предоставление информации, связанной с проведением закупок, осуществление контроля за качеством выполненных работ и оказанных услуг, подготовка методических и аналитических материалов о проведении единой политики в области информационных технологий и связи; - знание производителей, ассортимента, цен рынка товаров, работ и услуг в сфере информатизации и связи; - анализ перечней потребностей ИОГВ СПб и ГУ СПб для разработки программ и планов по развитию информационного общества и формированию электронного правительства в Санкт-Петербурге, обеспечение разработки программ и планов; - подготовка методических и аналитических материалов о проведении единой политики в области информационных технологий, защиты информации и связи. 	<p>Взаимоотношения с клиентами </p> <p>Индивидуальное ведение проектов</p> <p>Контроль за безопасностью персональных данных и данных, предоставляемых в рамках проектов</p> <p>Каналы сбыта </p> <p>посредством информационных систем (ГИС СФУП, ЕСЭДД);</p> <p>конкурсные процедуры (централизованная закупка товаров, работ, услуг в сфере информатизации и связи для ИОГВ СПб и подведомственных ГКУ СПб)</p>	<p>Сегмент клиентов </p> <p>Исполнительные органы государственной власти Санкт-Петербурга (комитеты, комиссии, службы, палаты, инспекции, управления)</p> <p>Администрации районов Санкт-Петербурга</p> <p>Казенные учреждения Санкт-Петербурга - исполнители (поставщики, подрядчики) по государственным контрактам.</p>
<p>Структура расходов </p> <p>Оплата труда (10%)</p> <p>Закупки на собственные нужды – аренда помещений, общехозяйственные нужды (5%)</p> <p>Затраты по ведомым ГК (85%)</p>		<p>Потоки доходов </p> <p>Бюджет города (100%)</p>		

Рисунок 8 - Business Model Canvas СПб ГКУ «УИТС»

Основным видом деятельности, согласно выписке из ЕГРЮЛ, является:

- 70.22 Консультирование по вопросам коммерческой деятельности и управления.

Дополнительными видами деятельности:

- 62.02 Деятельность консультативная и работы в области компьютерных технологий;

- 62.09 Деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий, прочая;
- 63.11 Деятельность по обработке данных, предоставление услуг по размещению информации и связанная с этим деятельность.

Как видно организация обслуживает государственные учреждения в сфере информационных технологий, проводит подготовительные процедуры для закупок товаров, работ и услуг в сфере ИТ, полностью финансируется из городского бюджета.

Т.о. СПб ГКУ «УИТС» является типичным представителем государственных учреждений.

3.1 Организационная структура СПб ГКУ «УИТС»

На рисунке 9 представлена организационная структура СПб ГКУ «УИТС». Линейно-функциональный тип организационной структуры наряду с функциональной специализацией по секторам, где в рамках своей компетенции руководители секторов участвуют в подготовке решений. Такая организация способствует фокусировке деятельности высшего руководства на стратегических задачах.

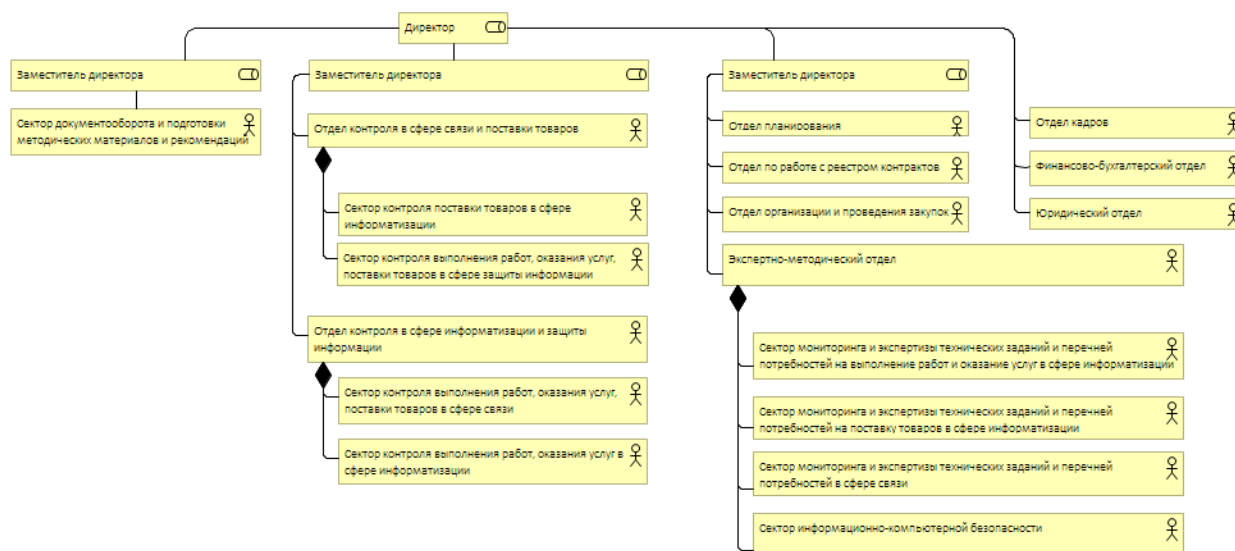


Рисунок 9 - Организационная структура СПб ГКУ «УИТС».

Элементами организационной структуры являются:

- директор СПб ГКУ «УИТС»;
- 3 заместителя;

- 10 отделов;
- 8 секторов;
- 81 сотрудник.

Деление организационной структуры по сферам означает что структурное подразделение ведет работу только в рамках своей сферы.

Например, работает с заявками на закупку услуг и товаров в сфере защиты информации для ИОГВ и ГКУ и несет за это ответственность сектор мониторинга и экспертизы ТЗ и перечней потребностей в сфере защиты информации.

3.2 Функциональная модель

Основной объем работ на предприятии осуществляют два отдела:

- экспертно-методический отдел;
- отделы контроля.

Остальные отделы несут вспомогательную и управленческую функции для обеспечения работы по целевому направлению организации.

На рисунке 10 представлена функциональная структура СПб ГКУ «УИТС».

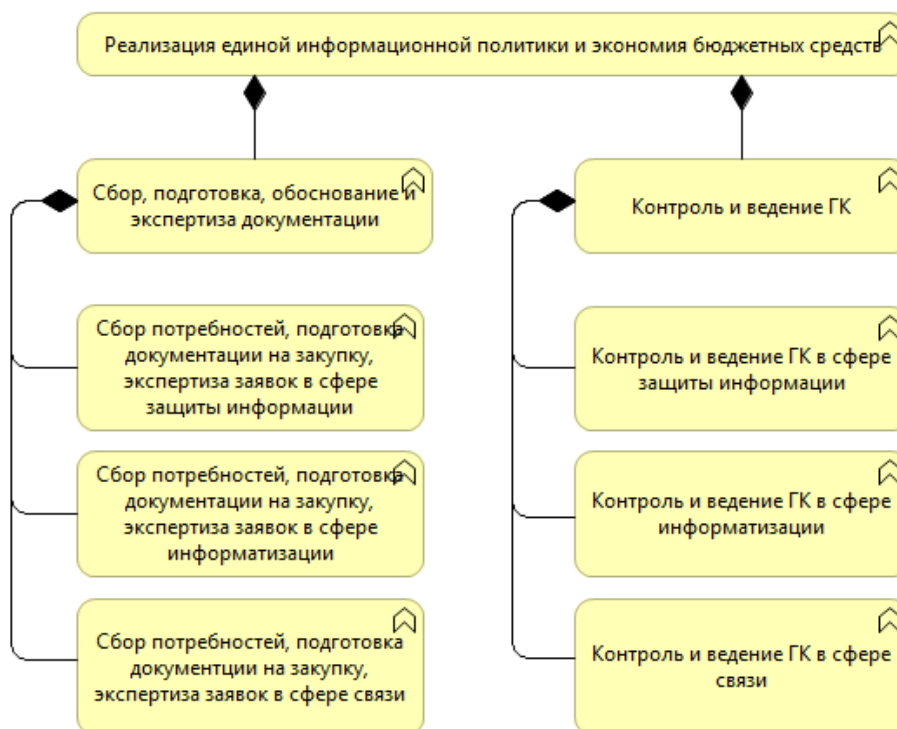


Рисунок 10. Функциональная структура ЭМО и ОК СПб ГКУ «УИТС»

Важнейшей функцией является экономия бюджетных средств и реализация единой информационной политики в Санкт-Петербурге.

Для оптимизации использования рабочего, повышения эффективности принятия управленческих решений, оперативности работы с документами и исполнительской дисциплины персонала введена в эксплуатацию государственная информационная система Санкт-Петербурга «Система формирования и учета проектов» (ГИС «СФУП»).

3.3 SWOT-анализ СПб ГКУ «УИТС»

Для описания сильных и слабых сторон, внешних угроз и возможностей принято использовать SWOT-анализ предприятия. В работе [26] описано эффективное использование этого метода анализа.

На основании данного анализа формируются драйверы, стимулирующие развитие организации – они будут отражены в мотивационной модели предприятия (рисунок 11).

	Полезное воздействие	Пагубное воздействие
Внутренние	<p>Сильные стороны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - структура отдела контроля имеет линейное подчинение и распределена по сферам (связь, информатизация, товар, защита информации); - укомплектованность квалифицированными кадрами; - ГИС СФУП и ЕСЭДД. Права принадлежат городу, ежегодное развитие и обслуживание; - наличие системы криптозащиты информации согласно стандартам ФСТЭК России и ФСБ России; - юридическая поддержка; - стандартизированный процесс формирования бюджета; - стабильное финансирование; - актуальное лицензионное прикладное программное обеспечение 	<p>Слабые стороны:</p> <ul style="list-style-type: none"> - информационные системы не интегрированы между собой; - задержка обновления компьютерного парка и расходных материалов; - сложность отслеживания сроков исполнения ГК (этапов ГК); - частые нарушение сроков рассмотрения заявок; - взаимодействие с тех. службой нерегламентировано, слишком большое время отклика; - недостаточный объем памяти основного серверного хранилища; - отсутствие запланированного резервного копирования
Внешние	<p>Возможности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создание новых подсистем и развитие существующих; - увеличение объема бюджетных средств направленных на нужды информатизации; - имплементация облачных технологий; - переезд серверов баз данных ИС в центры обработки данных (ЦОД); - объединение баз данных ИС; - оптимизация процессов взаимодействия с ГУ и частными организациями; - интеграция ИС с государственными реестрами. 	<p>Угрозы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - изменение законодательства в сфере закупок; - сокращение бюджета на развитие и обслуживание ГИСов; - изменение законодательства в отношении используемых программных продуктов в связи с импортозамещением; - глобальные проблемы во взаимодействии с внешними агентами как следствие некачественной реализации программы суверенного Интернета; - хакерские атаки; - инфляция; - санкции в отношении государственных учреждений и компаний; - коррупция.

Рисунок 11 - SWOT-анализ СПб ГКУ «УИТС»

Как видим, у организации существует ряд проблем – нарушаются сроки исполнения заявок, а также отсутствие интеграции действующих систем между собой.

С другой стороны, Комитет по информатизации и связи (организация-учредитель) придерживается современным тенденциям ИТ и необходимости выполнения программы «Цифровое общество» и в частности подпрограммы «Информационное государство».

3.4 Мотивационная модель

Как было отмечено в пункте выше, стимулами развития организации являются нарушение сроков рассмотрения заявок, отсутствие интеграции действующих ИС между собой, необходимость выполнения подпрограммы «Информационное общество» и развитие информационных технологий в области мультиагентных систем.

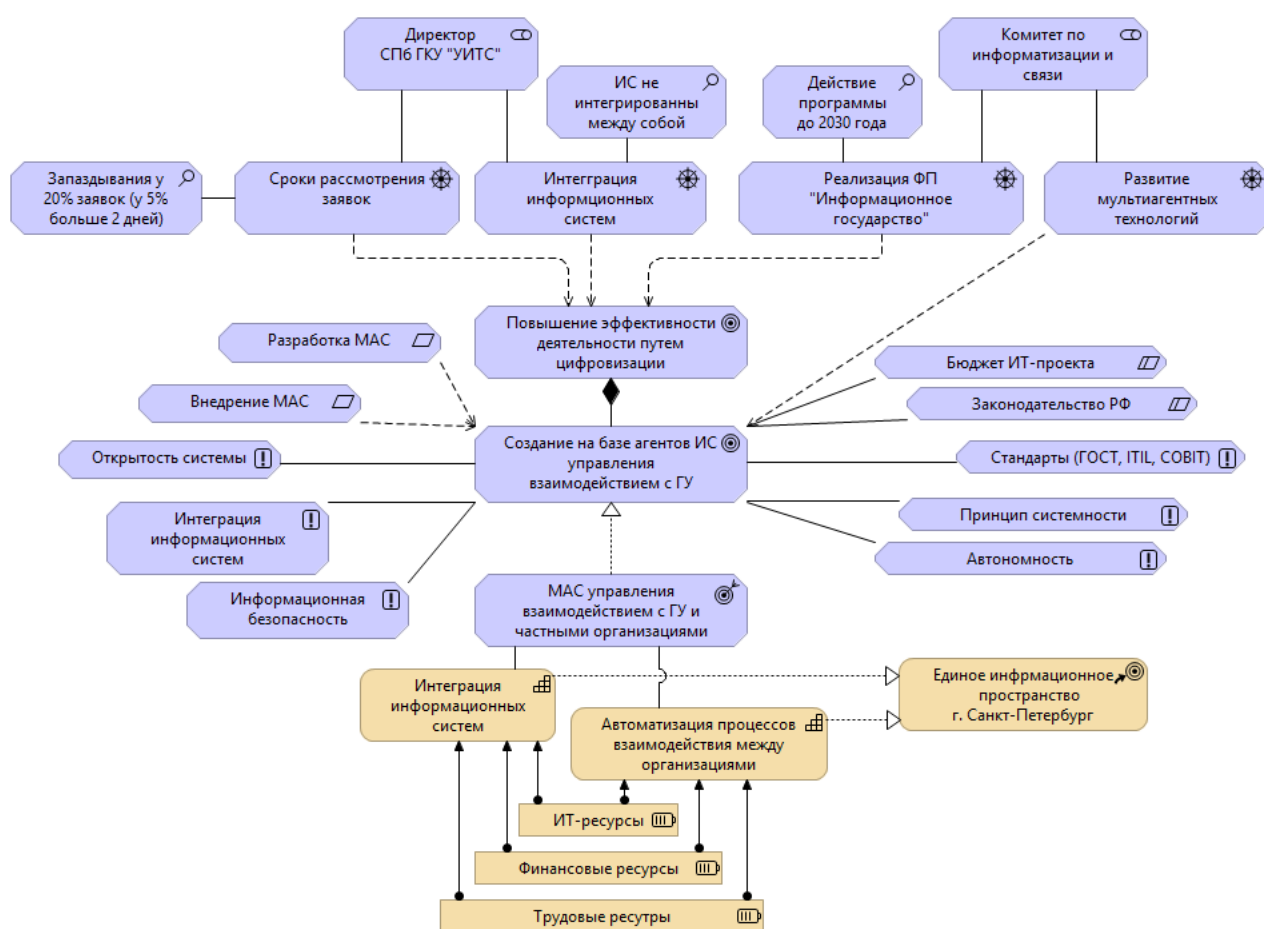


Рисунок 12 - Мотивационная модель СПб ГКУ «УИТС»

Т.о. основной целью развития становится повышение эффективности деятельности предприятия путем цифровизации, основным компонентом которой является создание на базе агентов информационной системы управления взаимодействием с государственными учреждениями.

Результатом же должна стать мультиагентная система управления взаимодействием с государственными учреждениями и частными организациями. Для достижения этого результата требуется разработать и внедрить МАС, при этом нужно придерживаться принципам информационной безопасности, открытости, совместимости и интеграции информационных систем. Система также должна соответствовать современным стандартам, таким как ИТIL 4, COBIT 2019, ГОСТ 34, законодательству РФ, а реализация проекта не должна затратить больше выделенного бюджета на ИТ-проект.

Реализация проекта внедрения МАС позволит получить следующие новые возможности: интеграцию действующих информационных систем между собой и автоматизацию процессов взаимодействия организаций. Эти возможности позволят приблизиться к реализации планов г. Санкт-Петербург по созданию единого информационного пространства государственных учреждений города. Для реализации рассмотренных возможностей потребуются финансовые и трудовые ресурсы, а также ресурсы ИТ-инфраструктуры.

3.3 Процессы взаимодействия

В рамках своей деятельности сотрудникам СПб ГКУ «УИТС» приходится часто взаимодействовать с другими организациями, как государственными, так и частными. Для примеров таких взаимодействий можно выделить следующие процессы:

- процесс оказания ИТ-услуги ИОГВ или ГУ;
- формирование перечней потребностей ИОГВ или ГУ в ИТ-услугах;
- процесс обоснования начальной максимальной цены контракта.

Рассмотрим приведенные процессы в следующих пунктах.

3.3.1 Процесс оказания ИТ-услуги ИОГВ или ГУ

Для разработки концепции модернизации деятельности СПб ГКУ «УИТС» требуется построить модель процесса оказания ИТ-услуги ИОГВ или ГУ, чтобы определить участки требующие автоматизации. Кроме того, необходимо соблюдать следующие требования:

- создание единого информационного пространства ИОГВ;
- организация взаимодействия Комитета с ИОГВ и ГУ в процессе согласования электронных заявок для проведения закупок;
- обеспечение контроля распределения средств бюджета Санкт-Петербурга в сфере связи и информационных технологий в рамках полномочий Комитета;
- повышение качества и сокращение сроков оказания государственных услуг ИОГВ и ГУ;
- централизация информации о потребностях ИОГВ;
- централизация закупок ИОГВ;
- централизация механизмов согласования документов;
- централизация исполнения бюджета ИОГВ.

На рисунке 13 представлена упрощенная модель этого процесса.

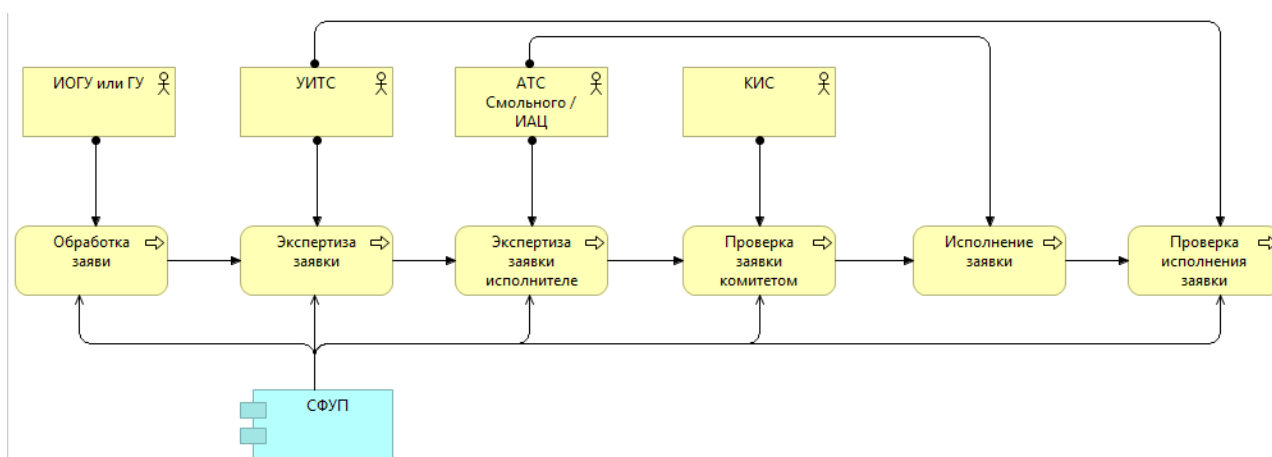


Рисунок 13 - Процесс оказания ИТ-услуги

Как видим весь процесс осуществляется вручную, лишь координируя действия с помощью СФУП. Т.о. в этом процессе необходим повсеместная автоматизация.

3.3.2 Ежегодное формирование централизованных заявок на ИТ-услуги

Ежегодное формирование централизованных заявок на ИТ-услуги один из важнейших ежегодных процессов СПб ГКУ «УИТС», ведь на его основании формируется бюджет организации на следующий год. Чем качественнее будет осуществлена актуализация потребностей организаций, тем меньше будет отклонений от использования бюджета как нашего объекта исследования, так и государственных учреждений, которым «УИТС» и КИС предоставляют ИТ-услуги.

Основной объем потребностей государственных учреждений формируется на основе неисполненных заявок в прошедшем году. Для этого сотрудник экспертно-методического отдела обрабатывает прошлогодние неисполненные заявки, на основе которых формирует перечни потребностей в виде файлов Excel. Затем требуется актуализация сформированного списка, поскольку потребности организации с прошлого года могли измениться – для этого сотрудник обзванивает органы исполнительной власти с целью определения текущих его потребностей и потребностей их подведомственных учреждений. Если же ИОГВ не могут предоставить необходимую информацию от подведомственного учреждения, то сотруднику ЭМО приходится самому узнавать эту информацию.

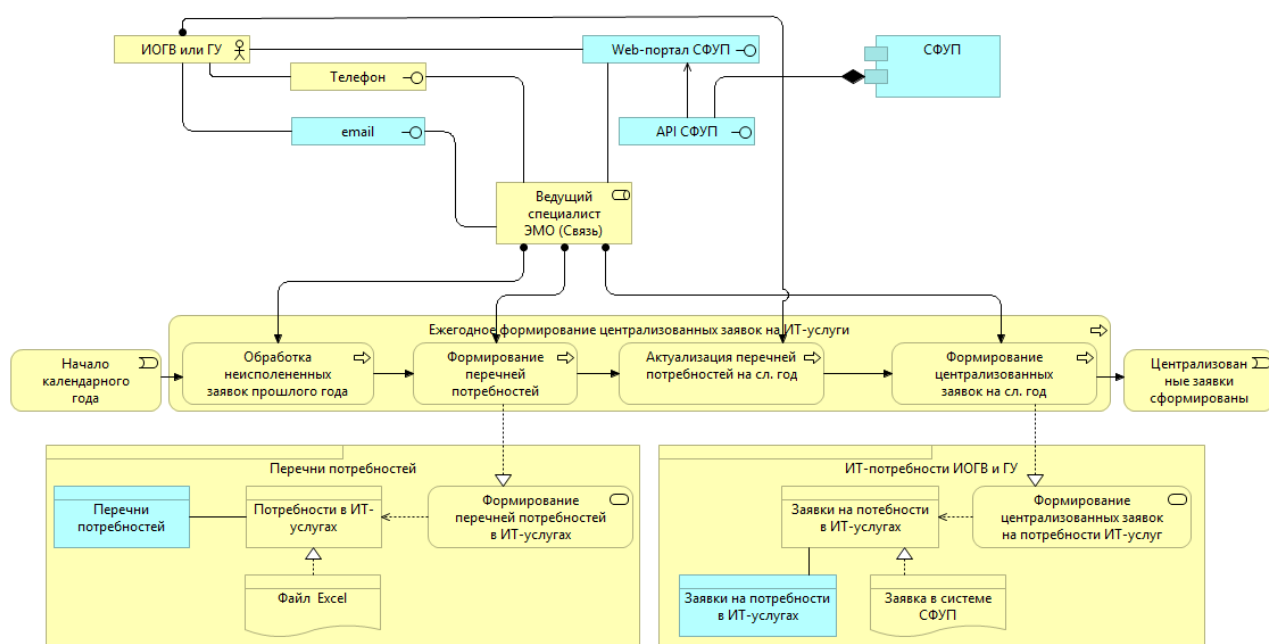


Рисунок 14 - Процесс ежегодного формирования централизованных заявок на ИТ-услуги

Все операции сотруднику ЭМО приходится выполнять вручную, на это требуется много времени. На сбор информации у одной организации уходит около 20 минут времени, организаций много, да и им также необходимо собрать информацию с подведомственных учреждений, так что только актуализация данных растягивается обычно на 1 месяц, суммарно же на исполнение данного процесса требуется примерно 1,5 месяца.

3.3.3 Процесс обоснования начальной максимальной цены контракта

Одним из ключевых подпроцессов процесса ведения ГК в организации является процесс определения начальной максимальной цены контракта, ведь именно эта цена ограничивает максимальные затраты бюджета г. Санкт-Петербург на потенциальный контракт. И чем ближе к рыночной цене она будет определена, тем большую экономию средств зафиксирует учреждение.

На рисунке 15 представлен рассматриваемый процесс.

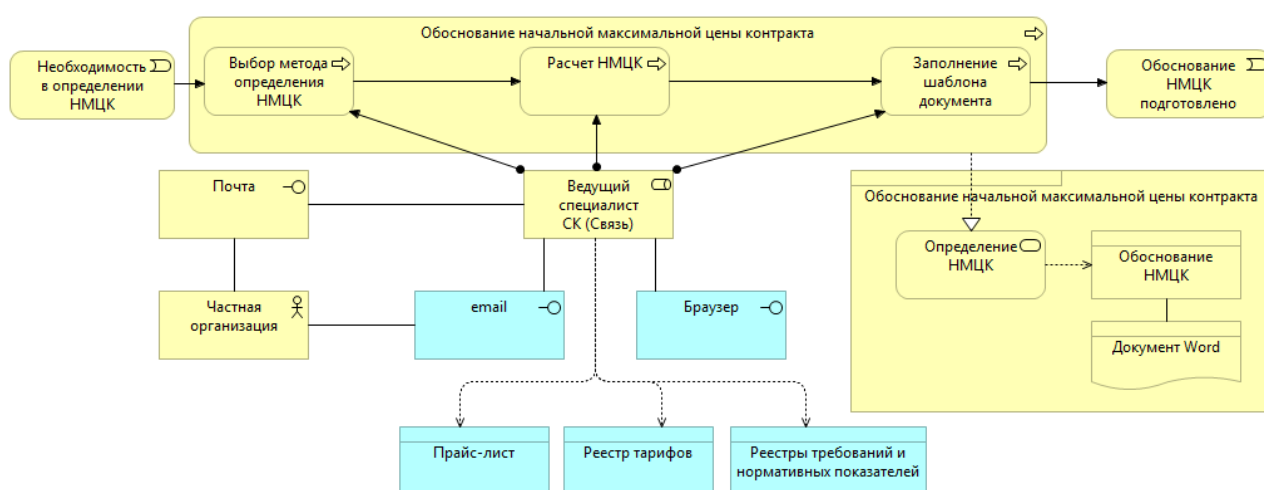


Рисунок 15 - Процесс обоснование начальной максимальной цены контракта

В данном процессе ведущий специалист сектора контроля должен рассчитать НМЦК и на его основе подготовить документ «обоснование начальной максимальной цены контракта». Для этого сперва сотруднику необходимо выбрать методы, которыми будет эта цена рассчитана, для этого он, руководствуясь Федеральным законом №44 от 05.04.2013 [34], определяет допустимые методы. Выбрав один или несколько из допустимых, он проводит необходимые действия по сбору информации и расчету НМЦК. Затем сотрудник подготавливает на основе

произведенного расчета документ обоснования цены, необходимый для дальнейшего хода процесса Ведения ГК.

ГЛАВА 4. РАЗРАБОТКА МУЛЬТАГЕНИТНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯМИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ И ИХ ОТНОШЕНИЯМИ С ЧАСТНЫМИ КОМПАНИЯМИ

4.1 Архитектура МАС

Поскольку мультиагентной считается совокупность агентов, действующие как в собственных интересах, так и выполняющих общую цель, то агенты являются активными элементами. Значит целесообразно программировать агентов на определенное небольшое количество функций.

На рисунке 16 представлена предлагаемая архитектура мультиагентной системы управления взаимодействиями СПб ГКУ «УИТС» в рамках своей основной деятельности.

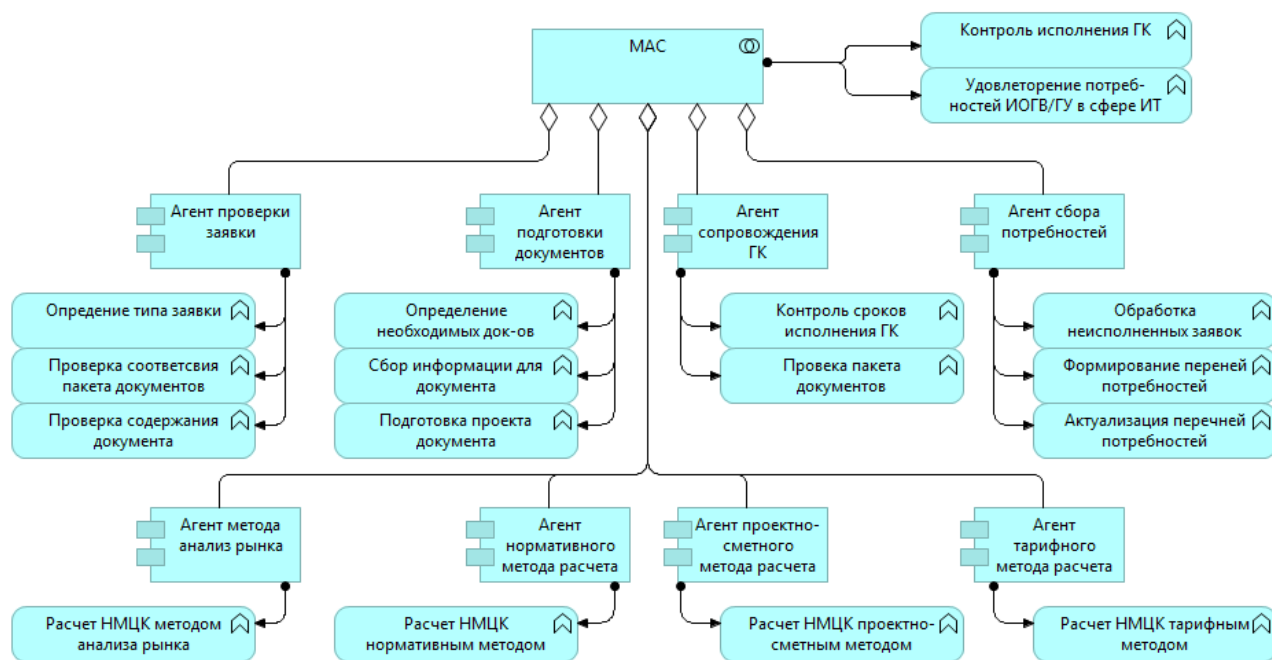


Рисунок 16 - Архитектура мультиагентной системы

На данном рисунке указаны следующие агенты:

- агент проверки заявки;
- агент подготовки документов;
- агент сопровождения ГК;
- агент сбора потребностей;
- агент метода расчета «анализ рынка»;

- агент нормативного метода расчета;
- агент проектно-сметного метода расчета;
- агент тарифного метода расчета.

Подробнее об агентах будет рассказано в следующих пунктах данной главы.

4.1.1 Агент проверки заявки

Данный агент предназначен для обработки входящих заявок на ИТ-услуги. В рамках своих функций агент определяется тип поступающей заявки, в зависимости от типа проверяет комплектацию пакета документов, а также проверяет содержание поступивших документов (рисунок 17).

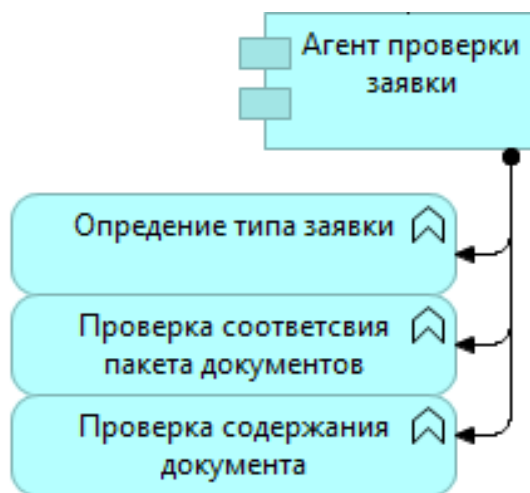


Рисунок 17 - Функции агента проверки заявки

Для описания агента приведем алгоритм его работы:

- агент проверяет СФУП на поступающие заявки;
- если поступила заявка на ИТ-услугу, то приступить к определению типа заявки, иначе вернуться в п.1;
- определить перечень документов для текущего типа заявки;
- если поступивший пакет документов совпадает с перечнем необходимых документов, то приступить к проверке содержания документов, иначе отклонить заявку и сообщить заявителю о недостаточном пакете документов и необходимости исправления пакета документов;
- проверка содержания документов;

- если документы составлены верно, то отметить в системе СФУП, успешно пройдена проверка, иначе отклонить заявку и сообщить заявителю об ошибках в документах и необходимости их исправления.

4.1.2 Агент подготовки документов

Рассматриваемый агент предназначен для подготовки документов. В рамках своих функций агент определяет перечень документов, которые необходимо подготовить на том этапе, где вызывают данного агента, собирает информацию от других агентов или реестров информацию, необходимую для формирования документа, и формирует проект документа (рисунок 18).

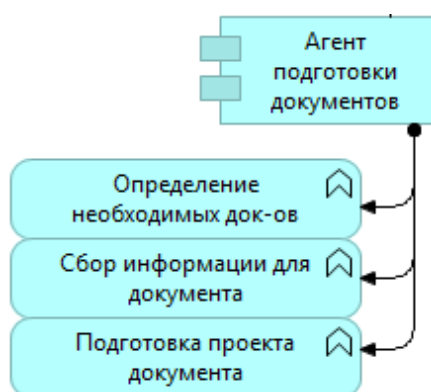


Рисунок 18 - Функции агента подготовки документов

Для описания агента приведем алгоритм его работы:

- агент определяет перечень документов, для подготовки которых был вызван агент;
- определяет информацию, которую нужно найти для формирования документа;
- собирает информацию;
- формирует проект документа;
- если все необходимые документы подготовлены, то сообщает об этом, иначе переходит к следующему документу, который необходимо подготовить.

4.1.3 Агент сопровождения ГК

Текущий агент предназначен для сопровождения ГК. В рамках своих обязанностей выполняет следующие функции: контролирует сроки исполнения ГК, проверяет пакет документов соответствующего этапа ГК (рисунок 19).



Рисунок 19 - Функции агента сопровождения ГК

Для описания агента приведем алгоритм его работы при контроле сроков исполнения ГК:

- определяет перечень ГК, которые находятся на исполнении в текущий момент;
- анализирует ГК на изменения;
- если это первая редакция, то, согласно ГК, определяет ключевые даты контракта и определяет пакет документов, которые должны поступить к ключевой дате контракта, заносит эту информацию в календарь и переходит к следующему контракту, иначе вносит изменения в календарь и переходит к следующему контракту;
- если текущая дата на 1 меньше контрольной даты и не поступил полный пакет документов, то сообщает подрядчику о необходимости предоставить в течение дня необходимые документы;
- если текущая дата равна контрольной дате контракта и поступил весь пакет документов, то сообщает ведущему специалисту сектора контроля об их поступлении и начинает проверку документов, иначе сообщает специалисту и подрядчику о нарушении сроков промежуточных контрольных точек;

- если при автоматической проверке выявлены ошибки, то сообщает специалисту и подрядчику о необходимости исправления найденных ошибок, иначе передаёт сообщение специалисту о необходимости контрольной проверки документов;
- если на текущий день нет еще одной контрольной даты в календаре, то устанавливает событие на запуск этого алгоритма на следующий день, иначе переходит к проверке следующей контрольной даты (п.5).

4.1.4 Агент сбора потребностей

Данный агент предназначен для сбора потребностей в ИТ-услугах государственных учреждений. В рамках своих обязанностей выполняет следующие функции: обрабатывает неисполненные заявки, формирует перечни потребностей, актуализирует информацию в перечнях потребностей (рисунок 20).

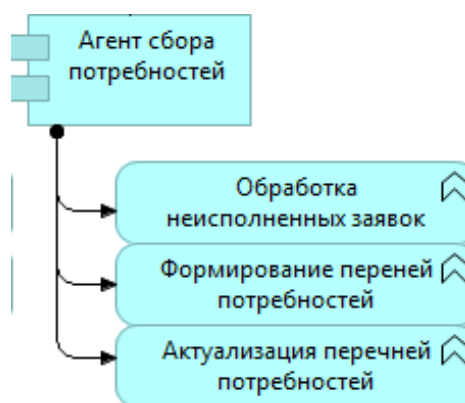


Рисунок 20 - Функции агента сбора потребностей

Для описания агента приведем алгоритм его работы в процессе формирования централизованных заявок на ИТ-услуги:

- в системе СФУП агент выбирает неисполненные заявки на ИТ-услуги;
- по типам ИТ-услуг формирует перечни потребностей государственных учреждений;
- если данные по ИОГВ не актуализированы, то отправляет email органу власти с просьбой актуализировать свои потребности и потребности подведомственных ему учреждений, иначе переходит к следующему ИОГВ;

- если агенту ответ ИОГВ не получается распознать или не по всем подведомственным учреждениям переданы данные, то обращается к специалисту для помощи, иначе актуализирует перечни потребностей;
- объединяется с агентом подготовки документов для формирования централизованных заявок на ИТ-услуги;
- размещает централизованные заявки в системе СФУП.

4.1.5 Агенты расчета НМЦК

В данном пункте рассмотрим несколько агентов, выполняющих одну и ту же функцию, но разными методами. Этим агентам назначена функция расчета начальной максимальной цены контракта (рисунок 21).

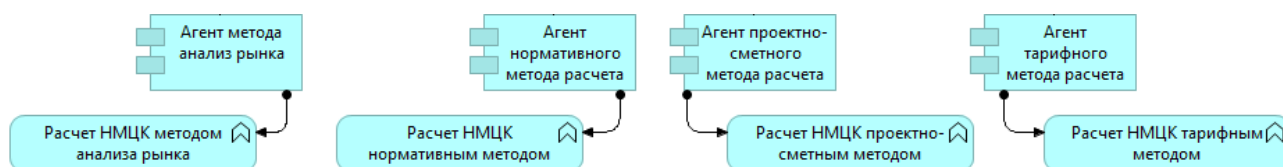


Рисунок 21 - Функции агентов расчета начальной максимальной цены контракта

Для описания агентов приведем алгоритм их работы:

- поступает запрос на расчет НМЦК определенными методами;
- если выбраны несколько методов расчета, то агенты объединяются для расчета цены несколькими методами расчета;
- расчет НМЦК;
- передача сообщения о завершении расчета НМЦК.

4.2 Интеграция МАС с действующими системами

Поскольку одним из ключевых аспектов МАС является окружающая среда и представление МАС о ней, то покажем на рисунке 22 интеграцию разрабатываемой мультиагентной системы с действующими на предприятии системами. На данном рисунке изображены красным цветом существующие элементы, а голубым – планируемые к вводу.

Агенты проверки заявок, подготовки документов, сбора потребностей и сопровождения ГК интегрируются с действующими на предприятии системами СФУП и ЕСЭДД посредством API-интерфейсов соответствующих систем.

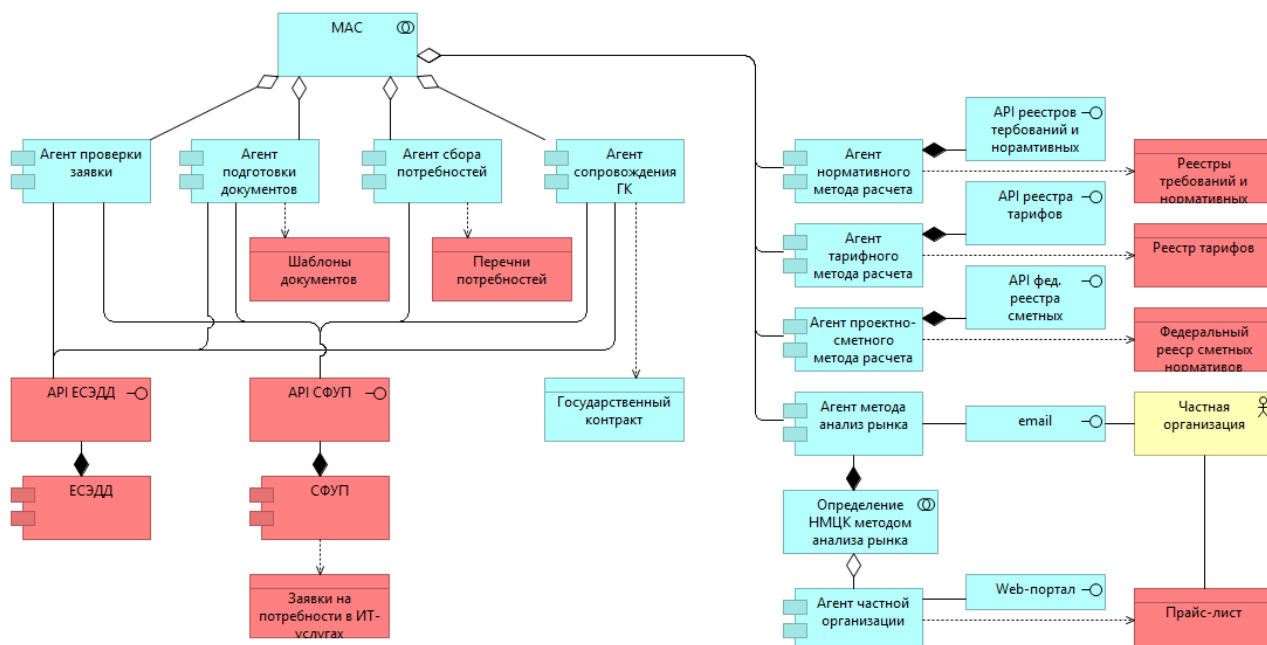


Рисунок 22 - Модель интеграции MAC с действующими системами

Агент подготовки документов получает доступ к базе шаблонов документов, расположенных на файловом сервере путем наделения ему прав доступа и стандартных сетевых протоколов. Аналогичным образом агент сбора потребностей получает доступ к файлам Excel перечней потребностей.

Для агентов расчета НМЦК требуется разработка API-интерфейсов к государственным реестрам с необходимой информацией, поскольку они не были созданы государством при создании и развитии этих реестров.

4.3 Процессы взаимодействия с использованием MAC

Для примера того, как преобразуются процессы взаимодействия между СПб ГКУ «УИТС» с государственными учреждениями и частными организациями, приведем несколько процессов рассмотренные в следующих пунктах главы.

4.3.1 Ежегодное формирование централизованных заявок на ИТ-услуги

В данном процессе агент сбора потребностей выполняет основную работу по сбору потребностей государственных учреждений в ИТ-услугах. Для этого он анализирует заявки прошлых лет для выявления неисполненных. На их основании он формирует перечни потребностей по видам ИТ-услуг. Затем он, взаимодействуя посредством электронной почты с гос. учреждениями, актуализирует

статус этих потребностей, ведь нужды учреждений могли измениться с начала календарного года. Поскольку организации могут ответить агенту произвольным образом или же вообще не ответить, то агент может обратиться за помощью либо за инструкциями к специалисту, отвечающему за формирование перечней потребностей.

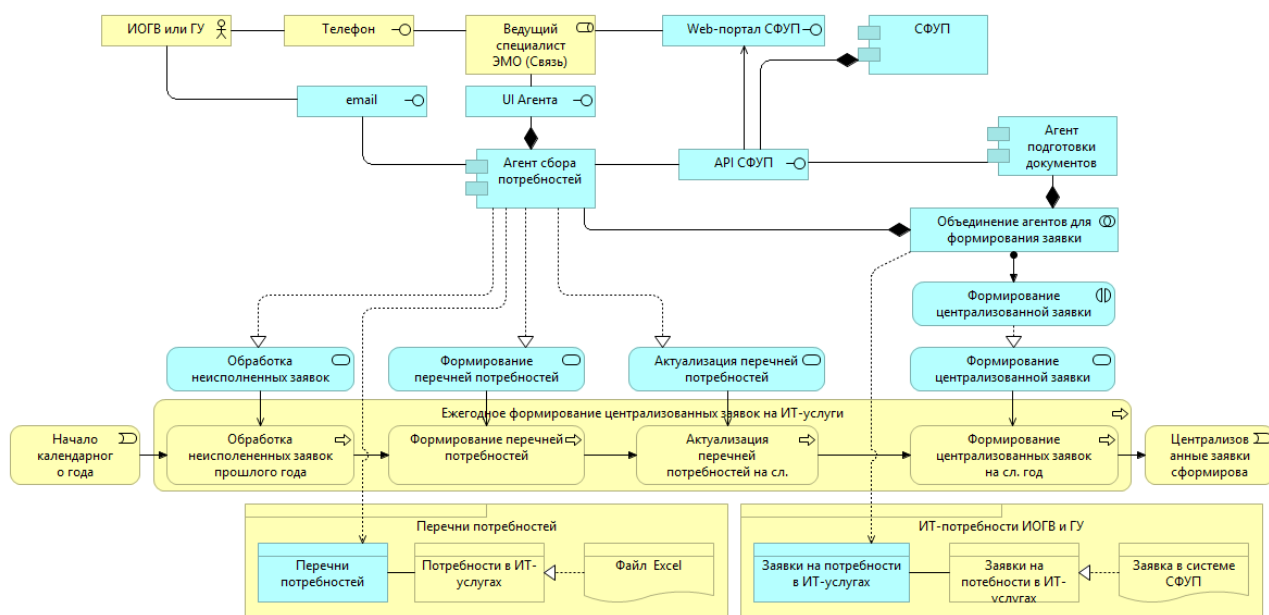


Рисунок 23 - Процесс ежегодного формирования централизованных заявок на ИТ-услуги с использованием МАС

Далее, сформировав перечни, согласно нормативным документам, необходимо подготовить централизованные заявки на предоставление ИТ-услуг. Для этого агент сбора потребностей совместно с агентом подготовки документов готовит пакет необходимых документов и размещает централизованные заявки.

Сравнивая процесс до и после внедрения МАС, то сам процесс и его результат с точки зрения бизнеса не изменился – изменились основные показатели. Время на обработку неисполненных заявок, формирование перечней потребностей и формирование централизованных заявок сократилось (вместо недели работы специалиста теперь требуется 1-2 часа работы программного агента), а для актуализации затрачиваемое сотрудником время сократится в 4 раза. Суммарная продолжительность процесса сократится в 3 раза – с 1,5 месяцев до 2х недель.

4.3.2 Процесс контроля и исполнения ГК

На рисунке ниже представлен процесс контроля и исполнения ГК.

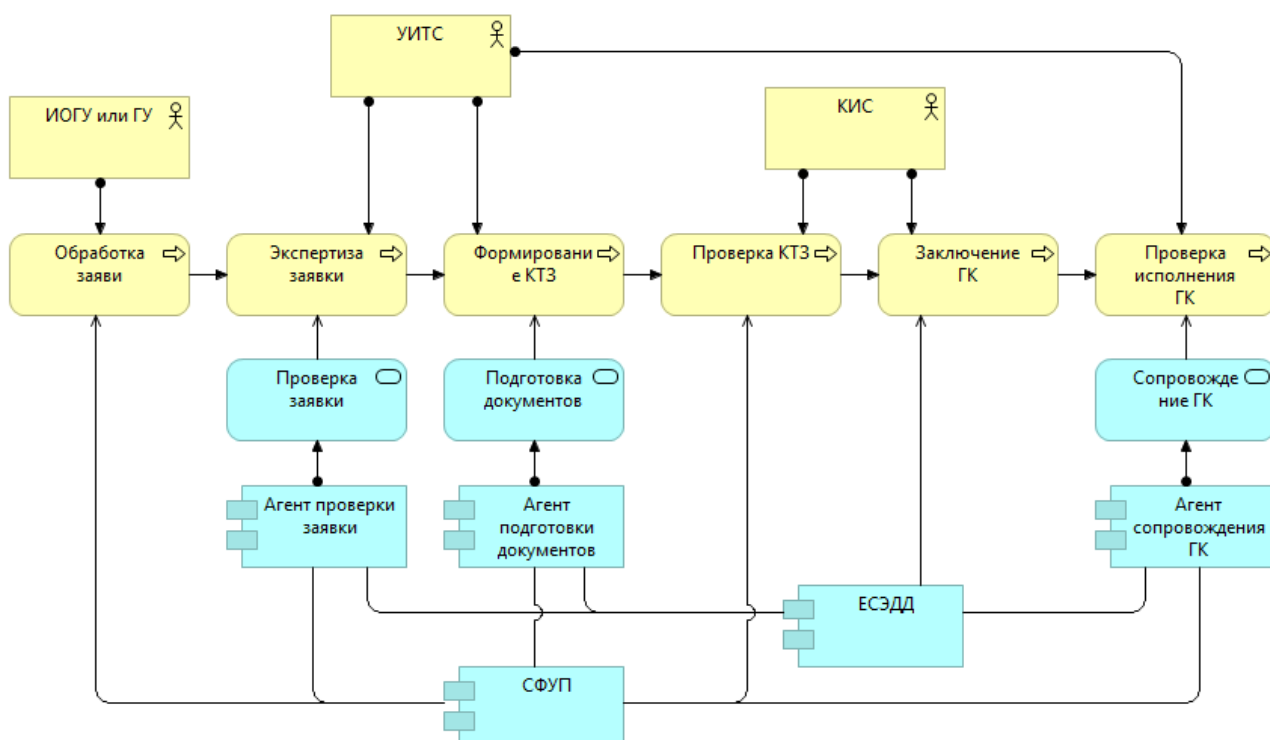


Рисунок 24 - Процесс контроля и исполнения ГК

В данном процессе представлено взаимодействие агентов и с действующими системами. Такой вид взаимодействия позволит снизить трудозатраты на ведение ГК.

4.3.3 Процесс обоснования начальной максимальной цены контракта

Теперь рассмотрим один из ключевых подпроцессов процесса ведения ГК – процесс обоснования начальной максимальной цены контракта.

В данном процессе агенту подготовки документов требуется определить НМЦК – для этого он определяет метод определения этой цены. Это зависит от закупаемых товаров, работ или услуг (это регламентировано законами РФ и постановлениями правительства г. Санкт-Петербург). Далее, после передачи сообщения об определении методов определения НМЦК, соответствующие агенты расчета НМЦК объединяются для определения искомого значения. После этого агент подготовки документов формирует необходимые документы для продолжения процесса Заключения и ведения ГК.

Как и в модели «as is» с точки зрения бизнеса процесс изменился незначительно: тот же состав подпроцессов, тот же результат, поскольку наличие полученного документа требуется законодательством [35].

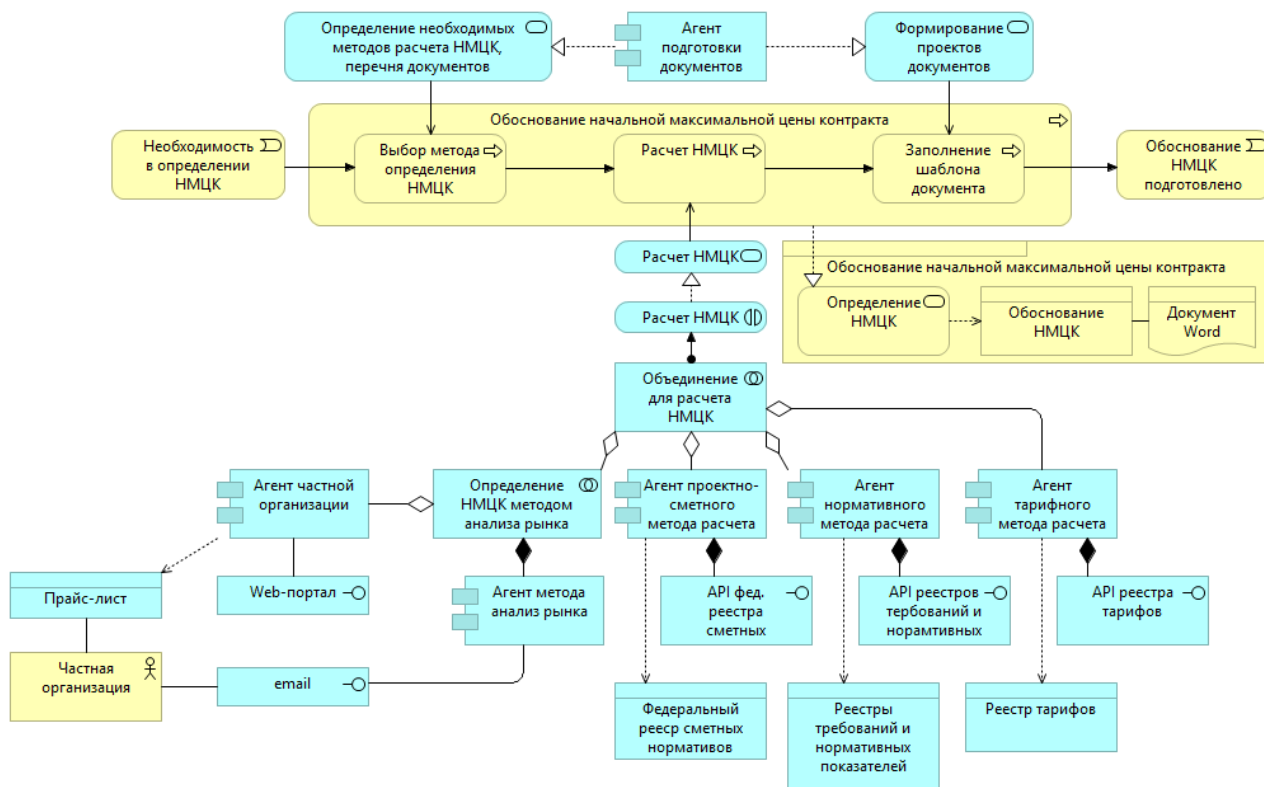


Рисунок 25 - Процесс обоснования начальной максимальной цены контракта с использованием МАС

Изменились инструменты реализации этого результата – теперь не требуется участие человека в определении НМЦК, что снижает время получения результата, а также улучшилась его точность (начальная цена становится близкой к рыночной цене товаров/услуг/работ входящих в объект закупки).

Если для определения цены методом исследования рынка раньше требовалось зачастую больше недели времени, то теперь сбор информации занимает не больше 3 дней, если требуется обращение за стоимостью работ/услуг при помощи электронной почты – эти показатели гарантируются количеством запросов цен поставщикам работ/услуг. Расчеты же агентом проводятся за несколько минут. В итоге количество требуемых человеко-часов для рассматриваемого процесса сократилось до 0, что позволит перенаправить работу специалиста на другие задачи либо позволит увеличить количество контрактов, которые он сможет вести без потери качества.

4.4 Проект внедрения МАС

Для реализации внедрения мультиагентной системы необходимо разработать проект внедрения. Для этого составим план-график, определим необходимые для этого ресурсы: трудовые и финансовые [31]. Для формирования плана-графика будем использовать программное приложение Microsoft Project. Модель жизненного цикла проекта будет «водопадная», поскольку государственные учреждения должны придерживаться государственным стандартам, а ЖЦ проекта разработки информационной системы описывается ГОСТ 34. Для формирования затрат на проект будем использовать региональные нормативы на работы по созданию информационных систем.

4.4.1 Диаграмма Ганта проекта внедрения МАС

Как было отмечено ранее, нам необходимо придерживаться ГОСТу. Согласно ему, проект состоит из следующих этапов: формирование требований к МАС, разработка концепции МАС, техническое задание, эскизный проект, технический проект, рабочая документация, ввод в действие. Состав работ может отличаться от приведенного в стандарте образца в зависимости от разрабатываемой информационной системы. На рисунке 25 представлен диаграмма Ганта (план-график) подготовленная в среде MS Project.

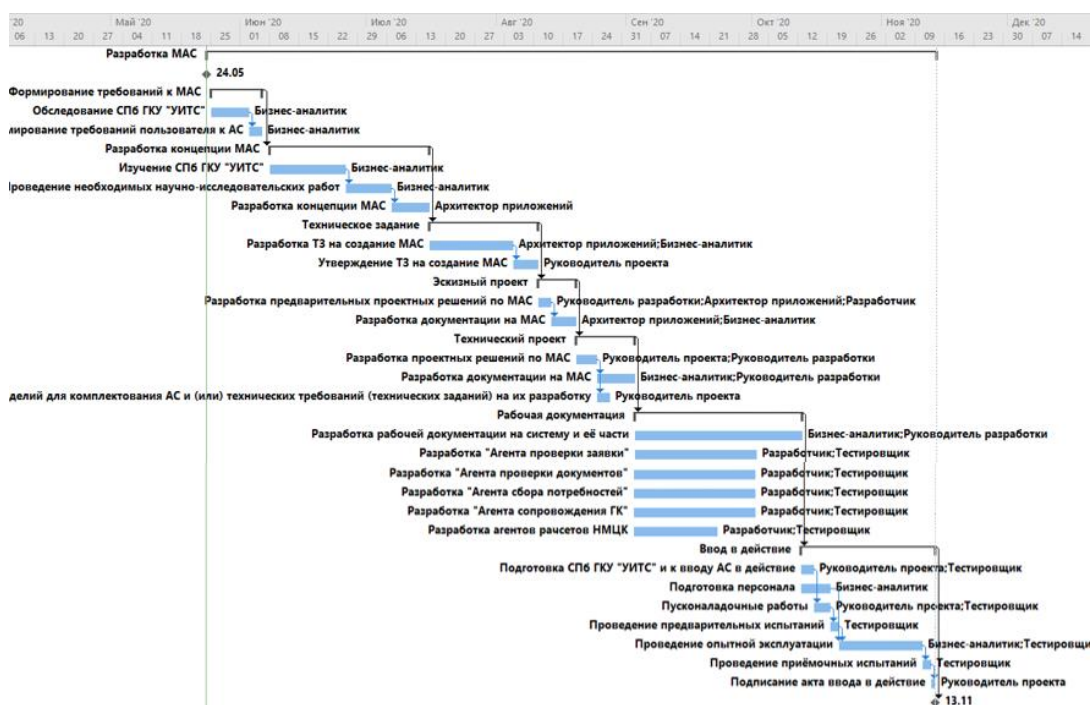


Рисунок 26 - План-график проекта в MS Project

Как видим из плана-графика общая продолжительность проекта составляет 125 дней. Для реализации этого проекта понадобится команда из 19 человек, состоящая из руководителя проекта, двух бизнес-аналитиков, двух архитекторов приложений, двух руководителей команд разработки, 10 разработчиков, 2 тестировщика.

Суммарные затраты на данный проект будут рассчитаны в следующем пункте.

4.4.2 Оценка стоимости проекта внедрения МАС

Для расчета стоимости проекта, как было указано в начале пункта 4.4, будет основываться на региональные нормативы на работы по созданию информационных систем. Для наглядности этого расчета составим таблицу, в которой будут указаны стоимости работ на каждом этапе разработки информационной системы (Таблица 3).

Таблица 3 - Стоимость работ проекта

№ п.п.	Наименование работы	Ед. изм.	Объем	Цена за 1 усл. ед. с НДС (20%) руб.	Стоимость по этапам с НДС (20%) руб.
1.	Работы 1 этапа «Формирование требований к МАС»				279 537,00
1.1.	Обследование СПб ГКУ «УИТС»	усл. ед.	1	135 846,00	
1.2.	Формирование требований пользователя к АС	усл. ед.	1	143 691,00	
2.	Работы 2 этапа «Разработка концепции МАС»				1 082 095,00
2.1.	Изучение СПб ГКУ «УИТС»	усл. ед.	1	276 463,00	
2.2.	Проведение необходимых научно-исследовательских работ	усл. ед.	1	429 654,00	
2.3.	Разработка концепции МАС	усл. ед.	1	375 978,00	

Продолжение таблицы 3

3.	Работы 3 этапа «Техническое задание»				815 394,00
3.1.	Разработка ТЗ на создание МАС	усл. ед.	1	694 745,00	
3.2.	Утверждение ТЗ на создание МАС	усл. ед.	1	120 649,00	
4.	Работы 4 этапа «Эскизный проект»				602 360,00
4.1.	Разработка предварительных проектных решений по МАС	усл. ед.	1	237 648,00	
4.2.	Разработка документации на МАС	усл. ед.	1	364 712,00	
5.	Работы 5 этапа «Технический проект»				1 023 836,00
5.1.	Разработка проектных решений по МАС	усл. ед.	1	457 307,00	
5.2.	Разработка документации на МАС	усл. ед.	1	324 746,00	
5.3.	Разработка и оформление документации на поставку изделий для комплектования АС и (или) технических требований (технических заданий) на их разработку	усл. ед.	1	241 783,00	
6.	Работы 6 этапа «Рабочая документация»				2 483 601,00
6.1.	Разработка рабочей документации на систему и её части	усл. ед.	1	674 941,00	
6.2.	Разработка «Агента проверки заявки»	усл. ед.	1	357 194,00	
6.3.	Разработка «Агента проверки документов»	усл. ед.	1	357 194,00	
6.4.	Разработка «Агента сбора потребностей»	усл. ед.	1	357 194,00	
6.5.	Разработка «Агента сопровождения ГК»	усл. ед.	1	357 194,00	
6.6.	Разработка агента расчета НМЦК	усл. ед.	4	94 971,00	

Продолжение таблицы 3

7.	Ввод в действие				1 145 800,00
7.1.	Подготовка СПб ГКУ «УИТС» и к вводу АС в действие	усл. ед.	1	130 648,00	
7.2.	Подготовка персонала	усл. ед.	1	246 985,00	
7.3.	Пусконаладочные работы	усл. ед.	1	239 757,00	
7.4.	Проведение предварительных испытаний	усл. ед.	1	126 752,00	
7.5.	Проведение опытной эксплуатации	усл. ед.	1	148 446,00	
7.6.	Проведение приёмочных испытаний	усл. ед.	1	132 563,00	
7.7.	Подписание акта ввода в действие	усл. ед.	1	120 649,00	

Как видим из таблицы общая стоимость реализации проекта составляет 7 432 623,00 руб. Как это обычно и бывает, основная масса средств требуются не только непосредственно этап «Рабочий проект», где и происходит разработка проекта, но и на подготовительные к этому этапу работы.

4.4.3 Выбор среды разработки МАС

Для решения задачи выбора средств разработки МАС был выполнен сбор информации по наиболее распространенным МАС, определены достоинства и недостатки средств разработки, а также выполнен собственно выбор среды разработки при помощи метода иерархий Т. Саати.

Поскольку в области управления предприятием/корпорацией используются в большинстве своем программные агенты, то есть очень широкий спектр инструментальных средств разработки МАС, поддерживаемых данным вид агентов, поэтому рассмотрим наиболее популярные средства.

Java Agent Development Framework (JADE) – широко используемая программная среда для создания мультиагентных систем и приложений, поддерживающая FIPA стандарты для интеллектуальных агентов.

Agent Building and Learning Environment (ABLE) – это инструментарий, написанный на языке Java, для разработки и развертывания приложений на базе гибридных интеллектуальных агентов.

MASON – Java библиотека для моделирования мультиагентных систем.

REPAST – набор инструментов для создания систем, основанных на агентах.

Обобщенные сведения о средствах разработки МАС представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Общие сведения о средствах разработки

№	Наименование	Лицензия	Поддерживаемые языки программирования
1	JADE	LGPL v2	Java
2	ABLE	BSD	Able Rule Language (ARL)
3	MASON	Commercial	Java
4	REPAST	BSD	Java, Python, Visual Basic, .Net, C++, J#, C#

Как было отмечено ранее, для решения задачи выбора в работе был определен метод анализа иерархий Т.Саати (МАИ). Данный метод является математическим инструментом системного подхода к сложным проблемам принятия решений. Метод анализа иерархий не предписывает лицу, принимающему решение, какого-либо «правильного» решения, а позволяет ему в интерактивном режиме найти такой вариант (альтернативу), который наилучшим образом согласуется с его пониманием сути проблемы и требованиями к ее решению.

Метод анализа иерархий широко используется на практике и активно развивается учеными всего мира. В его основу заложены математические и психологические аспекты. Метод анализа иерархий позволяет понятным и рациональным образом структурировать сложную проблему принятия решений в виде иерархии, позволяет проводить сравнительный анализ и выполнить количественную оценку альтернативных вариантов решения.

Решение задачи было получено в результате выполнения четырех этапов МАИ:

- построение иерархии;
- построение матрицы парных сравнений;

- проверка согласованности матриц;
- синтез приоритетов на иерархии.

На основе МАИ было выполнено сравнение альтернатив из таблицы 4 по следующим критериям:

- стоимость лицензионного использования инструментария;
- спектр возможных используемых типов агентов;
- информационная безопасность;
- уровень использования знаний;
- наличие достаточного описания в литературе.

Ниже представлена сводная таблица соревнований.

Таблица 5 - Сводная таблица соревнований

	Стоимость лицензионного использования инструментария	Спектр возможных используемых типов агентов	Информационная безопасность	Уровень использования знаний	Наличие достаточного описания в литературе
JADE	1	2	1	2	1
ABLE	2	1	3	1	4
MASON	3	3	3	3	3
REPAST	2	2	2	2	2

Использование метода анализа иерархии Т.Саати для выбора инструмента для разработки MAS будет показано ниже.

Для начала необходимо построение иерархии. В вершине иерархии расположена цель данного исследования, ниже выделены 5 рассмотренных критериев выбора, а дальше 4 альтернативы, из которых в итоге и нужно будет сделать итоговый выбор среды разработки мультиагентной системы (Рисунок 27).

Далее нужно построение матрицы парных сравнений критериев.

В соответствии со шкалой субъективных суждений сравнения критериев выделяются наиболее значимые и важные критерии, составляется список суждений (Таблица 6).

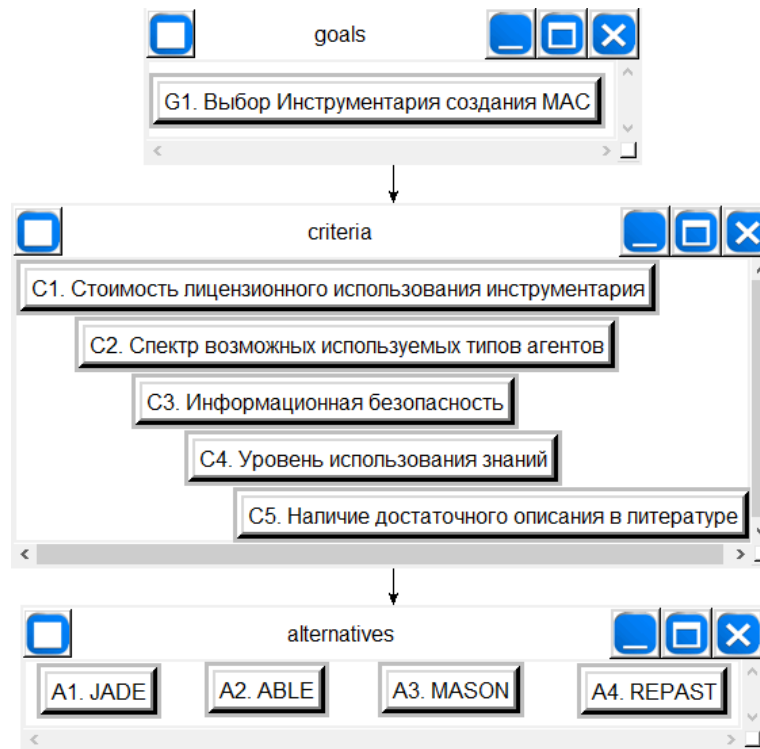


Рисунок 27 - Иерархия

Таблица 6 - Шкала субъективных суждений сравнения критериев

Значение	Определение
1	А и В одинаково важны
3	А незначительно важнее, чем В
5	А значительно важнее В
7	А явно важнее В
9	А по своей значительности абсолютно превосходит В
2, 4, 6, 8	Промежуточные значения

Можно выделить следующие субъективные суждения:

- стоимость, спектр используемых агентов и уровень использования знаний незначительно важнее чем наличие достаточного описания в литературе;
- спектр используемых типов и уровень использования знаний незначительно важнее стоимости лицензии;
- информационная безопасность явно важнее стоимости и наличия достаточного описания в литературе;

- информационная безопасность незначительно важнее спектра используемых типов агентов и уровня использования знаний;
- спектр используемых типов агентов и уровень использования знаний одинаково важны.

Матрица попарных сравнений важности критериев представлена на следующем рисунке.

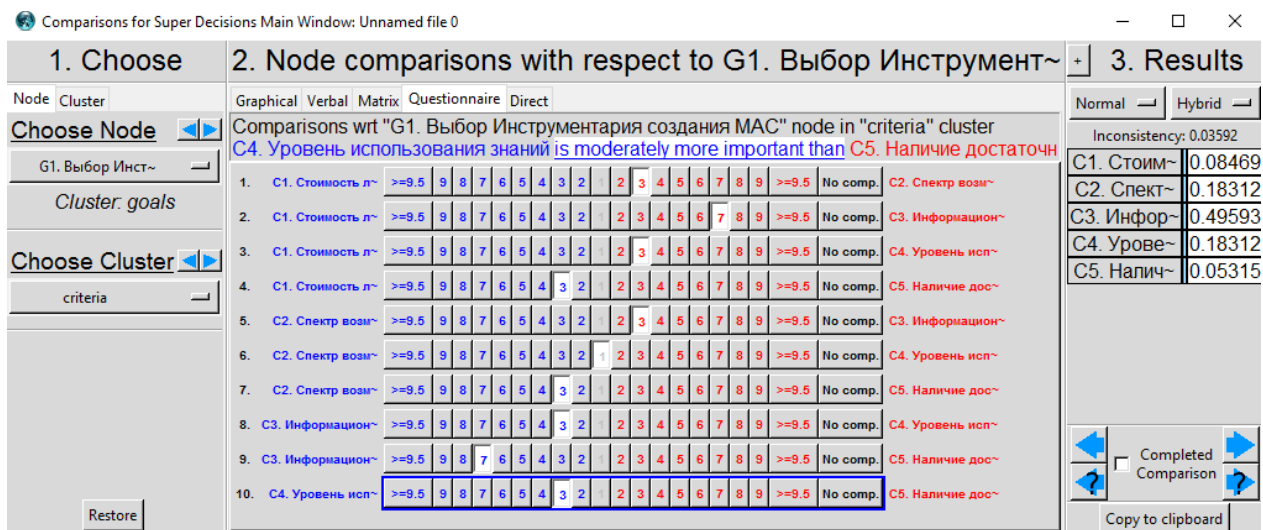


Рисунок 28 - Матрица попарных сравнений важности критериев

На третьем этапе необходимо построение матриц попарных сравнений альтернатив по критериям.



Рисунок 29 - Матрица попарных сравнений по первому критерию

1. Choose 2. Node comparisons with respect to C2. Спектр возможных~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node C2. Спектр воз~ Cluster: criteria

Choose Cluster alternates

Restore

Comparisons wrt "C2. Спектр возможных используемых типов агентов" node in "alternates" cluster

1.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2. ABLE	
2.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3. MASON	
3.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST
4.	A2. ABLE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3. MASON	
5.	A2. ABLE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST	
6.	A3. MASON	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST	

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.04208

A1. JADE	0.20255
A2. ABLE	0.55535
A3. MASON	0.05080
A4. REPAST	0.19130

Completed Comparison

Copy to clipboard

Рисунок 30 - Матрица попарных сравнений по второму критерию

1. Choose 2. Node comparisons with respect to C3. Информационная б~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node C3. Информацио~ Cluster: criteria

Choose Cluster alternates

Restore

Comparisons wrt "C3. Информационная безопасность" node in "alternates" cluster

A4. REPAST is strongly more important than A3. MASON

1.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2. ABLE
2.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3. MASON
3.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST
4.	A2. ABLE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3. MASON
5.	A2. ABLE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST
6.	A3. MASON	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.05367

A1. JADE	0.57151
A2. ABLE	0.06208
A3. MASON	0.08755
A4. REPAST	0.27886

Completed Comparison

Copy to clipboard

Рисунок 31 - Матрица попарных сравнений по третьему критерию

Comparisons for Super Decisions Main Window: Unnamed file 0

1. Choose 2. Node comparisons with respect to C4. Уровень использо~ 3. Results

Node Cluster Graphical Verbal Matrix Questionnaire Direct

Choose Node C4. Уровень ис~ Cluster: criteria

Choose Cluster alternates

Restore

Comparisons wrt "C4. Уровень использования знаний" node in "alternates" cluster

A4. REPAST is moderately to strongly more important than A3. MASON

1.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A2. ABLE
2.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3. MASON
3.	A1. JADE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST
4.	A2. ABLE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A3. MASON
5.	A2. ABLE	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST
6.	A3. MASON	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	A4. REPAST

Normal Hybrid

Inconsistency: 0.05916

A1. JADE	0.20491
A2. ABLE	0.60113
A3. MASON	0.05446
A4. REPAST	0.13950

Completed Comparison

Copy to clipboard

Рисунок 32 - Матрица попарных сравнений по четвертому критерию

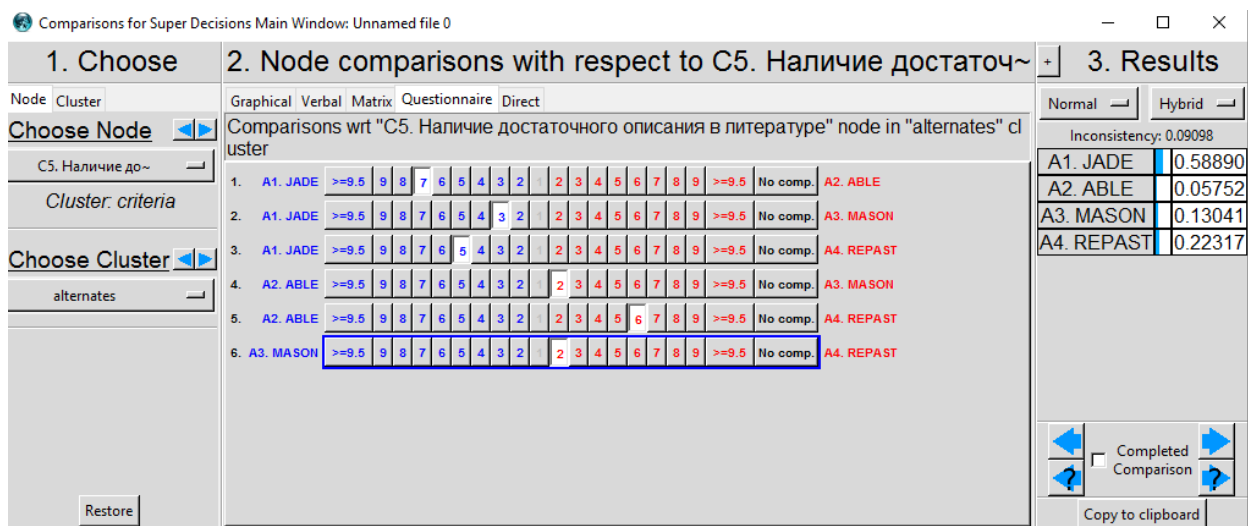


Рисунок 33 - Матрица попарных сравнений по пятому критерию

На четвертом этапе произведем синтез приоритетов.

Итоговые полученные приоритеты для альтернатив представлены в ниже-приведенном рисунке.

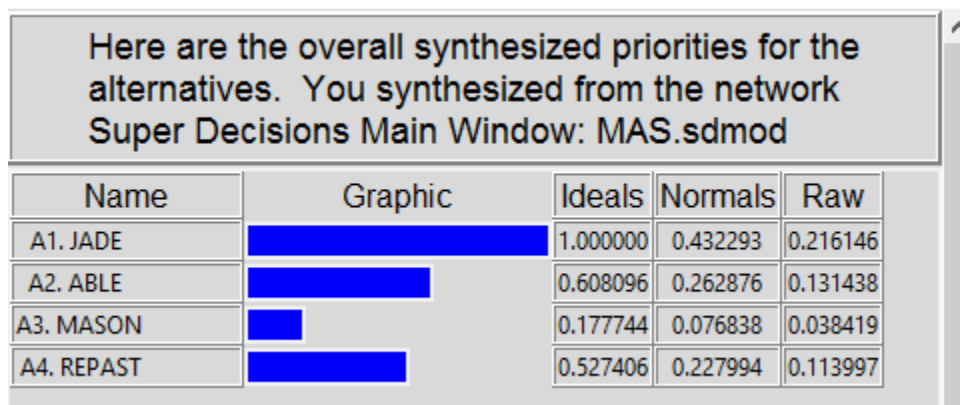


Рисунок 34 - Приоритеты выбора альтернатив

Очевидно, что предпочтительным вариантом выбора средства разработки МАС является среда JADE, обладающую серьезным преимуществом перед остальными вариантами. Она поддерживает язык Java и позволяет создавать приложения на основе мультиагентных систем, функционирующих на различных аппаратных платформах.

4.4.4 Планируемые результаты внедрения МАС

Проведя внедрение предложенной мультиагентной системы, организация получит следующие новые возможности: автоматизацию процессов взаимодействия СПб ГКУ «УИТС» с государственными учреждениями и частными организациями, интеграцию информационных систем.

Автоматизация повлечет за собой снижение трудоемкости процессов, длительность которых сократится до 60%, что позволит в той же пропорции сэкономить бюджетные средства на их поддержание. Т.к. большая часть работы будет переложена на агентов, то снизится «человеческий фактор» ошибок.

Интеграция информационных систем способствует созданию единого информационного пространства государственных учреждений, упростит сбор, подготовку, обоснование и экспертизу документов, а также упростит анализ деятельности организации, подготовку отчетности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы были изучены особенности деятельности государственных и подведомственных им учреждений с целью повышения эффективности работы в области взаимодействия государственных учреждений между собой и с частными организациями. Проанализированы нормативно-справочные документы СПб ГКУ «УИТС» для описания деятельности предприятия с помощью Business Model Canvas? построения организационной структуры, функциональной структуры, проведения SWOT-анализа, создания мотивационной модели, моделирования процессов взаимодействия СПб КГУ «УИТС» с государственными учреждениями и частными организациями.

Также в ходе магистерской диссертации были рассмотрены современные методологии управления информационными технологиями на предприятиях ITIL 4 и COBIT 2019, изучены современные публикации в области мультиагентных технологий, современные средств разработки мультиагентных систем, исследованы возможности применения технологий на базе агентов в области взаимодействия.

На основе анализа количественных показателей была выявлена тенденция роста числа пользователей и числа заявок в рассматриваемой автоматизированной информационной системе формирования заявок для осуществления государственных закупок, на основании чего можно констатировать тренд объективного роста числа автоматизированных операций, необходимых для исполнения служебных обязанностей сотрудников ИОГВ и ГУ в соответствии с должностными инструкциями, постановлениями и распоряжениями Правительства Санкт-Петербурга и других ветвей государственной власти.

Для повышения качества, оптимизации стоимости поставляемых товаров, работ и услуг, сокращения количества ошибок и снижения влияния человеческого фактора при межведомственном взаимодействии было предложено использование мультиагентных технологии: определены функции МАС, разработана архитектура системы, описаны процессы использования мультиагентной

системы, разработано концептуально-функциональное описание мультиагентной системы. Это позволит приобрести организации новые возможности, такие как автоматизация процессов взаимодействия СПб ГКУ «УИТС» с государственными учреждениями и частными организациями, интеграцию информационных систем.

Так как бюджетные ресурсы, используемые в системе управления регионом, имеют очевидные конечные границы, крайне необходимо обеспечить их эффективное использование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Абросимов В.К., Гончаренко В.И. Агентные технологии мониторинга районов чрезвычайных ситуаций//Технологии техносферной безопасности. 2015. № 3 (61). С. 188-196.
- 2) Агеев С.А. Применение интеллектуальных методов представления информации для управления рисками информационной безопасности в защищенных мультисервисных сетях специального назначения//СПИИРАН. 2015. № 4 (41). С. 149-162.
- 3) Амелина Н.О., Амелин К.С., Граничин О.Н., Кияев В.И. Развитие нефтегазовых комплексов и сетей: мониторинг и мультиагентное управление // В сб. материалов V научно-практической конференции «Суперкомпьютерные технологии в нефтегазовой отрасли. Математические методы, программное и аппаратное обеспечение», Москва, февраль 2015, С. 17- 21
- 4) Вяткин А.Ю., Смирнов Д.В., Кочетов И.А. Многоагентные системы как возможность реализации систем поддержки принятия решений//Электронные средства и системы управления. 2015. № 1-2. С. 234-238.
- 5) Гайдук, А.Р. Распределенные системы планирования действий коллективов роботов/ А.Р. Гайдук, И.А. Каляев, С.Г. Капустян, М.: Янус-К. 2002. – 292 с
- 6) Городецкий В. И., Самойлов В. В., Троцкий Д. В. Базовая онтология коллективного поведения автономных агентов и ее расширения//Известия РАН. Теория и системы управления. 2015. №5. С. 102-121.
- 7) Городецкий В.И., Бухвалов О.Л., Скобелев П.О., Майоров И.В. Современное состояние и перспективы индустриальных применений многоагентных систем//Управление техническими системами и технологическими процессами УБС. 2017, выпуск66. С. 94-157
- 8) Государственная программы Российской Федерации «Информационное общество» Утв. постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 N 313

- 9) Государственная программа Российской Федерации «Цифровая экономика РФ» Утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 №1632-р.
- 10) Граничин, О.Н. Мониторинг и мультиагентное управление/ О.Н. Граничин, В.И. Кияев // В сб. материалов Тринадцатой Всероссийской конференции «Преподавание информационных технологий в Российской Федерации», АПКИТ, 14-15 мая 2015 г., Пермь, с. 90-91
- 11) Ерофеева В.А., Иванский Ю.В., Кияев В.И. Управление роом динамических объектов на базе мультиагентного подхода//Компьютерные инструменты в образовании -2015, №6 -с. 36-44.
- 12) Есиков Д.О. Задачи обеспечения устойчивости функционирования распределенных информационных систем//Программные продукты и системы № 4 (112), 2015. С. 139-152.
- 13) Есиков Д.О., Акиншина Н.Ю., Чернышков А.И., Мамон Ю.И. Рекомендации по выбору параметров многоагентных алгоритмов стохастического поиска для решения отдельных видов задач дискретной оптимизации//Известия ТулГУ. Технические науки, 2018. Выпуск 2
- 14) Ильина О.П. Архитектура корпораций и информационных систем: учебное пособие / О.П. Ильина; Санкт-Петербургский Государственный Экономический университет -СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2015. -138 с.
- 15) Каляев А. И., Каляев И. А., Коровин Я. С. Метод мультиагентного диспетчирования ресурсов в гетерогенной облачной среде при выполнении потока задач//Вестник компьютерных и информационных технологий. 2015. № 11. С. 31 -40.
- 16) Каляев И.А. Метод децентрализованного управления распределенной системой при выполнении потока заданий/И.А. Каляев, А.И. Каляев//Мехатроника, автоматизация, управление. -Т.16. -№9. -2015. -С. 585-598.
- 17) Кияев, В.И. Интеллектуальный CRM на базе мультиагентного подхода/ В.И. Кияев, Р.В. Герасимов // В сб. «Стохастическая оптимизация в информатике», 2012

- 18) Клачек П.М., Корягин С.И., Лизоркина О.А. Интеллектуальная системотехника. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2015. 244 с
- 19) Козлов А.С., Николаев Д.А. Реализация программного обеспечения для моделирования управления формациями в мультиагентных системах//СССУ. -2017. -Т. 2. -С. 47-50.
- 20) Кузнецов, А. В. Краткий обзор многоагентных моделей//Управление большими системами: сборник трудов. -2018. -Вып. 71. -С. 6-44.
- 21) Куравский Л.С., Попков С.И. Вероятностная модель поведения прикладной многоагентной системы//Нейрокомпьютеры: разработка и применение. 2016. № 9. С. 22-34.
- 22) Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушков Е. Д. и др. Агент-ориентированные модели: мировой опыт, технические возможности реализации на суперкомпьютерах//Вестник Российской Академии наук. 2016. Том 86, № 3. С. 252-262.
- 23) Морозова Н.С. Виртуальные формации и виртуальные лидеры в задаче о движении строем группы роботов//Вестник СПбГУ -2015 -Сер. 10, Вып. 1 -с. 135-149
- 24) Морозова О.В., Романова Е.В., Корнев В.А. Моделирование бизнес-процессов сложных организационно-технических систем: Монография: Морозова О.В., Романова Е.В., Корнев В.А. -М.: Изд-во МЭСИ, 2015. -244 с.
- 25) Мыснык Б.В., Снитюк В.Е. Мультиагентные технологии анализа и оптимизации функционирования предприятий отрасли//Математические машины и системы. 2015. № 2. С. 139-146.
- 26) Ойхман Е.Г., Попов Э.В. Реинжиниринг бизнеса. – М.: Финансы и статистика, 1997.
- 27) Полупан К.Л., Корягин С.И., Клачек П.М. Развитие методов цифровой экономики на основе гибридного вычислительного интеллекта//Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 1. С. 9-18.
- 28) Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. – М.: Наука, 1988.

29) Пэранек Г.В. Распределенный искусственный интеллект// Искусственный интеллект: применение в интегрированных производственных системах/ Под. ред. Э. Кьюсиака. – М.: Машиностроение, 1991.– С.238-267.

30) Тимофеев А.Г., Лебединская О.Г. Самоорганизующиеся системы и новые принципы управления в цифровой экономике.//Транспортное дело России. 2018. № 1. С. 46-49.

31) Топорков В.В., Емельянов Д.М., Топоркова А.С. Метапланирование и управление ресурсами в ГРИД//ИТНОУ. 2017. № 3. С. 72-80.

32) Трофимов, В. В., Ильина О. П., Кияев В. И, и др. Информационные технологии в 2 т. Том 2: учебник для академического бакалавриата / отв. ред. В. В. Трофимов. — Москва: Издательство Юрайт, 2017. — 390 с. — (Серия: Бакалавр. Академический курс).

33) Устав Санкт-Петербургского государственного казенного учреждения «Управление информационных технологий и связи» Утв. Распоряжением Комитета по управлению городским имуществом от 12.12.2011 № 3384-рз.

34) Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» // СПС КонсультантПлюс // Опубликован 08.04.2013 на официальном интернет-портале правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>

35) Феокистов, А.Г. Методология концептуализации и классификации потоков заданий масштабируемых приложений в разнородной распределенной вычислительной среде/А.Г. Феокистов//Системы управления, связи и безопасности. -2015. -№ 4. -С. 1-25.

36) A Note on New Trends in Data-Aware Scheduling and Resource Provisioning in Modern HPC Systems/J. Tao et al.//Future Generation Computer Systems. 2015. V. 51, No. С. P. 45 -46.

37) Axelos. ITIL Foundation, ITIL 4 edition. – 1. – UK: TSO (The Stationery Office), 2019. – С. 2. – 222 с. – ISBN 978-0113316076.

- 38) Azhmuamedov I. M., Azhmuamedov A. I., Machueva D. A. Modeling of communication process in social environment//Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2016. Vol. 85. № 2. P. 146-154.
- 39) Bonabeau F., Theraulaz G. (Eds.) Intelligence collective. – Paris: Hermes, 1994.
- 40) Bond A., Gasser L. (Eds.) Readings in Distributed Artificial Intelligence. – New York: Morgan Kaufman, 1988
- 41) Durfee E.H. Coordination in Distributed Problem Solvers. – Boston MA: Kluver Academic Publishers, 1988.
- 42) Durfee E.H., Lesser V.R. Global Partial Planning: a Coordination Framework for Distributed Hypothesis// IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. – 1991. – Vol.21. – №6.
- 43) Durfee E.H., Lesser V.R., Corkill D.D. Coherent Cooperation Among Communicating Problem Solvers// IEEE Transactions on Computers. – 1987. – Vol.36. – P.1275-1291.
- 44) Ferber J. Les systemes multi-agents. Vers une intelligence collective. – Paris: InterEditions, 1995.
- 45) Heudin J.-C. La vie artificielle. – Paris: Hermes, 1994.
- 46) Huhns M.N. (Ed.). Distributed Artificial Intelligence. - London: Pitman, 1987.
- 47) Implementing and Optimizing an Information and Technology Governance Solution [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL:<https://www.isaca.org/COBIT/Pages/COBIT-2019-Implementation-Guide.aspx> (Дата обращения: 15.04.2020)
- 48) Jordan, M.I. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects/M.I. Jordan, T.M. Mitchell//Science. -2015. -Vol. 349(6245). -P. 255-260.
- 49) Kantamneni A., Brown L. E., Parker G., Weaver W. W. Survey of multi-agent systems for microgrid control. Engineering applications of artificial intelligence. 2015. No. 45. P. 192-203.

50) Shyam, G.K. Resource allocation in cloud computing using agents/G.K. Shyam, S.S. Manvi//Proceedings of the 2015 IEEE International Advance Computing Conference (IACC). -IEEE Publisher, 2015. -P. 458-463.

51) Singh, A. A novel agent based autonomous and service composition framework for cost optimization of resource provisioning in cloud computing/A. Singh, D. Juneja, M. Malhotra//J. King Saud University (Comput. Info. Sci.). -2017. - Vol. 29(1). -P. 19-28.