

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

На правах рукописи



Зимин Алексей Валерьевич

**РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И МЕТОДОВ
КОНКУРЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ
СЕРВИСОВ ИТ-ПРОВАЙДЕРА**

Специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»

Диссертация
на соискание ученой степени
доктора технических наук

Научный консультант
доктор технических наук, доцент
Буркова Ирина Владимировна

г. Новокузнецк

2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОСНОВЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СЕРВИСАМИ И ПРОЦЕССАМИ	17
1.1 ИТ-сервис, его жизненный цикл и ИТ-процессы стадий	17
1.2 Проблемы, критические факторы успеха и риски управления ИТ-сервисами и процессами	21
1.3 Управление конкурентоспособностью ИТ-активов поставщика услуг на стадиях жизненного цикла ИТ-сервиса	32
1.4 Бенчмаркинг, критические факторы успеха и «лучшие практики» ITIL	42
1.5 Определение проблемы и постановка задач исследования	55
1.6 Основные результаты первой главы	60
2 РАЗВИТИЕ ОСНОВ И МЕТОДОВ КОНКУРЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ИТ-СЕРВИСОВ И ИТ-ПРОЦЕССАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЕРВИСА	62
2.1 Разработка функциональной структуры системы конкурентного управления активами ИТ-провайдера	62
2.2 Формирование оптимального портфеля ИТ-сервисов ERP-системы промышленного предприятия	68
2.3 Формирование портфеля проектов оптимизации ИТ-процессов (плана сервисных улучшений)	89
2.4 Процедура планирования образовательной и научной деятельности преподавателя университета	104
2.5 Основные результаты второй главы	108
3 РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ, ТЕСТИРОВАНИЯ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ ИТ-СЕРВИСОВ	111
3.1 Оптимизация календарного плана реализации взаимозависимых ИТ- сервисов параллельно работающими проектными группами	111

3.2 Формирование объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия	124
3.3 Формирование и календарное планирование развертывания релизов на основе структурных свойств ИТ-сервисов	137
3.4 Формирование и планирование развертывания релизов с учетом динамики применения ИТ-сервисов пользователями	148
3.5 Основные результаты третьей главы	158
4 РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИТ-СЕРВИСОВ	161
4.1 Построение унифицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов	161
4.2 Построение персонифицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов	174
4.3 Итеративная процедура решения обобщенной двойственной задачи сетевого программирования	176
4.4 Основные результаты четвертой главы	184
5 ИГРОВЫЕ ПОСТАНОВКИ, РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯМИ И СТИМУЛИРОВАНИЕМ ПЕРСОНАЛА	187
5.1 Игровая задача управления компетенциями с делегированием игрокам полномочий по формированию стратегий	187
5.2 Игровая задача управления компетенциями на основе базовых решений центра	199
5.3 Игровая задача синтеза сбалансированной и согласованной функции стимулирования проектной команды	207
5.4 Основные результаты пятой главы	215
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	217
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	221
ПРИЛОЖЕНИЯ	267
Справка об использовании результатов исследования в учебном процессе	268

Справка об использовании результатов исследования в дирекции по информационным технологиям Дивизиона Сибирь (ЕВРАЗ ЗСМК)	271
Справка об использовании результатов исследования в проектной и операционной деятельности банка «Левобережный»	272
Справка о применении результатов диссертационной работы для планирования образовательной и научной деятельности профессорско-преподавательского состава СибГИУ	273
Справка об использовании результатов исследования в компании «СТРИМ»	275
Справка об использовании результатов исследования в АО Научно-производственный центр «Эталон»	276
Справка об использовании результатов исследований в Центре цифровых компетенций и учебном процессе СибГИУ	277
Справка об использовании результатов исследования в ООО «КузбассАквтоЦентр»	279
Справка об использовании результатов исследования в ООО «ФлайМоторс»	280
Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ	281
Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ	282
Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ	283
Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ	284

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Конкурентоспособность многих ИТ-провайдеров последние 20 лет связана с наличием компетенций по удовлетворению потребностей крупного, среднего и малого бизнеса в реинжиниринге бизнес-процессов предприятия (ориентированного на рыночные условия работы) и во внедрении ERP-систем (Enterprise Resource Planning - планирование ресурсов предприятия), реализующих усовершенствованные бизнес-процессы. При удовлетворении этих потребностей поставщики ИТ-услуг опирались на применение «лучших практик» методологии ITIL v3, v4 организации ИТ-деятельности, использование которых обеспечивало бизнесу конкурентные преимущества за счет повышения производительности его активов, качественного повышения достоверности информации, циркулирующей в системе управления, а также за счет существенного сокращения времени принятия бизнесом управленческих решений. Сегодня, в силу применения все большим числом ИТ-компаний, конкурентоспособность «лучших практик» управления ИТ-сервисами и ИТ-процессами снижается, что делает актуальными задачи их совершенствования.

Повышение конкурентных преимуществ поставщика ИТ-услуг на современном этапе (в условиях четвертой промышленной революции) будет связано с компетенциями, необходимыми для реализации перехода от управления предприятием в парадигме ERP к непосредственному (online) управлению бизнес-процессами интеллектуальной системой (IEM-системой - Intelligent Enterprise Managing) на основе достижений в сфере ИТ-технологий (сетевое взаимодействие, доступности услуг и ресурсов в любое время и в любом месте, возможностей анализа больших данных, облачных технологий, интернета вещей).

Перспективным направлением повышения конкурентоспособности ИТ-провайдера является интеграция концептуальных знаний об организации ИТ-деятельности, изложенных в виде «лучших практик» в ITIL-v3, v4 (структура жизненного цикла ИТ-сервиса, состав, цели, задачи ИТ-процессов, показатели

эффективности и др.), составляющих сильную сторону менеджмента, и знаний о методах анализа и синтеза математических моделей и построения оптимальных механизмов управления, составляющих сильную сторону теории управления. Такая интеграция позволит получить дополнительные преимущества в результате многовариантной формализации решаемых задач и перехода от эвристических процедур поиска приближенных решений, предложенных менеджментом в виде «лучших практик», к алгоритмам формирования оптимальных решений.

Формальные постановки и алгоритмы решения задач управления, необходимые для наполнения предметной и процедурной составляющих базы знаний интеллектуальной системы управления ИТ-сервисами и процессами, могут уже сегодня (до полноценного внедрения ИЕМ) применяться для повышения эффективности управленческих решений ИТ-провайдеров. Такое применение позволит постепенно замещать такие функции ИТ-персонала как выбор формальной модели задачи и алгоритма ее решения соответствующим интеллектуальным инструментарием. Поэтому решение проблемы повышения на современном этапе конкурентоспособности поставщиков ИТ-услуг всех типов и форм собственности на основе разработки и применения структуры адаптивной к рыночной среде и саморазвивающейся системы управления активами ИТ-провайдера, формализации постановок и совершенствования методов и алгоритмов решения задач управления жизненным циклом ИТ-сервиса, решение которой обеспечивает ИТ-провайдерам получение важных конкурентных преимуществ представляется актуальным.

Степень разработанности темы исследования. Имеет место огромный поток публикаций по применению механизмов управления, в основу которых положены «лучшие практики» управления жизненным циклом ИТ-сервиса, предложенные в библиотеке Information Technology Infrastructure Library (ITIL-v3, v4). Отметим труды Лобутенко М.В., Суровцева А.С., Зуева Д.А., Зуева А.Г., Калистратова А.П., Агафонова А.Н., Иванова Д.Б., Васильева Р.Б., Левочкиной Г.А. Розановой Н.М., Зимина В.В. и др. «Лучшие практики» стали де-факто

общепризнанным мировым стандартом, обеспечивающим ИТ-провайдерам конкурентные преимущества. Лидерами в области создания технологий управления ИТ-процессами и предоставления ИТ-услуг являются: компания Tivoli Systems, Inc (подразделение IBM с 1996г) - производитель программного обеспечения Тиволи (бренд в пределах облака IBM с 18%-й долей на рынке); компания HP, выпускающая программное обеспечение под маркой Business Technology Optimization. Программные продукты этих компаний адресованы современным ИТ-организациям для повышения эффективности ИТ-процессов. Эти компании, вкладывая огромные средства, реализуют в своих продуктах механизмы «лучших практик» организации ИТ-деятельности.

Однако, несмотря на значительные достижения в области качества предоставляемых ИТ-услуг, важной проблемой остается недостаточная эффективность получаемых при применении «лучших практик» (эвристических процедур, разработанных на основе методов теории и практики менеджмента для «усредненных» условий применения) решений задач управления ИТ-сервисами и ИТ-процессами.

Произошедшие изменения в рыночной среде побуждают к поиску новых конкурентных преимуществ, в частности, связанных с применением и развитием теоретических основ и практических методов управления жизненным циклом информационно-технологических сервисов поставщиков ИТ-услуг с целью повышения качества принимаемых управленческих решений.

Базу для этих исследований и разработок составляют значительные достижения в области создания эффективных механизмов управления организационными системами (Бурков В.Н., Новиков Д.А., Губко М.В.), теории сетевого программирования (Бурков В.Н., Буркова И.В., Баркалов С.А.), методологии управления (Новиков Д.А.), теории принятия решений (Петровский А.Б., Рыков А.С., Виленский П.Л., Танаев В.С., Черноруцкий И.Г., Ларичев О.И., Поспелов А.Б., Гермейер Ю.Б., Саати Т.Л., Беллман Р., Вагнер Г., Конвей Р.В.).

Объект исследования – система управления жизненным циклом ИТ-сервиса.

Предмет исследования – функциональная структура системы конкурентного управления ИТ-активами, методы формализации и постановка задач, методы принятия решений и алгоритмы управления ИТ-сервисами и процессами ИТ-провайдера.

Идея работы состоит в получении ИТ-провайдерами дополнительных конкурентных преимуществ посредством интеграции знаний об управлении ИТ-сервисами и ИТ-процессами методологии ITIL-v3, v4 (являющаяся результатом теории и практики менеджмента) и достижений теории управления и принятия решений в области построения математических постановок задач и оптимальных алгоритмов их решения.

Цель диссертационного исследования: Решение проблемы повышения на современном этапе конкурентоспособности поставщиков ИТ-услуг всех типов и форм собственности на основе разработки и применения структуры адаптивной к рыночной среде и саморазвивающейся системы управления активами ИТ-провайдера, формализации постановок и совершенствования методов и алгоритмов решения задач управления жизненным циклом ИТ-сервиса.

Задачи диссертационного исследования.

1. Изучение «лучших практик» методологии ITIL v3, v4 по структуризации ИТ-деятельности и принятию решений при управлении жизненным циклом ИТ-сервисов.

2. Разработка методов анализа и синтеза функциональной структуры адаптивной к рыночной среде и саморазвивающейся системы конкурентного управления активами ИТ-провайдера.

3. Разработка методов формализации, постановка, а также разработка методов и алгоритмов для следующих задач управления ИТ-сервисами и процессами, решаемых на различных стадиях жизненного цикла ИТ-сервиса:

- задачи формирования функционального объема ERP-системы предприятия (стадия стратегии);

- задачи формирования календарного плана разработки ИТ-сервисов бизнес-процессов предприятия параллельно работающими проектными группами (стадия проектирования);
- задачи формирования функционального объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия (стадия внедрения);
- задач формирования и развертывания релизов ИТ-сервисов в эксплуатационной ИТ-среде (стадия внедрения);
- задач формирования плана сервисных улучшений (стадия непрерывных улучшений);
- задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов (все стадии жизненного цикла);
- теоретико-игровых задач управления компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов (все стадии жизненного цикла);

4. Разработка метода и процедуры решения обобщенной двойственной задачи (ОДЗ) сетевого программирования, порождаемой прямой задачей персонифицированного управления компетенциями.

5. Разработка специального программного обеспечения, реализующего механизмы оптимального управления ИТ-сервисами и ИТ-процессами.

Соответствие паспорту специальности. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах, пункты 2, 4, 5, 8.

Научная новизна.

1. Метод анализа, синтеза и функциональная структура системы конкурентного управления активами ИТ-провайдера, отличающиеся наличием связей с рыночной средой (потребляемые ИТ-сервисы, клиенты, конкуренты, инновации ИТ-сферы) и с подсистемами управления стадиями жизненного цикла ИТ-сервиса, обеспечивающими саморазвитие и адаптацию к критическим факторам успеха рыночной среды.

2. Методы формализации, многовариантные математические постановки, методы и многоструктурные алгоритмы, отличающиеся структурно-подобным представлением показателей эффективности решаемых задач и позволяющие ЛПР выбрать, в соответствии с его целеполаганием, математические постановки и алгоритмы эффективного решения следующих задач управления:

- задачи формирования функционального объема ERP-системы предприятия, отличающейся учетом связей между бизнес-процессами предприятия, учётом используемых унаследованных проектных решений из систем «лоскутной автоматизации» и учётом затрат на создание ERP-системы, что позволяет ЛПР посредством определения предельного числа связей управлять рисками реализации ERP-проекта;

- задач формирования плана сервисных улучшений, оптимизирующих комплексный показатель эффективности процессов жизненного цикла ИТ-сервиса, отличающихся учетом инвестиций в проекты оптимизации и учётом изменений операционных затрат на функционирование совершенствуемых ИТ-процессов, а также схемой декомпозиции исходной задачи на основе разбиения множества проектов оптимизации на подмножества, изменяющие и не изменяющие операционные затраты. Это позволяет ЛПР сформировать оптимальный план с предпочтительным для него соотношением инвестиционных и операционных затрат;

- задачи календарного планирования разработки ИТ-сервисов бизнес-процессов предприятия параллельно работающими проектными группами, отличающейся синхронизацией периодов времени проектирования взаимозависимых ИТ-сервисов, а также описанием затрат на разработку отдельного сервиса невозрастающей функцией от момента времени начала его проектирования;

- задачи определения функционального объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия, отличающейся определением множества тестируемых ИТ-сервисов и подмножеств подлежащих проверке связей каждого из тестируемых сервисов с другими сервисами, а также учитывающие ограничения на общие затраты на тестирование, на число тестируемых сервисов отдельного

бизнес-процесса и на число сервисов, с которыми проверяется связи тестируемого сервиса;

- задач формирования и календарного планирования развертывания релизов ИТ-сервисов, отличающихся учетом структурных свойств ИТ-сервисов и динамики применения ИТ-сервисов пользователями, а также учетом пропускной способности канала обслуживания отказов сервисов, обусловленных некорректным развертыванием релизов;

- скалярных и векторных задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов, отличающихся процедурой поиска оптимального решения векторной задачи на объединении Парето-решений прямой (максимизирующей суммарные компетенции обучающихся при заданном бюджете) и обратной задачи (минимизирующей затраты для достижения заданного уровня компетенций) управления компетенциями;

- теоретико-игровых задач управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов, отличающихся формированием оптимальных стратегий центра и агентов на основе базовых решений, формируемых центром из решений, соответствующих оптимальным решениям обобщенной двойственной задачи.

3. Метод и итеративная процедура решения обобщенной двойственной задачи (ОДЗ) сетевого программирования, порождаемой задачей управления компетенциями, отличающиеся завершением итеративной процедуры при совпадении множеств решений исходной задачи на последних двух итерациях, и позволяющие найти оптимальное решение порождающей ОДЗ исходной задачи.

4. Программный комплекс, реализующий алгоритмы решения задач управления ИТ-сервисами и процессами и позволяющий формировать и исследовать оптимальные решения следующих скалярных, векторных и игровых задач управления:

- задачи формирования функционального объема ERP-системы предприятия;

- многовариантной задачи формирования плана сервисных улучшений;
- скалярных и векторных задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов;

5. Программный комплекс, реализующий итеративную процедуру поиска решения обобщенной двойственной задачи, порождаемой задачей управления компетенциями, позволяющий найти решение порождающей ОДЗ исходной задачи, минимизирующее значение верхней границы, получаемое в результате применения метода сетевого программирования.

Теоретическая значимость работы. Результаты исследования являются развитием современных представлений ИТ-менеджмента об организации деятельности поставщиков ИТ-услуг, опираются на опыт разработки и внедрения ERP-проектов на ОАО ЗСМК и ОАО НКМК и представляют собой интеграцию концептуальных решений и «лучших практик» менеджмента с положениями и методами системного анализа, теории управления организационными системами, управления проектами, дискретной математики и нового ее раздела – теории сетевого программирования. Результаты, в совокупности, образуют систему теоретических моделей и механизмов управления, которые дают возможность поставщику ИТ-услуг получить дополнительные конкурентные преимущества за счет:

- включения в структуру системы управления активами ИТ-провайдера функциональных связей между ИТ-процессами стадий жизненного цикла «стратегия», «непрерывных улучшений», «проектирование», «внедрение», «эксплуатация», обеспечивающих саморазвитие и адаптацию к критическим факторам успеха конкурентной среды;
- перехода от содержательных постановок и эвристических процедур решения ключевых задач управления ИТ-сервисами и ИТ-процессами (определяемых «лучшими практиками») к математическим постановкам и процедурам оптимального управления.

Практическая значимость работы. Разработанные многоструктурные процедуры решения для многовариантных постановок задач управления сервисами и процессами, а также соответствующие комплексы программ, составляют набор эффективных инструментов получения дополнительных конкурентных преимуществ для ИТ-провайдеров различных типов и форм собственности за счет повышения:

- конкурентоспособности активов;
- рентабельности портфеля ИТ-сервисов;
- согласованности календарных планов реализации ИТ-сервисов;
- качества тестирования и развертывания ИТ-сервисов;
- доступности ИТ-сервисов для пользователей;
- компетенций ИТ-персонала;
- эффективности системы стимулирования ИТ-персонала.

Полученные в исследовании результаты (структура конкурентной системы управления, формализации и постановки задач управления ИТ-сервисами и ИТ-процессами) могут быть использованы также в качестве прототипов решений для других сфер деятельности, в частности, в сферах строительства и энергоменеджмента.

В учебном процессе результаты работы применяются для углубления компетенций по направлениям подготовки 09.03.02 и 09.03.04 «Информационные системы и технологии» (дисциплины: «Проектная деятельность», «Управление жизненным циклом ИТ-сервисов», «Корпоративные информационные системы», «Теория информационных процессов и систем», «Интеллектуальные информационные системы», «Методы дискретной оптимизации в управлении проектами»).

Методология и методы исследования: изучение, анализ, обобщение и формализация «лучших практик» управления деятельностью поставщиков ИТ-услуг; натурные наблюдения; методы теории множеств, методы системного и математического анализа; методы и механизмы теории управления организационными системами, управления проектами, управления активными системами;

имитационное и игровое моделирование; теория принятия решений; методы дискретной математики, включая методы нового ее раздела - теории сетевого программирования; компьютерное моделирование.

Положения, выносимые на защиту.

1. Функциональная структура системы конкурентного управления активов ИТ-провайдера.

2. Формализация задачи формирования функционального объема ERP-системы предприятия, схема ее декомпозиции и композиции, процедуры решения частных задач, программная реализация процедур и результаты решения.

3. Многовариантная формализация задачи управления формированием плана сервисных улучшений ИТ-провайдера, многоструктурная процедура решения, программная реализация процедуры и результаты решения.

4. Математическая постановка и процедура решения задачи календарного планирования разработки ИТ-сервисов параллельно работающими проектными группами.

5. Формализация задачи и процедура определения функционального объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия.

6. Многовариантная формализация задачи формирования и календарного планирования развертывания релизов ИТ-сервисов, схема декомпозиции, процедуры решения частных задач, их программная реализация и результаты решения.

7. Скалярные, векторные и теоретико-игровые формализации задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов, процедуры решения, схемы поиска компромисса, программная реализация процедур и схем компромисса, результаты решения задач и игр.

9. Метод и итеративная процедура поиска решения обобщенной двойственной задачи управления компетенциями, программная реализация процедуры и результаты решения ОДЗ.

Степень достоверности результатов. Основные результаты проведенных исследований подтверждаются использованием: лучших мировых практик по структуризации ИТ-деятельности и управлению ИТ-сервисами и ИТ-процессами; аппарата системного и математического анализа, методов теории сетевого программирования, механизмов управления организационными системами; компьютерного моделирования; результатами обсуждения и внедрения моделей и механизмов управления и прикладных решений в компаниях АО ЕВРАЗ ЗСМК, ООО «СТРИМ», ПАО «Банк Левобережный», АО НПЦ «Эталон» Кемеровский филиал, ООО «Кузбассавтоцентр», ООО «Флай Моторс», ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Апробация результатов. Основные положения и результаты работы докладывались на 11 международных и всероссийских конференциях: V Международная научно-практическая конференция «Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах, Новокузнецк, 2021 г.; I Международная конференция «ASEDU-2020»: «Перспективы развития естественно-научного, инженерного и цифрового образования» (Красноярск, 2020 г.), International Scientific Conference "Applied Physics, Information and Engineering Technologies – APITECH (Красноярск, 2019 г.), «XIII Всероссийское совещание по проблемам управления» (Москва, Институт проблем управления имени В.А. Трапезникова РАН, 17-20 июня 2019 г.), «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов» (Новокузнецк, 2020, 2019, 2018 г.г.), «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России» (Новокузнецк, 2019 г.). «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве» (Новокузнецк, 2019, 2017, 2015 г.г.).

Публикации. Материалы по теме диссертации опубликованы в 49 печатных работах: 16 статей в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, 6 статей в изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Scopus, 1 научной монографии, 1 учебном пособии, четырех свидетельствах о государст-

венной регистрации программ для ЭВМ, 21 публикации в материалах международных и всероссийских научных конференциях.

Личный вклад автора заключается: в изучении и обобщении лучших мировых практик управления деятельностью ИТ-провайдера; в разработке функциональной структуры развивающейся и адаптивной системы конкурентного управления активами ИТ-провайдера; в разработке многовариантных формализаций, схем декомпозиции и композиции, процедур решения задач: формирования функционального объема ERP-системы предприятия, формирования плана сервисных улучшений ИТ-провайдера; построения календарного плана разработки ИТ-сервисов параллельно работающими проектными группами, формирования объема пилотного тестирования ERP-системы; формирования и календарного планирования развертывания релизов ИТ-сервисов; оптимизационного и теоретико-игрового управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов; а также в разработке метода и итеративной процедуры поиска оптимальных решений обобщенной двойственной задачи сетевого программирования, порождаемой задачей управления компетенциями.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка и приложений. Объем работы включает 284 страниц, в том числе 220 страниц основного текста, 33 рисунка, 109 таблиц, 315 библиографических наименований.

1 ОСНОВЫ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СЕРВИСАМИ И ПРОЦЕССАМИ

1.1 ИТ-сервис, его жизненный цикл и ИТ-процессы стадий

ИТ-сервис представляет собой продукт ИТ-деятельности (систему взаимосвязанных сервисных активов) и в то же время, с точки зрения пользователя, определяется как средство производства ценности в выполняемом им бизнес-процессе. Деятельность принято рассматривать как целенаправленную активность человека, группы, коллектива, организации, общества. Важнейшей частью ИТ-деятельности является производство и предоставление ИТ-услуг. На рисунке 1.1 представлена конкретизация структуры процессуальных компонентов деятельности для ИТ-провайдера (поставщика ИТ-услуг) [1, 2].



Рисунок 1.1 – Процессуальные компоненты ИТ-деятельности

Состав ИТ-активов, механизмы функционирования и управления должны соответствовать портфелю сервисов ИТ-провайдера и обеспечивать поставку таких услуг, которые отвечают требованиям клиентов, имеют приемлемую рыночную цену и допустимые риски применения [3–7]. Это означает, что востребованные ИТ-сервисы определяют структуру ИТ-активов, а также механизмы функционирования ИТ-процессов поставщика услуг. Значительным продвижением в направлении сервисной организации деятельности ИТ-провайдеров стало следующее определение, введенное в ITIL v3, v4) [8–23].

ИТ-сервис – это применяемое и управляемое потребителем информационно-технологическое средство для производства необходимой ценности в той сфере деятельности, которую потребитель осуществляет.

ИТ-сервис, как средство производства ценности, встроен в основной производственный, экономический, социальный или иной процесс потребителя и является составной частью этого процесса. Основные свойства сервиса: полезность, применимость.

Полезность сервиса – свойство, обеспечивающее получение положительного эффекта (в частности, добавленной стоимости) при решении бизнес-задач потребителем сервиса.

Применимость сервиса – свойство сервиса, означающее получение положительного эффекта с требуемой доступностью, мощностью, непрерывностью и безопасностью. Характеристики применимости сервиса: доступность, мощность, непрерывность, безопасность.

Доступность сервиса - способность ИТ-сервиса выполнить согласованную функцию в согласованное время [24–25].

Мощность сервиса – производительность ИТ-сервиса, обеспечивающая необходимую поддержку бизнес-деятельности, учитывающая, в том числе, множественное (в том числе одновременное) использование сервиса [26–30]. Одной из лучших метрик для мощности служит время реакции ИТ-системы на запрос пользователем ИТ-сервиса (на одновременный запрос сервиса многими пользователями).

Непрерывность (живучесть) сервиса – уровень поддержки ИТ-сервисом безостановочной бизнес-деятельности при разрушительных событиях (форс-мажорные обстоятельства), [31].

Безопасность сервиса – уровень защиты ИТ-сервиса от различных рисков, связанных с безопасностью бизнеса-процесса, компонентом которого является сервис, [32–33].

Жизненный цикл ИТ-сервиса. В ITIL v3, v4, ставшими де-факто международными стандартами, предложена модель жизненного цикла ИТ-сервиса (рисунок 1.2), представляющая собой последовательную реализацию стадий стратегии, проектирования, внедрения, эксплуатации и непрерывных (постоянных, регулярных) улучшений сервиса [1, 14–18,34].

«Ступице» колеса соответствует стадия стратегии, «спицам» - стадии проектирования, внедрения и эксплуатации, «ободу» - стадия непрерывных улучшений.

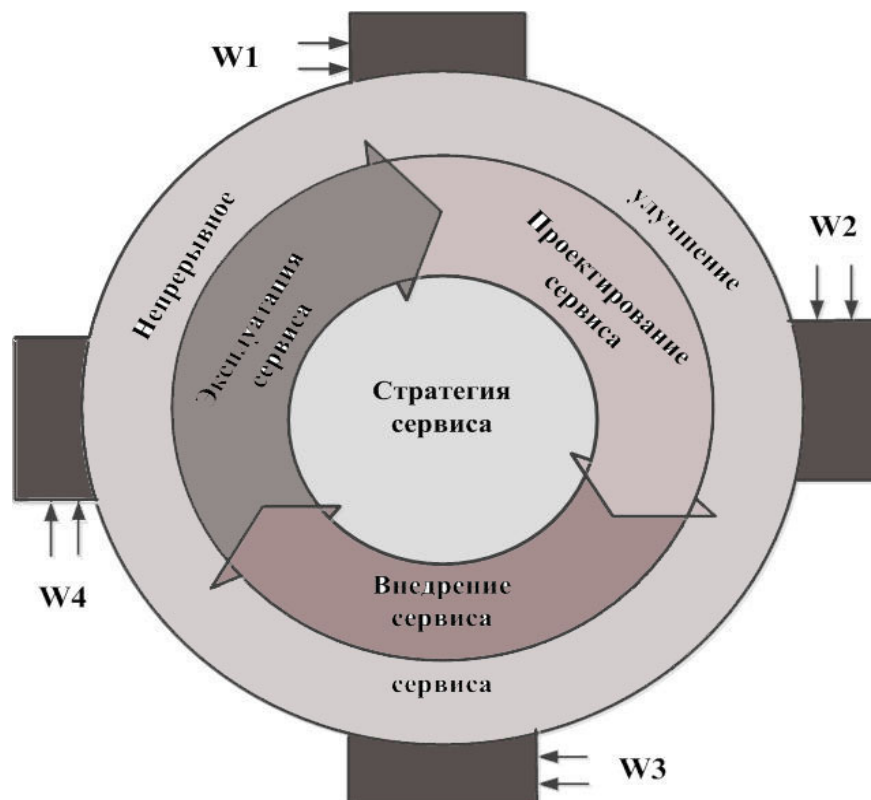


Рисунок 1.2 – Структурная модель ИТ-сервиса по ITIL-v3, v4

Здесь $W=\{W1, W2, W3, W4\}$ – внешние воздействия на сервис.

Процессы стадий жизненного цикла ИТ-сервиса [1, 35, 36]. К числу основных процессов относятся:

- процесс управления портфелем сервисов (стадия стратегии) [5, 37];
- процесс управления качеством ИТ-сервисов (стадия эксплуатации) [38–41];
- процесс управления мощностью ИТ-сервисов (стадия проектирования) [14];
- процесс управления доступностью ИТ-сервисов (стадия проектирования) [14];
- процесс управления непрерывностью (живучестью) ИТ-сервисов (стадия проектирования) [8,19];
- процесс управления информационной безопасностью сервисов (стадия проектирования) [8,19];
- процесс управления поставщиками ИТ-сервисов (стадия проектирования) [14,19];
- процесс управления изменениями ИТ-сервисов (стадия внедрения) [15,19,42,43];
- процесс управления ИТ-активами и их конфигурациями (стадия внедрения) [15,19];
- процесс управления формированием, тестированием и развертыванием релизов сервиса (стадия внедрения) [15,19,44];
- процесс обработки событий (стадия эксплуатации) [16,19,45];
- процесс устранения инцидентов (стадия эксплуатации) [16,19,46-53];
- процесс разрешения проблем (стадия эксплуатации) [16,19,54];
- процесс управления доступом к ИТ-сервисам (стадия эксплуатации) [16,19];
- процесс управления качеством ИТ-услуг (стадия эксплуатации) [16,19,55].

1.2 Проблемы, критические факторы успеха и риски управления ИТ-сервисами и процессами

Стадия стратегии ИТ-сервиса [8,19].

Проблема сложности. Управление жизненным циклом ИТ-сервиса характеризуется организационной сложностью, обусловленной большим количеством взаимодействующих подсистем, процессов, технологий, людей. Взаимосвязанность компонентов, адаптивность и самоорганизованность таких систем обуславливает их сопротивление изменениям, необходимым для обеспечения конкурентоспособности ИТ-провайдера.

Проблема координации и контроля. Управление ИТ-сервисами представляет собой структурированный набор специализированных управленческих компетенций, относящихся к процессам всех стадий жизненного цикла сервиса. Увеличение специализированных функций приводит к увеличению потребности в координации. Это противоречие является важной проблемой управления сервисами.

Проблема цены сервиса. Опытные заказчики заботятся не только о полезности и применимости сервисов, но и о цене, которую они за это платят. Эта цена определяется общей стоимостью использования сервиса, которая включает совокупные операционные затраты. Это не только прямые затраты, но и связанные, косвенные затраты, понесенные при эксплуатации сервисов. Полезность, получаемая заказчиками от сервисов, может быть перекрыта высокими скрытыми затратами, которые несет заказчик. Плохое управление услугами на стадиях жизненного цикла может привести к значительно большим затратам, чем цена оказываемой услуги. Выявление и устранение скрытых затрат является проблемой, а сами *скрытые затраты – критическим фактором успеха и риска.*

Проблема эффективности измерений. Известный принцип Деминга утверждает: если параметры и показатели сервиса или процесса нельзя измерить, то ими невозможно управлять. Даже при значительных инвестициях в продукты и процессы, ИТ-провайдеры терпят неудачу, если им не удастся создать целостную систему измерения показателей качества сервисов и процессов. Если к отсутствию такой системы добавляются не лучшие проектные решения для ИТ-компонентов, то имеющимися операционными инструментами невозможно проактивно управлять и прогнозировать их функционирование. *Проводимые измерения часто ориентированы на частные цели ИТ-провайдера, а не на удовлетворение потребностей заказчика.* Измерения должны в первую очередь обеспечивать достижение стратегических целей и обратную связь для непрерывной оптимизации сервисов.

Риски. В портфеле сервисов должны быть отражены основные риски, которые необходимо учитывать. Успешный ИТ-провайдер использует все возможности, которые способствуют предотвращению отказов, связанных с наступлением рискованных событий. Решения, связанные с рисками, должны быть сбалансированы, т.е. потенциальные выгоды должны быть больше, чем затраты на предотвращение рисков. Риск интерпретируется как неопределенность результата, связанная с позитивной возможностью и негативной угрозой. Управление рисками требует идентификации и контроля подверженных риску элементов, которые могут повлиять на достижение целей бизнеса. Рентабельная система управления рисками предусматривает решение двух задач: анализ рисков и управление рисками. Анализ риска предполагает сбор информации о подверженных риску компонентах с тем, чтобы принять адекватные угрозам решения по управлению риском.

Риски ИТ-провайдера. Риски возникают, когда у заказчика появляются сомнения в возможностях ИТ-провайдера, обусловленные неблагоприятными впечатлениями о его деятельности. Неблагоприятные впечатления могут быть связаны с техническими проблемами, потерей контроля над процессами жизненного цикла сервиса, с нарушением информационной безопасности, проект-

ными задержками, несоблюдением соглашений и инструкций, с финансовыми проблемами. Незащищенность от рисков и фактически полученные финансовые убытки приводят к потере доброжелательности среди заказчиков. Финансовые потери нежелательны, но их можно исправить. Потеря репутации и доброжелательного отношения имеет стратегическое значение.

Контрактные риски. Бизнес заказчика зависит от контрактов, которые являются средством достижения его стратегических, тактических, операционных целей и фактических бизнес-результатов. Контракт представляет собой формальное, юридически обязывающее соглашение бизнес-структур. Риски, которые угрожают способности ИТ-провайдера выполнять договорные обязательства, являются стратегическими рисками, потому что они угрожают не только текущей деятельности, но и положению заказчика в будущем. Например, отказ в инвестициях в инфраструктуру оказывает влияние на широкий диапазон договорных обязательств. Инфраструктура – стратегический актив. Риски, которые ослабляют такие активы, являются стратегическими рисками.

Риски проектирования. Заказчики ожидают, что заказанные ими сервисы обеспечат ту ценность, которая требуется. Всегда есть риск, что ценность сервиса не соответствует требуемой. Такие риски называют проектными. Главная причина этих рисков – плохая организация проектов. Всегда есть риск уменьшения ценности вследствие неудовлетворения всех требований, заявленных бизнесом. Например, при разработке сервиса может быть не удовлетворено требование масштабируемости. Даже если контрактные сроки и требования соглашения о качестве обслуживания защитят ИТ-провайдера от штрафов, то в восприятии заказчиков он потеряет многое.

Операционные риски. Риски данного вида сопутствуют деятельности каждой организации. Контракт является тем документом, в котором заказчик передает определенные типы затрат и рисков ИТ-провайдеру. Управление сервисами различает два типа операционных рисков: риски бизнес-организации и риски ИТ-провайдера. Более сложная схема рассмотрения связана с учетом всей сетевой структуры создания ценности (все поставщики и партнеры). Заказчики,

как правило, стремятся передать специфические риски ИТ-провайдеру. Системы и процессы стадии «Ввод сервиса в эксплуатацию» управляют распределением рисков между участниками процессов жизненного цикла сервиса.

Рыночные риски. Общим источником риска для ИТ-провайдеров является сервисная стратегия клиентов. В последние годы заказчики, преследуя стратегические цели, выводят поставщиков сервисов на аутсорсинг. Заказчики осуществляют такой переход в том случае, когда потенциальные выгоды превосходят затраты на переключение обслуживания с одного типа на другой. Уменьшение общей стоимости использования ИТ-сервисов может сделать это переключение невыгодным. В то время как аутсорсинг и совместное (разделяемое) обслуживание поставщиков являются доминирующими тенденциями, инсорсинг поставщиков ИТ-услуг продолжает оставаться ценным стратегическим выбором заказчиков. И это является риском для ИТ-провайдеров типа 3 и, частично, провайдеров типа 2.

Стадия проектирования ИТ-сервиса [11].

Проблемы. Каждое новое начинание является проблемой, которую надо преодолеть. Это особенно справедливо, когда проектируется новый ИТ-сервис или процесс, чтобы удовлетворить требования бизнеса. Опыт показывает, что в преодолении проблем может помочь следующее:

- понимание бизнес-требований, приоритетов бизнеса и использование этого понимания при проектировании сервисов и процессов;
- организация эффективной системы коммуникаций, которая критически важна для объяснений происходящих событий и выполняемых процессов и выявления нарушений различных требований участниками;
- вовлечение в процесс проектирования возможно большего числа специалистов. Задание ясных целей для групп проектирования;
- получение поддержки руководства всех уровней.

Риски. Со стадией проектирования сервиса прямо связано множество рисков, например:

- если какие-либо из предпосылок успеха проектирования не выполнены, то проектирование сервиса будет неуспешным;
- если зрелость (качество) одного из механизмов проектирования низка, невозможно достигнуть высокого качества сервиса;
- бизнес-требования неясны ИТ-персоналу;
- временные рамки проектирования, предлагаемые бизнесом таковы, что не позволяют выполнить качественное проектирование;
- некачественное тестирование;
- некорректный баланс между инновациями, риском и затратами.

Стадия внедрения ИТ-сервиса [12].

Проблемы. Сложность сервисов, связанная с все более сложной цепочкой поставок (моделью поставки ИТ-сервиса), постоянно увеличивается, и это ведет к проблемам для ИТ-провайдера. В электронном бизнесе ИТ-организации не только поддерживают базовые бизнес-процессы, но и сами являются частью базовых бизнес-процессов. Такому положению сопутствуют проблемы, преодоление которых необходимо для успешного функционирования процессов внедрения сервиса. Перечислим некоторые из таких проблем.

1. Обеспечение подконтрольности процессам внедрения каждого бизнес-процесса и соответствующего ИТ-сервиса.
2. Организация на основе процессов внедрения эффективного управления ограничениями, интерфейсами и взаимоотношениями для всей совокупности заказчиков, пользователей, программистов, проектировщиков, поставщиков и партнеров.
3. Обеспечение необходимой интеграции процессов и функций управления, оказывающих значимое влияние на внедрение (финансирование, инжиниринг, управление персоналом).
4. Определение оптимального соотношения унаследованных ИТ-систем и новых технологий (с учетом неконтролируемых факторов и рисков).

5. Достижение оптимума между поддержкой стабильной продуктивной среды и реагированием на потребности бизнеса в изменении ИТ-сервисов и процессов.

6. Достижение баланса между прагматизмом и работой по установленным правилам.

7. Создание атмосферы поощрения стандартизации, упрощения и передачи знаний.

8. Достижение постоянной готовности к бизнес-изменениям.

9. Формирование регламентов с ответами на вопросы: «Кто делает это, когда и где?» и «Кто должен делать это, когда и где?».

10. Создание атмосферы, поощряющей людей к сотрудничеству и эффективной совместной работе.

11. Разработка стандартов выполнения измерений и измерительных методов для проектировщиков и поставщиков.

Критические факторы успеха. Сервисное производство у всех поставщиков ИТ-услуг должно быстро реагировать на изменение бизнес-требований. Задача состоит в постоянном улучшении качества ИТ-сервисов, в приведении возможностей ИТ-сервисов в соответствие изменяющимся требованиям бизнеса. Выполнение этой задачи связано с определенными критическими факторами, например:

- поддержка сервисных контрактов и управление взаимоотношениями с поставщиками на стадии внедрения;
- интеграция с другими стадиями ЖЦС и их процессами;
- понимание скрытых зависимостей между унаследованными системами, новыми технологиями и персоналом;
- автоматизация процессов с целью исключения ошибок и сокращения временного цикла изменения. Создание и поддержка в актуальном состоянии базы знаний;
- разработка качественных систем, инструментов, процессов и процедур, необходимых для управления внедрением сервисов;

- современная ИТ-инфраструктура, инструментарий и технологии.

Риски. Процессы внедрения не должны выполняться без оценки потенциальных рисков для эксплуатируемых ИТ-сервисов и запланированных релизов. Эти риски, в частности, включают:

- замену ответственных исполнителей и изменение проектных решений на стадии внедрения;
- игнорирование персонала поддержки и эксплуатации;
- незапланированные затраты на внедрение;
- сопротивление изменениям.

Стадия эксплуатации ИТ-сервиса, [13].

Проблемы. Перечислим проблемы, присущие стадии эксплуатации.

Недостаточное взаимодействие персонала эксплуатации с персоналом проектирования. Часто имеет место обособление персонала разработки и персонала эксплуатации. Это разделение изначально было преднамеренным и связано с желанием исключить «скрытые договоренности» (сговор), чтобы избежать потенциальных рисков. Часто, однако, положительный эффект от разделения обязанностей перекрывается негативными последствиями от возникшей конкуренции и политического маневрирования. Слишком много случаев, когда инициативы персонала эксплуатации, связанные с анализом работы продуктивной среды, игнорируются и не реализуются. Поэтому принципиально важно включать персонал эксплуатации в процесс проектирования с самых ранних этапов ЖЦС для лучшего учета потребностей стадии эксплуатации.

Обоснование финансирования. Часто трудно оправдать рост расходов на стадии эксплуатации, так как эти расходы воспринимаются как операционные издержки – затраты на инфраструктурные компоненты. В действительности же многие затраты на стадии эксплуатации можно и должно рассматривать как инвестиции, которые обеспечивают возврат затрат, прибыль и улучшение качества обслуживания. Некоторые примеры:

- сокращение затрат на лицензии за счет лучшего управления лицензиями и развернутыми копиями;

- уменьшение издержек из-за меньшего количества инцидентов, проблем и сокращения среднего времени их разрешения;
- сокращение численности персонала за счет рационализации процессов, ролей и структуры ответственности;
- уменьшение «потерь бизнеса» за счет лучшего качества ИТ-сервисов;
- улучшение использования существующей инфраструктуры благодаря лучшему управлению мощностями;
- уменьшение количества дублирующих операций за счет лучшего управления ресурсами.

Проблемы менеджеров эксплуатации. Эти проблемы являются побочными продуктами общей культуры организации и решений, принятых при определении организационной структуры. Простых решений этих проблем нет. Различия между проектной и эксплуатационной деятельностью вызывают много проблем. Связано это со следующими причинами.

1. Процесс проектирования ИТ-сервиса обычно сосредоточен на одном сервисе в данное время, а процесс эксплуатации – сразу на всех ИТ-сервисах. Необходимо тесное сотрудничество, чтобы персонал проектирования и внедрения учитывал интересы эксплуатации.

2. Большая часть деятельности проектирования реализуется в виде уникальных проектов, в то время как эксплуатация сосредоточена на регулярно повторяющихся процессах и процедурах. В результате персонал эксплуатации часто не может принять должное участие в проектировании, и это приводит к созданию неудобных для эксплуатации технологий, которые не имеют адекватных инструментов управления ИТ-сервисами и ИТ-процессами, с другой стороны, выполнив проект и начав следующий, персонал проектирования становится недоступен для преодоления проблем, возникших на стадии эксплуатации.

3. У стадий проектирования и эксплуатации, как правило, несогласован набор метрик, которые поощряют проектировщиков завершить проект в заданное время в соответствии со спецификациями и бюджетом. Во многих случаях

трудно предсказать, что получит процесс эксплуатации в продуктивной среде, за которую он несет ответственность. Эта проблема всегда будет реальностью в управлении ИТ-сервисами. Для ее разрешения может быть подключен процесс внедрения. Задача процесса внедрения состоит в обеспечении того, чтобы спроектированные сервисы работали в соответствии с согласованными требованиями, и менеджер эксплуатации должен обеспечить процесс внедрения необходимыми знаниями для исключения проблем до того, как они проявятся в продуктивной среде.

4. Неэффективное выполнение процесса внедрения, то есть перехода разработок из стадии проектирования в стадию эксплуатации. Например, на стадии внедрения возможно применить процесс управления изменениями, чтобы спланировать развертывание сервисных активов сразу в продуктивной среде, не реализовав процедуру тестирования в тестовой среде. Мотивация персонала внедрения должна исключать подобные случаи. Менеджеры процессов управления изменениями, проектирования и эксплуатации должны иметь полномочия, чтобы не допустить перевода в продуктивную среду непроверенных решений.

Критические факторы успеха процессов эксплуатации. В перечень этих факторов входят:

- поддержка со стороны топ-менеджмента в виде финансирования, других ресурсов, мотивации, организации обучения, разрешения текущих проблем, наделения необходимыми полномочиями, приема квалифицированного персонала и др.;
- поддержка бизнеса (заказчиков, пользователей) в частности:
 - ✓ согласование политик, процедур, регламентов, инструкций, коммуникаций, бюджета и другое;
 - ✓ определение лидеров (наличие одного или нескольких энтузиастов помогает решить, казалось бы, непреодолимые проблемы);
- комплектование и сохранение штата;
- обучение эффективному управлению ИТ-сервисами;

- применение эффективного инструментария;
- адекватное тестирование ИТ-сервисов;
- необходимые измерения и отчетность.

Риски:

- Снижение качества обслуживания критических для бизнеса ИТ-сервисов со всеми вытекающими последствиями.
- Риски успешного решения задач эксплуатации, такие как:
 - ✓ неадекватное финансирование и выделение ресурсов;
 - ✓ отношение к управлению ИТ-сервисами, как к очередной компании;
 - ✓ потеря ведущих специалистов;
 - ✓ сопротивление персонала изменениям;
 - ✓ недостаток поддержки топ-менеджмента.

Стадия непрерывных улучшений ИТ-сервиса [14].

Проблемы. Каждый ИТ-провайдер имеет свой уникальный набор проблем. Как правило, в организации одна из главных проблем – проблема культурных изменений. Отметим следующие из возможных проблем.

1. Недостаточная поддержка высшего руководства.
2. Неадекватные бюджет, ресурсы и время.
3. Незрелость ИТ-процессов.
4. Недостаток информации, контроля и измерений.
5. Неполнота базы знаний.
6. Отсутствие корпоративных и ИТ-целей, стратегий, политик.
7. Противодействие персонала.
8. Недостаток знаний о приоритетах бизнеса и о влиянии на бизнес.
9. Плохие отношения и плохие коммуникации между бизнесом и ИТ-провайдером.
10. Недостаток и некачественные инструменты.
11. Значительные ресурсы, необходимые для проекта.
12. Плохое управление поставщиками или плохая работа поставщиков.

Критические факторы успеха:

- a) назначение менеджера улучшений;
- b) восприятие методологии постоянных улучшений ИТ-провайдером;
- c) поддержка высшего руководства;
- d) компетентность менеджера улучшений и др.

Риски:

- попытка решать все проблемы сразу (формирование реалистичных планов);
- невовлечение бизнеса в оптимизационные проекты;
- одновременное решение проблемы оптимизации ИТ-сервиса и ИТ-процесса;
- неупорядочивание (по приоритетам) оптимизационных проектов;
- реализация оптимизационной инициативы с низким качеством технологии, с недостатком ресурсов или без передачи знаний и обучения;
- неследование управленческому циклу оптимизации;
- недостаток принятых стратегических, тактических и операционных решений, основанных на полученных знаниях по улучшению ИТ-сервисов;
- плохое взаимодействие с бизнесом и др.

Реализация функций непрерывной оптимизации является сложной задачей. Она требует изменений в системе управления организацией и, самое главное, изменений в отношении персонала в направлении постоянного усовершенствования, осуществляемого как проактивным, так и реактивным способом. Идентификация проблем и рисков является критичным начальным шагом для реализации улучшений. SWOT-анализ (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) – способ анализа силы, слабости, возможностей и угроз для организации. SWOT-анализ может помочь при решении этой проблемы. Важно определить стратегию уменьшения рисков и решения проблем. Знание критических факторов успеха также поможет делу.

1.3 Управление конкурентоспособностью ИТ-активов поставщика услуг на стадиях жизненного цикла ИТ-сервиса

Концепция жизненного цикла ИТ-сервиса в ИПЛ- v3, v4 сформирована в ориентации на достижение стратегической цели ИТ-провайдера – рыночной конкурентоспособности [1]. Под конкурентоспособностью понимается обладание свойствами, создающими преимущества для субъекта, действующего в рыночном пространстве. Необходимым условием достижения конкурентоспособности является соответствие ИТ-стратегии поставщика услуг бизнес-стратегиям его клиентов. При таком соответствии возможности портфеля ИТ-сервисов провайдера удовлетворяют потребности действующих или модифицируемых бизнес-процессов клиентов – единственных объектах применения ИТ-сервисов. Второе условие достижения конкурентоспособности ИТ-провайдера состоит в обеспечении необходимой результативности бизнес-процессов клиентов, которое обеспечивается посредством применения ИТ-сервисов, которые не уступают по экономической эффективности процессам других участников ИТ-рынка (в конкурентной отрасли цена ИТ-сервиса на рынке равна средним издержкам на создание сервиса) [1, 5, 16, 56-61].

Конкурентоспособность предполагает адаптивность деятельности поставщика ИТ-услуг к постоянным изменениям внешней среды, а также эффективное развитие своих активов, используя имеющиеся внутренние резервы. Конкурентоспособность успешного поставщика сервисов опирается на взвешенное применение четырех компонентов стратегии – перспективы, позиционирования, прототипирования и технологии работы [5, 62-65].

На рисунке 1.3 показана общая схема формирования и актуализации ИТ-стратегии поставщика услуг, которая включает три основные этапа [1, 66-71].

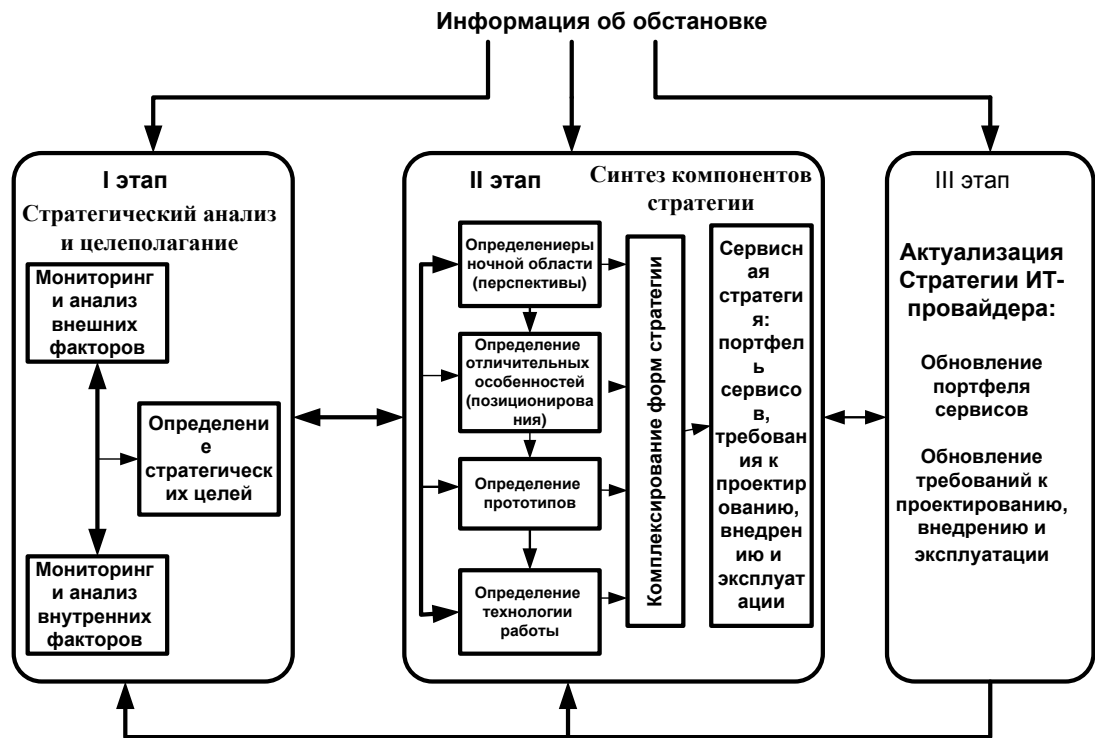


Рисунок 1.3 – Процедура формирования стратегии ИТ-провайдера

На первом этапе производится стратегическая оценка внутренних и внешних факторов, и на этой основе конкретизируются стратегические цели ИТ-провайдера.

На втором этапе, исходя из стратегических целей, посредством последовательного синтеза перспективы, позиционирования и применения прототипов формируется портфель сервисов, который выражает разработанную и принятую поставщиком сервисов ИТ-стратегию.

На третьем этапе решается задача актуализации стратегии в связи с произошедшими изменениями внешней и внутренней обстановки.

Целеполагание и ИТ-стратегия [72-78]. Цели представляют собой те результаты, которые ожидает получить ИТ-провайдер, реализуя свою стратегию. В то же время, стратегия определяет действия, которые необходимы для достижения поставленных целей. Четко сформулированные цели – необходимое условие для принятия эффективных решений и определения приоритетов действий.

Однако чтобы сформулировать цели, ИТ-провайдер должен понимать, каких результатов хочет достичь клиент, и определить, как удовлетворить актуальные потребности клиента. Исходя из потребностей клиента, провайдер определяет значения показателей полезности и применимости для создаваемых сервисов. Таким образом, опосредованная цель поставщика сервисов – помочь клиенту решить его задачи, преодолеть имеющиеся у него ограничения и получить нужные ему результаты. Хорошее понимание ценностей и целей клиента называют маркетинговым мышлением, которое также следует отнести к критическим факторам успеха ИТ-провайдера.

Полезность ИТ-сервиса и затраты на его разработку. Если применение ИТ-сервиса приводит к повышению производительности активов клиента, то повышается спрос на этот сервис. В этом случае имеет место положительная обратная связь в системе управления активами клиента и ИТ-провайдера. Увеличение спроса на ИТ-сервис сопровождается ростом компенсаций от клиентов за его качество. Чем выше качество сервиса, тем больше компенсация, на которую может рассчитывать поставщик сервиса. Все решения системы управления сервисами и процессами должны быть направлены на достижение качества сервиса, требуемого клиенту. Компенсация, получаемая ИТ-службой, вносит свой вклад в доходы от применения сервисных активов. Доходность при этом зависит от дохода, приносящего ИТ-активом и от затрат на его приобретение/разработку и поддержку функционирования. Как правило, цена ИТ-сервиса растёт с увеличением качества услуг, предоставляемых клиенту.

По мере того как зрелость процессов управления сервисными активами возрастает, можно добиться более высоких значений полезности и применимости ИТ-сервисов без пропорционального увеличения затрат вследствие того, что влияние постоянных затрат и накладных расходов уменьшаться с увеличением спроса на услуги.

Сервисные активы и потребности клиентов [5,16]. ИТ-провайдер определяет, приобретает, создает и развертывает сервисные активы ориентируясь на ту ценность, которую они представляют для активов клиента, а также из тех

рисков и затрат, которые они приносят в его деятельность (риски могут быть связаны с недостаточным уровнем компетенций ИТ-специалистов при использовании соответствующего ИТ-актива). Например, служба обмена сообщениями (беспроводная электронная почта) представляет большую ценность для клиентов, так как ее использование значительно увеличивает производительность одного из самых важных и дорогостоящих клиентских активов – его персонала. Поэтому приобретение и обучение персонала использованию необходимых активов – актуальные задачи, которые должен решить ИТ-провайдер.

Мониторинг и контроль [13,16,96,97,182,183]. Функции измерения и контроля фактического качества предоставляемых клиентам ИТ-услуг, реализуемые на стадии эксплуатации сервиса, являются важнейшими функциями управления конкурентоспособностью. Регулярное выполнение этих функций позволяет своевременно обновлять ИТ-стратегию (соответственно, портфель сервисов), совершенствовать процессы проектирования, внедрения и эксплуатации ИТ-сервисов. Вследствие этого мониторинг и контроль не рассматриваются только как операционные функции. Цель этих функций, помимо контроля качества сервисов и процессов эксплуатации, состоит в обеспечении ИТ-процессов проектных стадий жизненного цикла ИТ-сервиса достоверной информацией о качестве принятых ими решений. Эта информация используется для определения проблемных областей в их деятельности.

Процесс мониторинга направлен также на обнаружение изменений, происходящих со временем в системе управления жизненным циклом ИТ-сервиса. В частности, процесс осуществляет:

- оценку фактического состояния основных конфигурационных элементов ИТ-среды;
- проверку условий запуска различных операционных процедур и оповещение о результатах проверки соответствующего ИТ-персонала;
- контроль принадлежности значений показателей производительности или используемой мощности конфигурационных элементов заданному диапа-

зону значений (текущей нагрузки процессора, размера используемого дискового пространства или оперативной памяти);

- выявление аномальной активности в инфраструктуре системы, связанной, например, с потенциальной угрозой безопасности;
- обнаружение несанкционированных изменений в базовом состоянии системы (несанкционированной инсталляции программного обеспечения);
- выполнение положений принятых в компании политик (например, нецелесообразного использования электронной почты и интернета);
- сбор данных, которые необходимы для вычисления ключевых показателей эффективности, определяющих размеры стимулирования ИТ-персонала.

Система управления отдельной ИТ-операцией [5,16]. Широко известна модель, описывающая систему управления отдельным видом ИТ-деятельности. Несмотря на свою простоту, она используется во многих приложениях, применяемых при управлении жизненным циклом ИТ-сервиса. На рисунке 1.4 отображены основные функции, реализуемые системой [16]. Показатель выполнения операции измеряется и сравнивается с нормативным значением. В случае отклонения от нормы принимаются меры по восстановлению нормативного функционирования.

Различают два типа систем управления:

- системы с открытым контуром управления, которые предназначены для выполнения хорошо predetermined деятельности (с фиксированным множеством известных входов), не зависящей от внешней среды (например, резервное копирование базового состояния продуктивной системы выполняется в заданное время независимо ни от каких условий);
- системы с замкнутым контуром управления, учитывающие воздействия внешней среды (например, при балансировке сетевой нагрузки система оценивает фактический трафик и если он превышает нормативный уровень, то система управления вводит в действие резервный канал и начинает управлять сетевым трафиком по двум каналам).

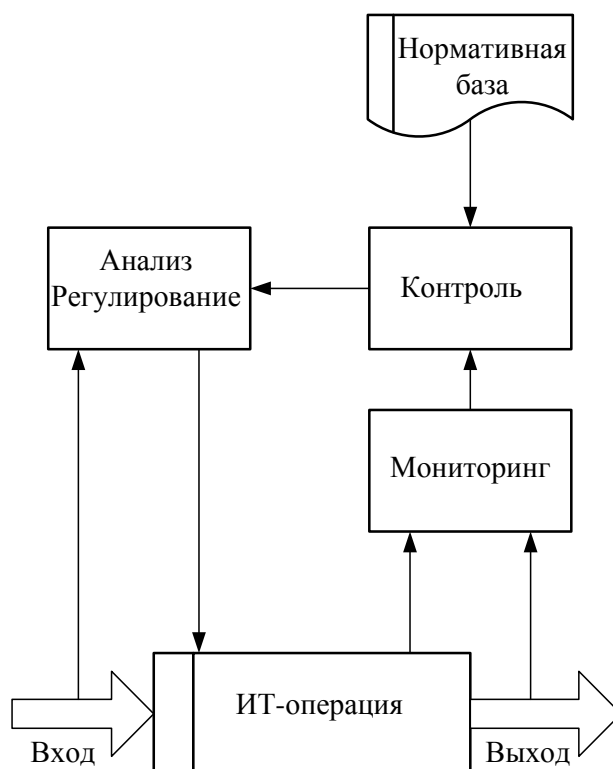


Рисунок 1.4 – Структура простой системы управления ИТ-операцией

Система управления ИТ-процессом [5,16]. Задачи, решаемые системой управления, структура которой представлена на рисунке 1.4, являются хорошей иллюстрацией базового принципа организации работы на стадии эксплуатации ИТ-сервиса. Однако задачи операционного менеджмента намного сложнее и их решение требует более сложной структуры системы управления. На рисунке 1.5 показана двухуровневая структура системы управления рабочим ИТ-процессом, объектом управления в которой является процесс, включающий три последовательно выполняемых вида деятельности (операции) [16]. Выход каждого вида деятельности становится входом для следующего. Каждый вид имеет собственную подсистему управления с соответствующей нормативной базой. Процесс в целом контролируется системой управления качеством (охватывающей все три вида деятельности), целью которой является достижение заданных значений нормативных показателей для рабочего процесса в целом.

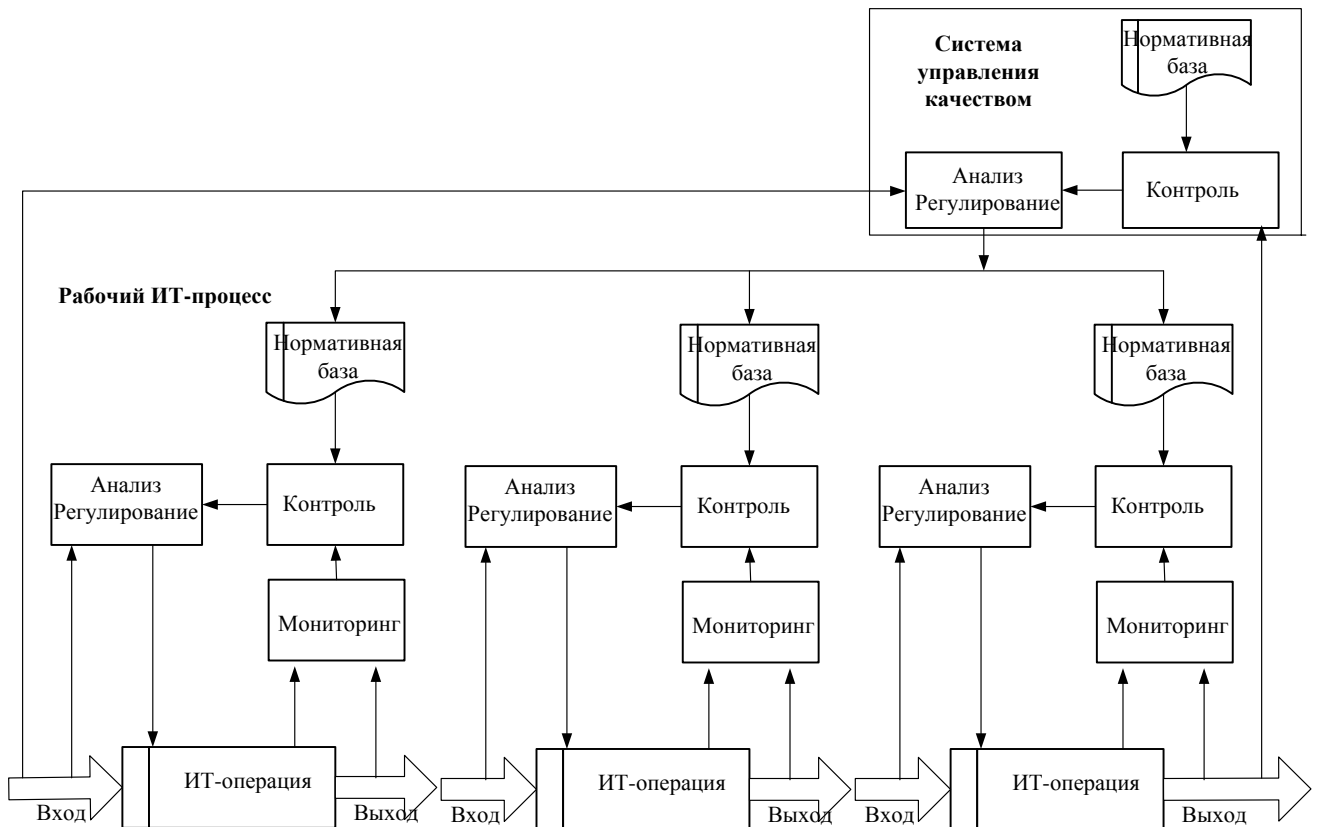


Рисунок 1.5 – Структура системы управления ИТ-процессом

На рисунке показаны два вида обратной связи. Первый сосредоточен исключительно на достижении заданного качества отдельных видов деятельности, а второй – на результативности процесса в целом.

Двухуровневая система управления обеспечивает:

- контроль выполнения отдельных операций. Показатели эффективности каждой операции и ее выход измеряются для того, чтобы возможные проблемы в функционировании процесса были выявлены до того, как процесс завершится. Например, при реализации процесса управления инцидентами, служба Service Desk отслеживает, своевременно ли техническая служба включилась в работу с эскалированным инцидентом. Это делается задолго до разрешения инцидента и для того, чтобы процесс в целом был завершён вовремя;
- достижение целей процесса в целом. Например, менеджер процесса управления изменениями будет оценивать результативность процесса посредством проверки своевременности реализации изменения, соответствия факти-

чески выполненного изменения согласованной спецификации и соответствия затрат на реализацию изменения затратам, предусмотренным в бюджете;

- контроль производительности (мощности) продуктивной системы (например, посредством регулярного измерения времени отклика сервера на запрос ИТ-сервиса при заданной рабочей нагрузке).

Чтобы успешно использовать концепцию двухуровневой системы управления, необходимо, в частности, определить:

- Какие показатели необходимо контролировать?
- Каковы нормативные значения для контролируемых показателей?
- Какой будет процедура мониторинга (ручная или автоматизированная)?
- Как часто необходимо выполнять измерения?

ITSM-система управления ИТ-процессом [5]. Структура этой системы управления сервисами представлена на рисунке 1.6 [16]. Она описывает принципиальную схему управления процессом эксплуатации, его отдельными компонентами или конфигурационными элементами как составную часть системы управления жизненным циклом ИТ-сервиса. Нормируемые показатели и их базовые значения, а также необходимые механизмы контроля определяются и разрабатываются на стадии проектирования с учетом принятых стадией стратегии архитектурных решений и применяемых стандартах.

Цель ITSM-системы управления состоит в том, чтобы любое изменение в стратегии, архитектурном решении, портфеле ИТ-сервисов или требованиях к качеству сервиса сопровождалось необходимыми изменениями в контролируемых показателях, в их базовых значениях и механизмах контроля. Стадия проектирования является связующим звеном между стадиями стратегии и эксплуатации ИТ-сервисов. В то же время в решаемых ею задачах, как правило, участвуют представители всех других стадий жизненного цикла ИТ-сервиса.

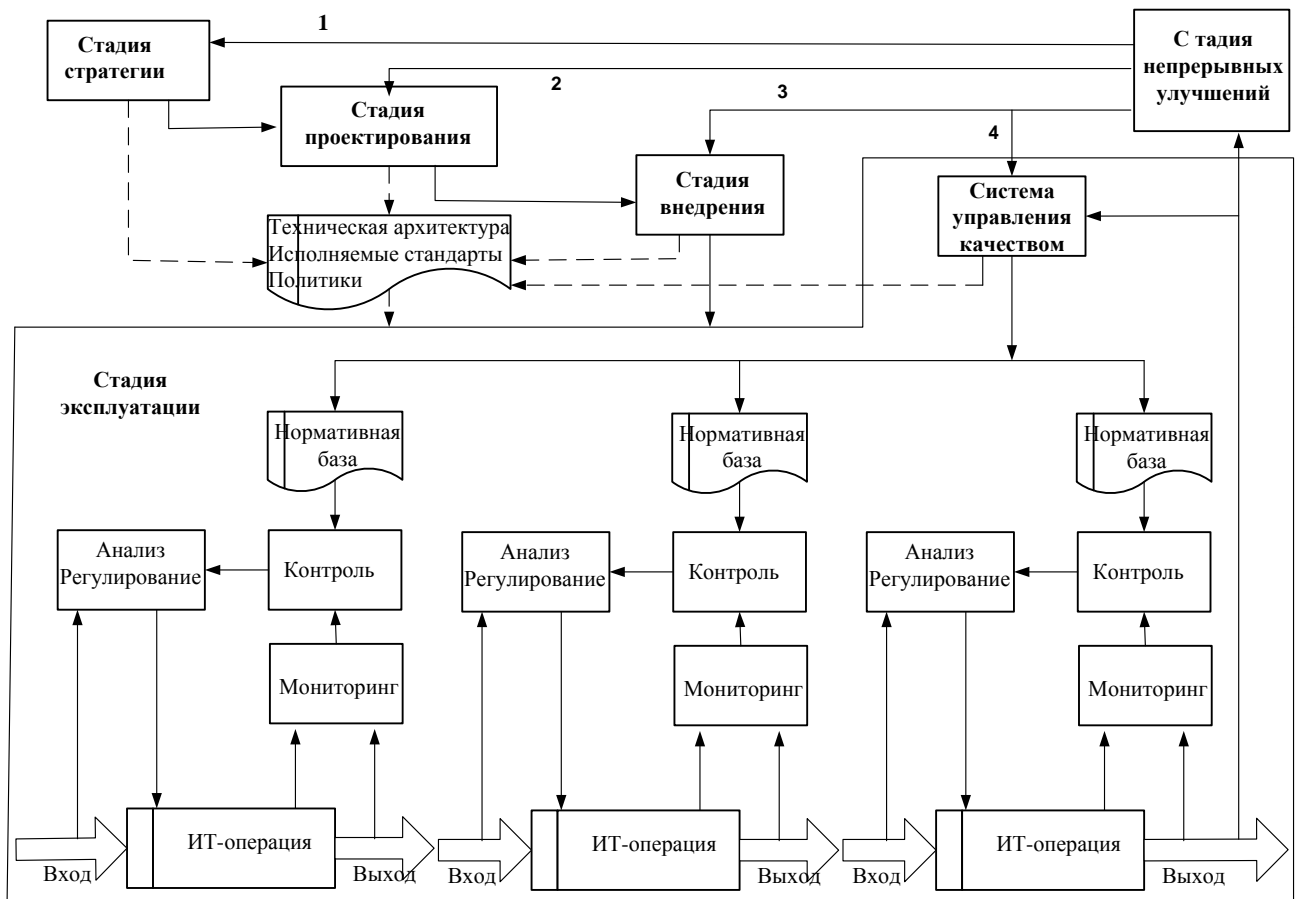


Рисунок 1.6 – Структура ITSM-системы управления сервисами

Заметим, что задачи второго уровня в рассматриваемой системе управления решаются стадией непрерывных улучшений с участием стадий стратегии, проектирования и внедрения. Так стрелка 1 рисунка соответствует случаю, когда на стадии непрерывных улучшений пришли к выводу, что для улучшения конкурентоспособности требуется внести определенные изменения в ИТ-стратегию. Это может быть связано с внесением изменений в используемый портфель сервисов, или в принятые архитектурные решения. Случай стрелки 2 требует согласования требований к качеству ИТ-сервиса с возможностями поставщика ИТ-услуг. Это может быть обусловлено тем, что затраты поставщика на предоставляемый сервис, при используемой инфраструктуре, слишком велики, и необходимо обновить активы инфраструктуры, или тем, что при принятой архитектуре данных невозможно эффективно управлять процессами эксплуатации. Стрелка 3 соответствует случаю, когда невозможно обеспечить достиже-

ние нормативных значений для показателей доступности и мощности сервисов, разработанных стадией проектирования. Это может быть следствием отсутствия необходимых компетенций у ИТ-персонала или пользователей, а также неразвитостью системы коммуникаций. Необходимо провести соответствующее обучение или внести изменения в инфраструктуру для улучшения коммуникаций.

Стадия внедрения отвечает за то, чтобы системная архитектура обеспечивала необходимые эксплуатационные характеристики для новых и изменяемых ИТ-сервисов. Для эксплуатируемых сервисов процесс управления изменениями контролирует выполнение тех изменений, которые являются элементами управления (например, системные настройки), а также всех изменений, которые обусловлены стрелками 1, 2 и 3. Стадия внедрения не оказывает влияния на ИТ-стратегию и не управляет процессами проектирования, но она обеспечивает согласованность всех принимаемых решений и обеспечивает штатное функционирование ИТ-сервисов.

Представляется, что функции мониторинга и контроля, в соответствии с принадлежностью задач, для которых они формируют исходные данные, целесообразно было бы отнести к стадии стратегии. Однако мониторинг и контроль могут быть эффективно реализованы только в действующей эксплуатационной среде. Качество процессов стадий стратегии и проектирования определяется соответствием фактических свойств сервисов согласованным с клиентом требованиям к ним.

1.4 Бенчмаркинг, критические факторы успеха и «лучшие практики» ITIL

Критические факторы успеха [79-84]. Каждое рыночное пространство, в котором работает поставщик ИТ-услуг, описывается критическими факторами успеха (КФУ), соответствие (не соответствие) значениям показателей эффективности которых характеристик активов ИТ-провайдера во многом определяет успех (неудачу) реализуемой провайдером ИТ-стратегии. Критические факторы зависят, в частности, от потребностей клиента, тенденций развития бизнеса клиентов, особенностей конкурентной среды, действий экономических регуляторов, политик поставщиков ИТ-активов, действующих стандартов, лучших отраслевых практик и применяемых технологий.

Определение критических факторов успеха текущего периода времени и данного рыночного пространства, является важной задачей стратегического управления, рисунок 1.7 [8].

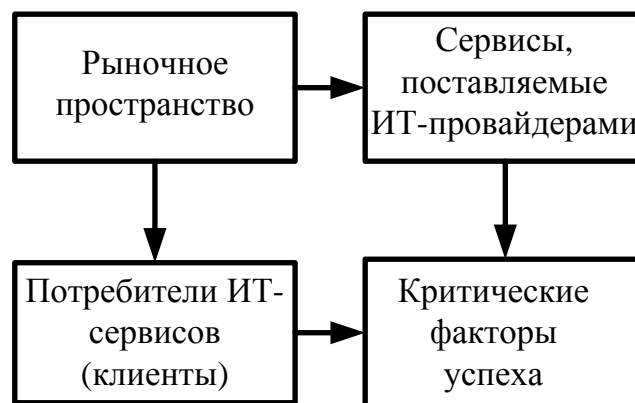


Рисунок 1.7 – Связь критических факторов успеха с рыночным пространством

Так в рыночном пространстве, требующем обработки больших объемов данных в режиме реального времени, например тех, которые необходимы финансовым службам промышленных предприятий, поставщик ИТ-сервисов должен владеть крупномасштабными компьютерными системами с высокоэффек-

тивной и надежной сетевой инфраструктурой и системой информационной безопасности. Без этих активов не представляется возможным предоставлять ИТ-сервисы требуемой полезности и применимости.

Динамичная природа рынков и, как следствие, изменчивость бизнес-стратегий компаний, требует, чтобы критические факторы успеха периодически пересматривались. Пересмотр может быть обусловлен изменением клиентских потребностей, экспансией в новые рыночные пространства, изменениями в законодательной среде, разработкой прорывных технологий в ИТ-сфере. Например, обновленное законодательство о конфиденциальности данных пациентов в сфере здравоохранения изменит набор критических факторов успеха для всех поставщиков услуг сферы здравоохранения. Важнейшие критические факторы представляют собой комбинацию нескольких сервисных активов, таких как финансовые активы, имеющиеся компетенции, интеллектуальная собственность, ИТ-процессы, инфраструктура и т. д.

Критические факторы успеха определяют совокупность сервисных активов, которые необходимы для реализации ИТ-стратегии. Например, если стратегия требует, чтобы услуги были доступны пользователям вычислительной сети с широкой областью охвата, то поставщик сервисов должен не только нарастить мощность ключевых узлов сети, но эксплуатировать сеть так, чтобы затраты на обслуживание клиентов соответствовали сложившимся рыночным издержкам.

Одним из важнейших критических факторов успеха являются знания об активах клиента. Например, в здравоохранении поставщики ИТ-сервисов должны иметь обширные знания о процедурах лечения, медицинском оборудовании, требованиях к конфиденциальности информации, связях между врачами, фармацевтами и страховыми агентами.

Сервисные стратегии для рынка здравоохранения должны учитывать такие особенности, как узкая профессиональная специализация персонала, использование специального оборудования, ограниченная терпимость к ошибкам и необходимость поиска баланса между безопасностью и удобством использо-

вания сервисов. Это важнейшие факторы успеха этого рыночного пространства, определяющие конкурентоспособность поставщика ИТ-сервисов.

Критические факторы успеха и конкурентный анализ [1, 85-89]. Критические факторы успеха необходимы для оценки стратегического положения поставщика сервисов в рыночном пространстве и управления этим положением. Изменение положения требует реализации поставщиком ИТ-сервисов какого-то особо ценного предложения для клиентов. Например, улучшение конкурентоспособности в рыночном пространстве может потребовать очень высокого уровня доступности сервисов для клиента, чтобы обеспечить непрерывное ведение его бизнеса. Однако достичь этого уровня доступности возможно при безотказной работе ИТ-активов инфраструктуры. Во многих рыночных пространствах экономическая эффективность является общим критическим фактором успеха, в то время как в других таковыми могут быть специализированные знания предметной области или надежность инфраструктуры. Удовлетворенность клиентов, многообразие предлагаемых сервисов, их соответствие стандартам, глобальное присутствие на рынке – это также распространенные критические факторы успеха. Поставщики услуг типа I и типа II стремятся заработать на хорошем знании бизнеса клиента.

Для определения своего текущего положения на рынке и желаемой стратегической позиции, поставщик ИТ-сервисов проводит стратегический анализ рыночного пространства каждого крупного клиента и требуемого ему портфеля сервисов. Анализ предполагает предварительный сбор и изучение данных, полученных путем опроса клиентов, изучения обзоров качества предоставления ИТ-сервисов, в которых приводятся отраслевые показатели эффективности, и анализируется конкурентоспособность компаний. Эти обзоры готовят специализированные организации или внутренние исследовательские группы.

На рисунке 1.8 в пространстве показателей x_1 и x_2 двух критических факторов успеха показаны сегменты рыночной области с различной степенью конкурентоспособности ИТ-провайдеров [8].



Рисунок 1.8 – Конкурентная среда для критических факторов успеха x_1 и x_2

Для того чтобы быть конкурентоспособным, конкретному провайдеру надо достигнуть, по крайней мере, тех значений показателей критических факторов успеха, которые соответствуют срединной зоне рисунка 1.8 (в конкурентной отрасли стоимость ИТ-сервиса равна средним издержкам на создание сервиса).

Для позиционирования поставщика сервисов в рыночном пространстве используют три уровня:

- начальный уровень: эффективность ниже этого уровня не приемлема для клиентов;
- средний уровень: эффективность ниже этого уровня не гарантирует конкурентоспособность;
- высокий уровень: эффективность выше этого уровня означает лидерство.

Стратегический анализ должен учитывать не только текущее положение поставщика сервисов на рынке, но и направление, в котором он планирует дви-

гаться, а также величину ожидаемых изменений и соответствующие вероятности. Точка А описывает положение ИТ-провайдера в срединной зоне рыночной среды. Приращения показателей критических факторов Δx_1 и Δx_2 (за счет реализации оптимизационных проектов) позволяет перевести конкурентоспособность провайдера в состояние, описываемое точкой A_1 , которое укрепляет его рыночные позиции.

Стратегический анализ необходим для того, чтобы планы поставщика сервисов не были разрушены существенными изменениями в рыночном пространстве. Провайдеры I типа особенно уязвимы, если они не выполняют этот бизнес - анализ.

Приоритетность инвестиций и конкурентоспособность [90-95]. Одной из важных задач, решаемых поставщиком сервисов, является определение приоритетов для инвестиций в новые ИТ-сервисы, влияющие на его конкурентоспособность. В каждый период времени различные потребности клиентов в ИТ-сервисах удовлетворяются в разной степени. Инвестиционный приоритет ИТ-сервиса определяется ценностью сервиса для клиента и текущим уровнем удовлетворения потребности в этом сервисе. Наилучшие возможности для поставщиков ИТ-сервисов открываются в тех областях, в которых важные потребности клиентов в сервисах удовлетворены недостаточно, рисунок 1.9 [8]. Ось абсцисс описывает ценность сервиса для клиента, а ось ординат – степень удовлетворенности в этом сервисе.

Портфель ИТ-сервисов провайдера необходимо расширять за счет приоритетной области стратегических инвестиций. При этом провайдеру необходимо учитывать затраты и риски, связанные с реализацией этих сервисов. В то же время, как правило, существуют веские причины, из-за которых многие потребности клиентов в сервисах долгое время остаются не удовлетворенными (область плохого обслуживания клиентов). Для их удовлетворения, как правило, необходимы прорывные технологии и инновации.

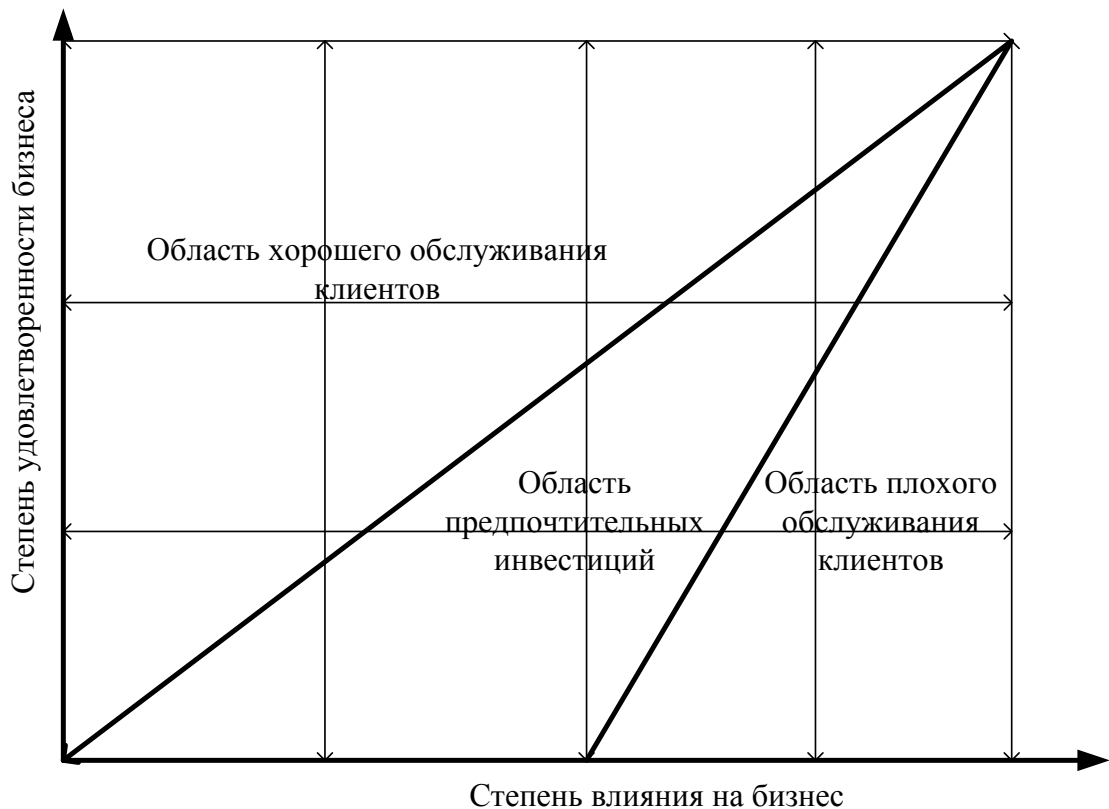


Рисунок 1.9 – Приоритетная область стратегических инвестиций в ИТ-сервисы

Поставщики ИТ-сервисов часто присутствуют в нескольких рыночных пространствах. Выполняемые ими исследования конкурентоспособности включают как анализ своих сильных и слабых сторон, так и изучение внешних возможностей и угроз, связанных с каждой из рыночных областей. Исследования ориентированы на оценку возможности экспансии в необслуживаемое или недостаточно обслуживаемое рыночное пространство. Долгосрочная конкурентоспособность поставщика ИТ-сервисов опирается на удовлетворение потребностей клиентов в новых или в изменении действующих сервисов, а также на использование новых информационно-технологических достижений. Поставщик ИТ-сервисов должен определить те области рыночного пространства, которые могут эффективно и результативно обслуживаться существующими у него сервисными активами, и напротив, избегать тех областей, для которых эти активы не приспособлены.

На основе результатов исследований для каждого рыночного пространства, (рисунок 1.10), принимается решение о подлежащих разработке ИТ-

сервисах; о клиентах, для которых будут создаваться сервисы, о достижении необходимых значений действующих критических факторов успеха; о недостаточно обслуживаемых рыночных пространствах; о моделях сервисов и необходимых сервисных активах [8].

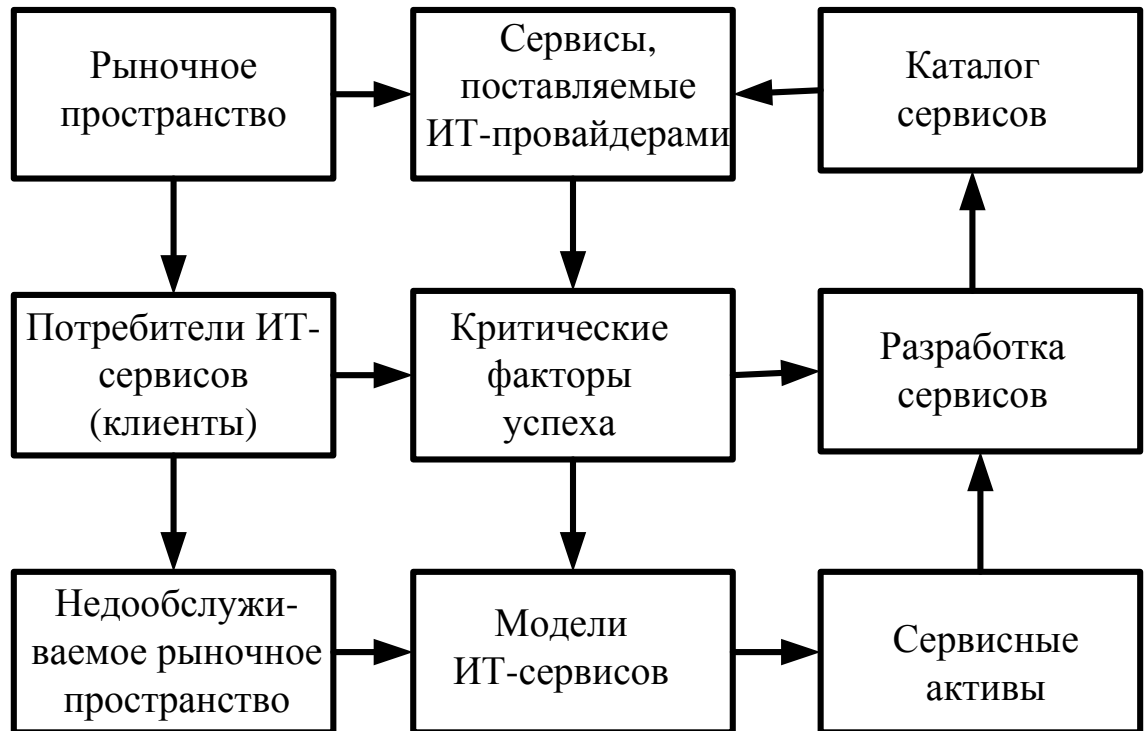


Рисунок 1.10 – Схема определения подлежащих разработке ИТ-сервисов

Анализ рыночного пространства для поставщиков сервисов типа I и типа II аналогичен анализу для поставщиков типа III. Отличие состоит в степени учета в принимаемых решениях приоритетов и стратегической ценности сервисов, размера необходимых инвестиций, финансовых целей, величины рисков, политических соображений.

Бенчмаркинг¹ и критические факторы успеха [98-101]. Одной из важнейших задач, решаемых ИТ-провайдером с целью достижения конкурентоспособности, является выполнение бенчмаркинга, который состоит в определении того, являются ли его ИТ-активы (в частности, ИТ-процессы и способы реше-

¹ Бенчмаркинг (от англ. *Benchmarking*), — эталонное тестирование. Сопоставительный анализ на основе эталонных показателей — это процесс определения, понимания и адаптации имеющихся примеров эффективного функционирования компании с целью улучшения собственной работы. Он в равной степени включает в себя два процесса: *оценивание* и *сопоставление*.

ния процессами задач) конкурентоспособными, то есть экономически эффективными, оперативно реагирующими на потребности клиентов, а также, не уступающими по результативности конкурентам. Бенчмаркинг – процесс, используемый в управлении (особенно стратегическом управлении) для оценки провайдером результативности своей деятельности и сравнения ее с результативностью «лучших практик» в отрасли или в конкретной области рыночного пространства.

Бенчмаркинг может носить одноразовый характер, но часто реализуется как непрерывный процесс, направленный на постоянное улучшение деятельности ИТ-провайдера. При реализации этого процесса провайдер взаимодействует с партнерами по бенчмаркингу, обмениваясь опытом. При выполнении процесса бенчмаркинга решаются, в частности, следующие задачи:

- определение состава критических факторов успеха (КФУ) и показателей эффективности для каждого из них;
- оценивание значений показателей эффективности КФУ;
- убеждение высшего руководства в необходимости вложения инвестиций в улучшение ИТ-активов;
- определение процессов, совершенствование которых необходимо для достижения и/или превосходства над результативностью процессов конкурентов;
- сравнение процессов по внутренней структурной организации, а не только на основе показателей качества их функционирования;
- создание подразделения бенчмаркинга с компетентным персоналом.

ИТ-провайдер планирует работы по бенчмаркингу на основе его собственных представлений об улучшении деятельности. Некоторые данные о межотраслевых показателях эффективности обычно берутся из публикаций международных научно-исследовательских организаций. Однако эти публикации часто не содержат сведений, которые необходимы компании, выполняющей бенчмаркинг. Результаты исследований по бенчмаркингу представляют большую

ценность, в том числе для тех компаний, которые являются конкурентами ИТ-провайдера.

Распространено представление, что бенчмаркинг – это процесс сравнения показателей деятельности организации с соответствующими отраслевыми стандартами (бенчмаркинг в «узком» смысле). Однако, в более широком смысле, сравнение с доступными контрольными показателями отрасли представляет собой только первый этап сопоставительного анализа. Сравнение с контрольными показателями отрасли целесообразно, если оно проводится с использованием одних и тех же метрик и для компаний, аналогичных по размеру, отраслевой принадлежности и географическому положению.

Проведению бенчмаркинга предшествует определение проблемных областей в деятельности компании. Процедура бенчмаркинга может быть применена к любому процессу или выполняемой функции с целью их улучшения. При реализации процедуры могут использоваться различные методы исследования, которые включают: неформальные беседы с клиентами, сотрудниками или поставщиками; создание различных тематических групп для выполнения углубленного маркетингового исследования; различные количественные вычисления; организацию разнообразных опросов; проведение реинжиниринга и финансового анализа.

Бенчмаркинг является достаточно затратным процессом, но в конечном итоге он себя полностью окупает. Наиболее существенны три основных вида затрат на бенчмаркинг: расходы, связанные с командировками; затраты времени членов команды бенчмаркинга на исследование проблем, а также на поиск компаний, наиболее подходящих для проведения исследований; затраты на разработку и наполнение базы данных процесса бенчмаркинга компании.

Цель бенчмаркинга состоит в получении четких представлений о собственном положении и положении конкурентов в рыночном пространстве и в представлениях клиентов. Недостаточно иметь отчеты самооценки эффективности сервисов и процессов, важно сравнить эту эффективность с представлениями об их эффективности участников рыночной среды. Результаты бенчмар-

кинга служат основанием для инициирования проектов по улучшению процессов, функций и описывают риски, связанные с реализацией этих проектов.

Результаты бенчмаркинга ИТ-провайдер использует, чтобы получить преимущества в достижении экономии в виде снижения цен и повышения результативности предоставляемых ИТ-сервисов, в повышении эффективности процессов за счет снижения затрат в сравнении с другими организациями, в реализации нового целеполагания.

При реализации процедуры выполняются необходимые измерения, вычисляются ключевые показатели эффективности и на основе анализа вырабатываются решения по их улучшению. Процедура бенчмаркинга, базируется на основе одного из следующих двух подходов:

- внутреннего бенчмаркинга, когда оценка зрелости системы управления ИТ-сервисами и процессами выполняется силами самой компанией путем сравнения показателей результативности процессов с заданными эталонными значениями;
- внешнего бенчмаркинга, выполняемого внешней компанией, имеющей, как правило, свои собственные представления о процедурах оценки зрелости процессов жизненного цикла ИТ-сервиса.

С точки зрения бизнеса измерения, выполняемые в процессе бенчмаркинга, помогают организации оценить результативность и затраты на ИТ-услуги в сравнении с организациями-конкурентами и наилучшими практиками, как в целом по ИТ-отрасли, так и по соответствующим областям бизнеса отдельных стран.

Работы по бенчмаркингу ориентированы на интересы бизнеса и могут потребовать больших затрат. Независимо от того, проводится ли процедура внутренними силами или внешней организацией, она должна быть нацелена на получении максимальной выгоды прежде всего для бизнеса.

Существует различные разновидности ИТ-бенчмаркинга, выполняемые по отдельности или в некоторых комбинациях. Примеры часто применяемого бенчмаркинга:

- сопоставление стоимости и результативности ИТ-сервисов для провайдеров I типа;
- сопоставление цены и результативности ИТ-сервисов для внешних провайдеров;
- сопоставление результативности отдельного процесса в сравнении с лучшими отраслевыми практиками;
- сопоставление финансовых затрат на информационные технологии по сравнению с отраслевыми показателями;
- сопоставление результативности ИТ-сервисов, учитывающее удовлетворенность клиентов.

Организации, выполняющие процедуру бенчмаркинга классифицируются, в частности, по следующим основаниям: профилю и сложности. Профиль организации обычно описывается четырьмя ключевыми характеристиками:

- ландшафтом организации, т. е. информацией о размере компании, отрасли, которой она принадлежит,
- географическим расположением и типом пользователей;
- свойствами текущих ИТ-активов (производственных, настольных и мобильных, периферийных устройств, сетевых и серверных);
- имеющимися лучшими практиками (структурой жизненного цикла, составом процессов стадий, эффективностью ИТ-процессов стадий, политиками, процедурами и инструментами повышения доходности);
- Сложность организации – информация о совокупности конечных пользователей, видах и количестве используемых технологий и способах их применения.

«Лучшие практики» ITIL-3,4 и критические факторы успеха [102-112]. Согласно классификации ITIL 3, 4 на стадиях жизненного цикла ИТ-сервиса решаются следующие основные задачи управления, таблица 1.1.

Таблица 1.1 – Основные задачи управления, решаемые на стадиях
жизненного цикла ИТ-сервиса

Стратегия	Проектирование	Внедрение	Эксплуатация
Анализ и оценка рыночной области ИТ-провайдера.	Разработка календарного плана проектирования сервиса.	Разработка плана внедрения ИТ-сервиса.	Управление ИТ-происшествиями (событиями, инцидентами, проблемами).
Анализ и оценка ожидаемой ценности и конкурентно-способности ИТ-активов.	Проектирование новых или изменяемых сервисов, удовлетворяющих требованиям полезности и применимости.	Управление изменениями сервисов и сервисных активов.	Управление запросами пользователей на обслуживание.
Анализ и оценка ожидаемой и фактической рентабельности сервисов и ИТ-активов.	Проектирование и интеграция архитектур технической инфраструктуры, данных, приложений.	Управление ИТ-активами и конфигурациями	Управление технической инфраструктурой.
Анализ и оценка преимуществ и недостатков сервисных активов	Проектирование систем управления и инструментов для ИТ-активов.	Управление релизами, тестированием релизов и сервисов, развёртыванием ре-	Управление приложениями.

		лизов и сервисов в операционной среде.	
Разработка и согласование требований к полезности и применимости сервиса.	Проектирование процессов поддержки ИТ-сервисов для всех стадий их жизненного цикла.	Управление ИТ-знаниями.	Управление операциями, мониторинг и контроль.
Управление портфелем сервисом	Проектирование метрик для ИТ-сервисов и процессов.		Управление качеством обслуживания.

Для каждой из задач таблицы 1 авторами ITIL v3, v4 разработана, на основе анализа деятельности лидеров ИТ-рынка, процедура решения, которая реализуется ИТ-процессом. Совокупность предложенных в библиотеке ИТ-процессов для стадий жизненного цикла ИТ-сервиса составляет в настоящее время мировой стандарт «де-факто», известный под брендом «лучшие практики ITIL». Эти процессы построены в ориентации на состав критических факторов успеха, действующий на ИТ-рынке, и на достижение тех значений показателей факторов успеха, которые характерны для лидеров ИТ-рынка в текущий период. Применение ИТ-провайдером процессов, представленных в библиотеке ITIL-v3, v4 обеспечивает ему достижение эффективных значений критических факторов успеха, то есть определенных конкурентных преимуществ. Заметим, однако, что по мере того, как «лучшими практиками» овладевает все большее число ИТ-провайдеров, эти конкурентные преимущества становятся все менее значимыми.

Таким образом, непрерывное улучшение значений показателей результативности ИТ-активов провайдера, обеспечивающее соответствие или превос-

ходство над целевыми значениями критических факторов успеха рыночной области, является необходимым условием его конкурентоспособности.

1.5 Определение проблемы и постановка задач исследования

Обеспечение конкурентоспособных значений характеристик активов ИТ-провайдера (прежде всего наиболее динамичных из них – ИТ-сервисов и процессов) требует последовательного решения следующих стратегических задач:

1. Определение множества $\{F\{x_n \mid n = \overline{1, N}\}\}$ критических факторов успеха рыночной среды ИТ-провайдера, выбор показателей $\{x_n \mid n = \overline{1, N}\}$ эффективности, описывающих критические факторы успеха и оценка рыночных значений $x_n^r, n = \overline{1, N}$ этих показателей.

2. Выполнение стратегического целеполагания: разбиение множеств показателей $\{x_n \mid n = \overline{1, N}\}$ на два подмножества:

1) подмножество показателей $\{x_n \mid n = \overline{1, N^b}\}$ – базовых факторов успеха («стандартов конкуренции»);

2) подмножество показателей $\{x_n \mid n = \overline{1, N^p}\}$ – факторов «потенциалов успеха».

3. Поддержание в актуальном состоянии множества $\{F\{x_n \mid n = \overline{1, N}\}\}$ критических факторов успеха и значений показателей $\{x_n \mid n = \overline{1, N}\}$ их эффективности.

4. Совершенствование ИТ-сервисов и процессов с целью достижения рыночных значений показателей $\{(x_n^r) | n = \overline{1, N^b}\}$ базовых факторов успеха и оптимизации показателей $\{x_n | n = \overline{1, N^p}\}$ – факторов «потенциалов успеха».

5. Формирование и реализация портфеля проектов, обеспечивающих достижение ИТ-процессами актуальных рыночных значений показателей $\{(x_n^r) | n = \overline{1, N^b}\}$ – базовых факторов успеха и оптимизацию показателей $\{x_n | n = \overline{1, N^p}\}$ – факторов «потенциалов успеха».

От «лучших практик» к формализации и разработке методов и алгоритмов решения задач управления ИТ-сервисами и процессами. Идея исследования состоит в получении ИТ-провайдерами дополнительных конкурентных преимуществ посредством интеграции знаний об управлении ИТ-сервисами и ИТ-процессами методологии ITIL-v3, v4 (являющаяся результатом теории и практики менеджмента) и достижений теории управления и принятия решений в области построения математических постановок задач и оптимальных алгоритмов их решения, рисунок 1.11 [113-118, 137].

Возможности улучшения обусловлены двумя основными недостатками «лучших практик ITIL v3, v4».

1. Практики разработаны для «усредненных» условий их применения (например, ITIL рекомендует применять один и тот же процесс реализации изменения ИТ-сервиса при значительных вариациях масштаба и типа предприятия) и не достаточно учитывают особенности функционирования процессов ИТ-провайдера.

2. Практики ограничиваются содержательным описанием решаемых ИТ-процессами задач и разработкой для них эвристических процедур поиска приближенных решений.

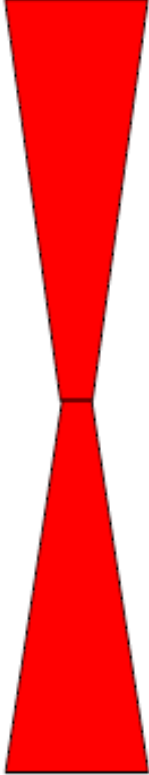
Уровень абстракции/конкретности	Содержание управленческой деятельности	Что нужно знать для принятия эффективных управленческих решений	Менеджмент	Математические теории управления
Концептуальный	Выбор общих методов, видов, форм и т.д. управления	Терминологию, лучшие практики		
Анализа	Анализ управляемой системы	Модель управляемой системы (ее реакции на управляющие воздействия)		
Синтеза	Синтез оптимального управления, включая выбор частных методов, видов, форм и т.д. управления	Решение математической задачи синтеза и/или результаты имитационного/сценарного моделирования		
Реализации	Реализация управленческих воздействий	Типовые схемы реализации процедур управления, лучшие практики		

Рисунок 1.11 – Особенности менеджмента и теории управления [137]

В результате подход, используемый при разработке менеджментом «лучших практик» («усредненный» и эвристический), приводит:

- к недостаточному соответствию фактически решаемой «лучшей практикой» задачи и той задачи, которую необходимо решить в конкретной ситуации ИТ-провайдеру (это является одной из причин приближенности получаемого в результате применения «лучшей практики» решения);
- к невозможности определить полное пространство решений исследуемой задачи, а, следовательно, к невозможности оценить качество получаемого

мых приближенных решений (например, оценить степень их «удаленности» от оптимального решения).

3. «Лучшие практики» не содержат игровые постановки задач, которые необходимы, когда цели агентов, решающих задачу, не противоположны, но и не могут быть сведены к одной, общей цели.

Преодоление указанных недостатков «лучших практик ITIL» связано с рассмотрением решаемых ИТ-провайдером задач как слабоструктуризуемых, требующих разработки многовариантных математических постановок и многоструктурных процедур решения, в которых ЛПР выполняет функцию целеполагания, а также с качественным улучшением процедур определения значений показателей эффективности критических факторов успеха рыночной среды. Это предопределяет применение единого методологического подхода, представляющего собой конкретизацию схемы системного анализа и включающего следующие этапы решения задач управления сервисами и процессами:

- анализ содержания задачи, описываемой соответствующей «лучшей практикой» ITIL (определение и описание основных параметров и переменных задачи);
- синтез функциональных зависимостей, описывающих связи параметров и переменных задачи;
- формулирование математической постановки задачи (выбор критериев и ограничений);
- структурный анализ критерия и ограничений (разработка сетевого представления функций, описывающих критерии и ограничения);
- определение схемы декомпозиции задачи на основе сетевых представлений функций;
- синтез процедуры решения задачи (схемы композиции);
- демонстрация процедуры решения задачи на примере в случае отсутствия ПО или проведение компьютерного моделирования.

Примечание. В предложенной в ITIL v3, v4 структуре ИТ-активов отсутствуют такие разновидности активов, как математическая постановка задачи управления и соответствующий механизм управления (совокупность процедур выработки оптимального управленческого решения). По мере разработки и применения эффективных формализаций, и механизмов управления ИТ-активами правомерно в повестку дня поставить вопрос о включении этих важных активов, обеспечивающих конкурентные преимущества, в стандартный набор ИТ-сервисов библиотеки ITIL.

Научной проблемой диссертационного исследования, исходя из вышеизложенного, определена проблема повышения конкурентоспособности поставщиков ИТ-услуг всех типов и форм собственности на основе разработки и применения структуры адаптивной к рыночной среде и саморазвивающейся системы управления активами ИТ-провайдера, формализации постановок и совершенствования методов и алгоритмов решения задач управления жизненным циклом ИТ-сервиса.

В состав диссертационного исследования, направленного на решение поставленной проблемы, включены следующие ключевые задачи, решаемые на стадиях жизненного цикла и обеспечивающие конкурентные преимущества ИТ-провайдеру:

1. Изучение «лучших практик» методологии ITIL v3, v4 по структуризации ИТ-деятельности и принятию решений при управлении жизненным циклом ИТ-сервисов.
2. Разработка методов анализа и синтеза функциональной структуры, адаптивной к рыночной среде, и саморазвивающейся системы конкурентного управления активами ИТ-провайдера.
3. Разработка методов формализации, постановка, а также разработка методов и алгоритмов для следующих задач управления ИТ-сервисами и процессами, решаемых на различных стадиях жизненного цикла ИТ-сервиса:

- задачи формирования функционального объема ERP-системы предприятия (стадия стратегии);
 - задачи формирования календарного плана разработки ИТ-сервисов бизнес-процессов предприятия параллельно работающими проектными группами (стадия проектирования);
 - задачи формирования функционального объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия (стадия внедрения);
 - задач формирования и развертывания релизов ИТ-сервисов в эксплуатационной ИТ-среде (стадия внедрения);
 - задач формирования плана сервисных улучшений (стадия непрерывных улучшений);
 - задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов (все стадии жизненного цикла);
 - теоретико-игровых задач управления компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов (все стадии жизненного цикла);
4. Построение метода и процедуры решения обобщенной двойственной задачи (ОДЗ) сетевого программирования, порождаемой прямой задачей персонифицированного управления компетенциями.
5. Разработка специального программного обеспечения, реализующего механизмы оптимального управления ИТ-сервисами и ИТ-процессами.

1.6 Основные результаты первой главы

В первой главе дан обзор известных результатов методологии ITIL v3, v4 об ИТ-сервисе, его жизненном цикле, об ИТ-процессах стадий, о проблемах,

критических факторах успеха и рисках управления жизненным циклом ИТ-сервиса. Приведены и проанализированы базовые условия конкурентоспособности ИТ-провайдера и их связь с критическими факторами успеха. Показана взаимосвязь понятий конкурентоспособности активов и ИТ-стратегии поставщика ИТ-услуг. Описана взаимозависимость сервисных активов и активов потребителей сервисов. Рассмотрено значение функций мониторинга, контроля и процедуры бенчмаркинга для управления конкурентоспособностью ИТ-активов. В главе приведены одноуровневая структура системы адаптивного управления отдельной ИТ-операцией и двухуровневая (сложная) структура системы адаптивного управления ИТ-процессом.

В заключение главы: сформулирована научная проблема диссертационного исследования, как проблема повышения конкурентности поставщиков ИТ-услуг всех типов и форм собственности на основе разработки и применения структуры адаптивной к рыночной среде и саморазвивающейся системы управления активами ИТ-провайдера, формализации постановок и совершенствования методов и алгоритмов решения задач управления жизненным циклом ИТ-сервиса.

2 РАЗВИТИЕ ОСНОВ И МЕТОДОВ КОНКУРЕНТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЕМ ИТ-СЕРВИСОВ И ИТ-ПРОЦЕССАМИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА СЕРВИСА

2.1 Разработка функциональной структуры системы конкурентного управления активами ИТ-провайдера

Управление портфелем ИТ-сервисов и конкурентоспособность ИТ-провайдера [1, 5, 16, 119-124]. В портфеле ИТ-сервисов (ключевом активе ИТ-провайдера) реализована принятая ИТ-провайдером стратегия. Финансовые менеджеры формируют портфель инвестиций в сервисы с учетом рисков, связанных с клиентами и ожидаемой структурой выгод. Независимо от структуры выгод, основная цель – максимизировать возврат инвестиций при приемлемом уровне риска. Если рыночная обстановка изменяется, то должны быть внесены соответствующие изменения в портфель сервисов. Необходимы адекватные методы и инструменты для управления портфелем сервисов. Ценность портфеля сервисов, в частности, проявляется в том, что отражая текущие изменения рынка, он обеспечивает переход от общих форм стратегии к реализации функции планирования и, в то же время, является эффективным инструментом управления стадиями жизненного цикла сервисов. Управление деятельностью поставщика услуг через управление портфелем сервисов – основа эффективного управления инвестициями в конкурентоспособность.

Актуализация (обновление) портфеля сервисов обусловлена изменением внутренней обстановки в организации-провайдере, а также изменением рынков, которые приводят к пересмотру прежних прогнозных расчетов возврата инвестиций. В результате перерасчетов некоторые услуги становятся не рентабель-

ными. Это происходит из-за слияния и приобретения компаний, реализации процедур аутсорсинга, банкротства компаний, изменений в законодательстве и др. ИТ-менеджеры должны отслеживать рыночную ситуацию, переоценивать и корректировать инвестиции, реагируя на потребности бизнеса. Причем не обязательно стремиться к тому, чтобы все сервисы обладали низким риском или высоким возвратом инвестиций. Целесообразно сформировать эффективный портфель с компромиссными уровнями рентабельности и риска.

Современное управление портфелем сервисов понимается как регулярно повторяемый, итеративный процесс, включающий: контроль сервисов, оптимизацию портфеля сервисов, корректировку сервисов, перераспределение бюджета и утверждение портфеля сервисов [1].

Контроль сервисов предполагает сбор, анализ и актуализацию данных обо всех ИТ-услугах, необходимых для оценки текущей экономической обоснованности сервисов, включая сравнение сложившихся затрат на сервисы с рыночными показателями. Различные ИТ-сервисы и их компоненты требуют, как правило, разного времени обновления (оптимизации), которое обусловлено изменениями конкурентной или пользовательской среды, а также внутренней обстановки в организации-провайдере.

Процесс управления портфелем сервисов предусматривает применение различных критериев для оценки решений о выборе времени актуализации портфеля сервисов (приведение в соответствие с измененной стратегией) и определения размера инвестиций в конкретные сервисы. Примером такого критерия является отношение плановой (фактической) доходности сервиса к полным плановым (фактическим) затратам на его функционирование [1, 5, 16, 184].

При применении этого критерия правило принятия решения о времени актуализации портфеля сервисов формулируется так: если отношение дохода от сервиса (подмножества сервисов) к затратам на сервис (подмножество сервисов) меньше или равно единице, то необходимо рассмотреть вопрос о целесообразности сохранения сервиса (подмножества сервисов) в портфеле. В про-

тивном случае следует рассмотреть вопрос об инвестициях в сервис (подмножество сервисов).

Экономический показатель не является единственным критерием, на основе которого принимаются решения об обновлении портфеля сервисов. К другим показателям относятся: императивы миссии организации, достигнутые соглашения с клиентами, наметившиеся рыночные тенденции, неконтролируемые выгоды, стратегическая или деловая полезность, социальные обязательства, внедрение инноваций.

Система управления портфелем сервисов должна поддерживать в актуальном состоянии всю содержащуюся в портфеле информацию. При выполнении этого условия портфель сервисов может служить интегрирующей основой для процессов всех стадий ЖЦС [1, 125-133].

Активы клиентов ИТ-провайдера являются единственными объектами применения ИТ-сервисов. Чтобы клиент мог достичь целей, характеристики полезности и применимости ИТ-сервисов должны изменяться в соответствии с изменением активов клиента, обновляемых в соответствии с изменением бизнес-стратегии. Другим необходимым условием является обеспечение требуемого уровня рентабельности ИТ-процессов, создающих сервисы, которая не должна уступать рентабельности участников ИТ-рынка.

Исходя из этих положений, в [1, 122] разработана структура системы управления портфелем ИТ-сервисов поставщика ИТ-услуг предложенная для решения задачи:

$$Q = \sum_{s_i \in S^P} \sum_{s_{in} \in s_i} \int_0^T [\delta_{s_{in}}(t, P_1, P_2, P_3) + \Delta_{s_{in}}(t, P_4)] dt, t \in (0, T), \quad (2.1)$$

$$R(S^D) \geq R^*(S^D), R(S^C) \geq R^*(S^C). \quad (2.2)$$

Здесь:

$$\delta(s_{in}, t | P_1, P_2, P_3) = \sum_{j=1}^5 \omega^j(s_{in}) |(\theta_j^d(s_{in}, t) - \theta_j^*(s_{in}, t, P_1, P_2, P_3))| \quad (2.3)$$

$$\Delta(s_{in}, t | P_4) = \sum_{j=1}^5 \omega^j(s_{in}) |\theta_j(t, P_4) - \theta_j^*(t)| \quad (2.4)$$

S^P, S^D и S^C - портфель сервисов и, соответственно, множества проектируемых и эксплуатируемых сервисов портфеля; P_1, P_2, P_3, P_4 - подмножества процессов стадий; $\delta(s_{in}, t | \dots)$ - нормированное и взвешенное отклонение значений $\theta_j(\dots)$ характеристик версии сервиса, принятой в начальную эксплуатацию, от проектных значений θ_j^d ; $\Delta(s_{in}, t | P_4)$ - нормированное и взвешенное отклонение достигнутых значений $\theta_j(\dots)$ характеристик поставляемой версии сервиса от согласованных в соглашении о качестве обслуживания θ_j^* ; $\{\omega^j(s_{in})\}$ - весовые коэффициенты показателей эффективности сервиса; $R(S^D)$, $R(S^C)$ и $R^*(S^D)$, $R^*(S^C)$ - плановые и рыночные значения рентабельности, соответственно, проектной и эксплуатационной деятельности.

Задача (2.1) – (2.2) состоит в минимизации критерия Q , описывающего сумму взвешенных отклонений значений проектных и эксплуатационных характеристик версий сервисов от заданных потребителем значений при заданных рынком ограничениях на показатели рентабельности проектной и эксплуатационной деятельности.

Система управления жизненным циклом ИТ-сервисов портфеля является конкурентоспособной, если она находит допустимое решение задачи (2.1) – (2.2) с проектными и эксплуатационными характеристиками полезности и применимости ИТ-сервисов портфеля, удовлетворяющими требованиям клиентов [134-144].

Если система управления не находит таких решений задачи, то ИТ-провайдер оказывается в той области рыночного пространства, где конкуренция затруднена, либо невозможна. Чтобы избежать такой ситуации, поставщик ИТ-услуг отслеживает состояние ИТ-рынка (проводит регулярно бенчмаркинг)

и в соответствии с полученными результатами модернизирует свои ИТ-активы (прежде всего ИТ-сервисы и процессы, как наиболее динамичные из активов).

Структура системы управления конкурентоспособностью ИТ-активов провайдера [1, 85, 122, 145-154]. Функциональная структура конкурентоспособной системы управления активами ИТ-провайдера разработана на основе структуры, предложенной в [1, 122], и представлена на рисунке 2.1. В ней отражены те функции и связи между подсистемами управления стадиями жизненного цикла ИТ-сервиса, которые обеспечивают конкурентоспособное функционирование ИТ-активов.

Подсистема управления стратегией $SU(S^{P1}(t))$, отслеживая ситуацию на ИТ-рынке, организует выполнение процедуры бенчмаркинга, результатом которой являются рыночные значения показателей эффективности критических факторов успеха, и сообщает подсистемам управления стадий проектирования, внедрения и эксплуатации значения тех показателей, которые относятся к сфере их деятельности. Подсистеме управления стадией непрерывных улучшений, помимо результатов бенчмаркинга, сообщается размер $z^*(P(T))$ инвестиций в сервисные улучшения (которые включают затраты на внедрение и имитацию инноваций).

Все подсистемы управления стадиями ЖЦС, ориентируясь на достижения ИТ-рынка, рыночные $\{x_n \mid n = \overline{1, N}\}$ и фактические $\{\hat{x}_n \mid n = \overline{1, N}\}$ значения показателей эффективности критических факторов успеха, инициируют проекты $p_i(SU(S^P(t)))$ по совершенствованию своих ИТ-активов, передавая информацию о проектах подсистеме управления непрерывными улучшениями. Последняя, ответственная за формирование портфеля проектов $P = \{p_i \mid i = \overline{1, m}\}$ по совершенствованию активов и внедрению инноваций, запрашивает, при необходимости, реализацию функцию мониторинга фактических значений тех показателей эффективности ИТ-активов из множества $\{x_n \mid n = \overline{1, N}\}$, которые подсистема мониторинга до этого не контролировала.

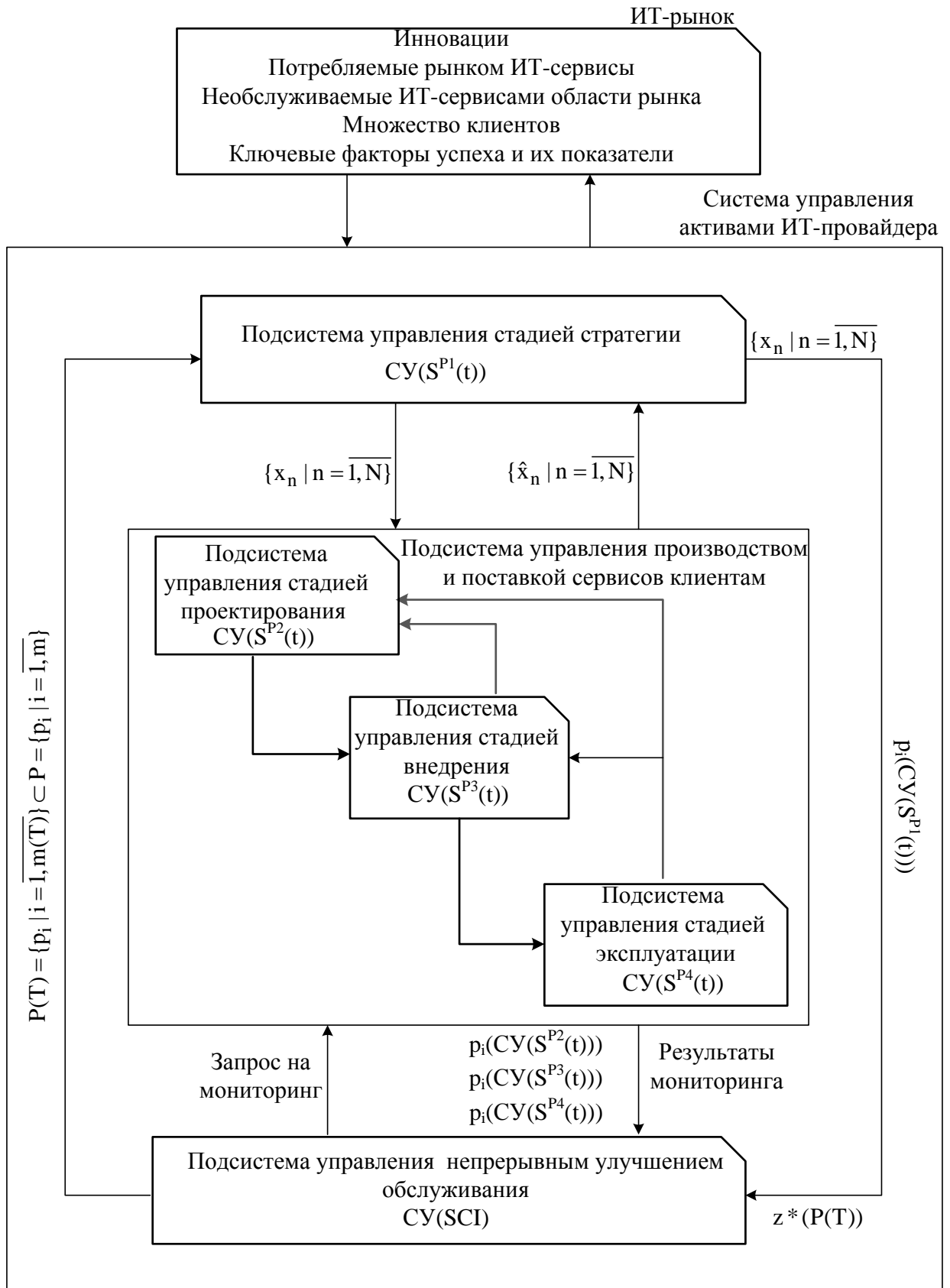


Рисунок 2.1 – Функциональная структура системы управления конкурентоспособностью ИТ-активов

Опираясь на имеющийся портфель проектов $P = \{p_i \mid i = \overline{1, m}\}$ и выделенные на очередной плановый период T инвестиции $z^*(P(T))$, подсистема управления стадией непрерывных улучшений формирует план $P(T) = \{p_i \mid i = \overline{1, m(T)}\} \subset P = \{p_i \mid i = \overline{1, m}\}$ сервисных улучшений. После согласования и утверждения плана подсистема организует и контролирует его реализацию, приводя свойства ИТ-активов к текущим требованиям ИТ-рынка, или, благодаря внедрению собственных инноваций, становясь лидером рынка.

Функциональная структура, представленная на рисунке 2.1 и обуславливаемые ею возможности совершенствования ИТ-активов, представляют собой особый критический фактор успеха, стимулирующий выполнение изменений и разработку инновационных решений.

2.2 Формирование оптимального портфеля ИТ-сервисов ERP-системы промышленного предприятия

ERP-система – настраиваемый ППП для реализации функций корпоративной информационной системы (КИС) предприятия, интеграция данных отдельных систем которой осуществляется на уровне элементарных транзакций в процессе их выполнения (в отличие от систем «лоскутной автоматизации», в которых интеграция осуществляется на уровне агрегированных данных и по окончании отчетных периодов). Разработке и внедрению ERP-системы предприятия, как правило, предшествует реинжиниринг основных бизнес-процессов, ориентированный на дерево целей, отвечающее обновленной бизнес-стратегии компании [5.16, 155-162].

Конечной целью внедрения ERP-системы является повышение конкурентоспособности компании. Пользователи ERP-системы реализуют оптимизированные на этапе реинжиниринга процедуры выполнения и взаимодействия бизнес-процессов с использованием портфеля информационно-технологических сервисов, разработка и внедрение которого составляет основное содержание ERP-проекта [163-171].

К числу ключевых бизнес-процессов, выполняемых предприятием и требующих разработки ИТ-сервисов, относятся следующие процессы [172-179].

1. Управление сбытовой деятельностью.
2. Управление производственной деятельностью.
3. Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования
4. Управление снабжением.
5. Управление бюджетом.
6. Управление финансами.
7. Управление бухгалтерским учетом и отчетностью.
8. Управление инвестициями.
9. Управление персоналом.
10. Управление проектами и другие.

Управление сбытовой деятельностью. Основными задачами, решаемые бизнес-процессом «СБЫТ» являются:

- формирование (на основе принятой бизнесом стратегии) портфеля заказов на готовую продукцию и соответствующих портфелю доходных статей бюджета при заданной загрузке производственных мощностей предприятия;
- учет, контроль и оперативное управление отгрузкой готовой продукции и платежами в доходную часть бюджета, поступающими за отгруженную продукцию;
- формирование и поддержка имиджа предприятия как конкурентоспособного и надежного участника рынка, поставляющего высококачественную продукцию.

Решение этих общих задач включает, в частности, решение следующих

задач.

1. Исследование и определение рынка потребителей производимой и новой товарной продукции предприятия на основе принятой бизнес-стратегии.

2. Заключение контрактов на поставку товаров и услуг предприятия и определение (на основе подписанных и планируемых к подписанию контрактов) плановых объемов денежных средств доходных статей бюджета компании.

3. Формирование календарного плана отгрузки готовой продукции потребителям и календарного плана поступления денежных средств на доходные статьи бюджета, исходя из утвержденных планов-графиков производства и заключенных контрактов на поставку продукции.

4. Учет и контроль отгрузки готовой продукции потребителям, поступления денежных средств за отгруженную продукцию, а также уровней кредиторской и дебиторской задолженностей по отдельным потребителям и в целом по предприятию.

5. Оперативная корректировка (регулирование) портфеля заказов, доходных статей бюджета, плана отгрузки готовой продукции, плана поступления денежных средств исходя из сложившихся рыночных условий и внутрипроизводственной обстановки.

6. Формирование необходимой отчетности о сбытовой деятельности.

При решении задач бизнес-процесс «Сбыт» взаимодействует со следующими основными бизнес-процессами: управление производственной деятельностью, управление бюджетом, управление финансами, управление инвестициями.

Управление производственной деятельностью (на примере металлургического предприятия). Целью бизнес-процесса «Производство» является производство с минимальными издержками товаров и услуг в объемах и сортаменте, определяемыми утвержденными планами и заключенными контрактами с потребителями. Для достижения цели бизнес-процесс «Производство» решает следующие задачи.

1. Планирование объемов производства продукции на год и на месяц,

исходя из бюджетных показателей, производственных мощностей металлургических агрегатов, графиков ремонтов технологического оборудования.

2. Расчет баланса кокса, чугуна, слитков, заготовки на основе расходных коэффициентов на производство единицы различных видов продукции. Расчет потребности в угольном и железорудном сырье. Расчет сметы затрат и составление плановых калькуляций себестоимости продукции.

3. Формирование календарных планов работы агрегатов металлургических производств и отгрузки готовой продукции на месяц, исходя из плановых заданий, графиков выполнения ремонтных работ и нормативов текущих простоев агрегатов.

4. Формирование календарных планов работы агрегатов металлургических производств и отгрузки готовой продукции на неделю, исходя из плановых заданий, фактически достигнутых объемов производства продукции с начала месяца, графиков выполнения ремонтных работ, нормативов текущих простоев агрегатов.

5. Формирование производственных заданий для агрегатов металлургических производств и отгрузки готовой продукции на сутки, исходя из плановых заданий, фактически достигнутых объемов производства продукции с начала месяца.

6. Учет, контроль и анализ выполнения плановых заданий агрегатами металлургических производств и отгрузки готовой продукции с начала месяца, с начала недели и за сутки.

При решении задач бизнес-процесс «Производство» взаимодействует с бизнес-процессами: управление сбытовой деятельностью, управление бюджетом, управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования, управление снабжением, управление финансами, управление инвестициями.

Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования (ТО-РО). Целью бизнес-процесса «ТОРО» является поддержка с минимальными затратами экономически целесообразного уровня эксплуатационной готовности оборудования металлургического производства, обеспечивающего выполнение

установленных производственных заданий. Для достижения этой цели при выполнении бизнес-процесса «ТОРО» решаются следующие задачи.

1. Диагностика состояния оборудования посредством: визуального контроля (оценкой состояния оборудования службами эксплуатации); инструментальной диагностики (оценкой состояния оборудования и его остаточного ресурса с помощью стационарных и переносных инструментальных средств диагностики); технического надзора (плановых инспекционных проверок состояния оборудования на соответствие требованиям охраны труда и техники безопасности, промышленной безопасности, промышленной санитарии и защиты окружающей среды).

2. Формирование годовой программы ремонтов и прогнозируемой сметы затрат (определение объемов ремонтов, потребностей в товарно-материальных ценностях и в трудовых затратах) на выполнение технического обслуживания и ремонтов (повреждения, техническое и текущее обслуживание, текущие и капитальные ремонты), исходя из результатов диагностики.

3. Формирование календарных планов технического обслуживания и ремонтов металлургического оборудования и планов работ ремонтных служб на год и на месяц, а также плана платежей подрядчикам исходя из состояния оборудования, утвержденной сметы затрат на ремонты, мощностей привлекаемых ремонтных служб.

4. Учет, контроль и анализ выполнения планов технического обслуживания и ремонтов с начала года и с начала месяца (обеспечение материальными, трудовыми и финансовыми ресурсами, выполнение смет затрат).

При решении задач бизнес-процесс «ТОРО» взаимодействует с бизнес-процессами: управление производственной деятельностью, управление снабжением, управление бухгалтерским учетом и отчетностью, управление финансами, управление инвестициями.

Управление снабжением. Целью бизнес-процесса «Снабжение» является минимизация в натуральном и денежном выражении (на основе утвержденных норм расхода, лимитов постоянных затрат, нормативов запасов) объемов заку-

пок товарно-материальных ценностей, достаточных для производства и отгрузки товарной продукции в объемах и сортаменте, предусмотренными производственной программой и заключенными контрактами. Для достижения этой цели при выполнении бизнес-процесса «Снабжение» решаются следующие задачи.

1. Формирование потребности в товарно-материальных ценностях и планирование расходных статей бюджета на год, месяц на основе плановых заданий и утвержденных норм расхода сырья и материалов.

2. Определение объемов закупа товарно-материальных ценностей исходя из сформированной потребности, наличия и нормативов запасов сырья и материалов на производственных складах.

3. Изучение рынка поставщиков товарно-материальных ценностей и выбор поставщиков на основе конкурсного отбора.

4. Заключение договоров на поставку товарно-материальных ценностей на основе требуемых объемов и времени закупа, а также утвержденного бюджета закупок.

5. Формирование календарных планов закупок сырья и материалов, а также графиков взаиморасчетов с поставщиками на основе определенных объемов закупа товарно-материальных ценностей, календарных планов работы производственных агрегатов, наличия сырья и материалов на складах и положений заключенных договоров с поставщиками.

6. Учет и контроль поступления сырья и материалов, расчетов за поступающие товарно-материальные ценности, а также уровней кредиторской и дебиторской задолженностей по отдельным поставщикам и в целом по компании.

7. Оперативная корректировка (регулирование) календарных планов поставок сырья и материалов, графиков взаиморасчетов с поставщиками, расходных статей бюджета исходя из сложившихся рыночных условий и внутрипроизводственной обстановки.

8. Формирование необходимой отчетности о закупочной деятельности.

При решении задач бизнес-процесс «Снабжение» взаимодействует с бизнес-процессами: управление производственной деятельностью, управление

техническим обслуживанием и ремонтом оборудования, управление бюджетом, управление бухгалтерским учетом и отчетностью, управление финансами, управление инвестициями.

Управление бюджетом. Бюджет финансовый (финансовый план) - директивно установленные управляющим органом и сбалансированные на определенном календарном периоде значения поступающих и расходуемых финансовых средств компании в разрезе статей (финансовых позиций) и центров ответственности (подразделений финансового менеджмента). Целью бизнес-процесса «Бюджет» является обеспечение непрерывной платежеспособности компании на заданном календарном периоде за счет оптимизации календарных планов поступлений и выбытий финансовых средств со счетов компании. Для достижения этой цели при выполнении бизнес-процесса «Бюджет» решаются следующие задачи.

1. Формирование доходных и расходных статей бюджета, прибылей и убытков, движения денежных средств и бухгалтерского баланса на планируемый период на основе плана продаж товарной продукции и услуг, плана закупочной деятельности, производственной программы, сметы затрат на производство и плановой себестоимости производимых товаров и услуг.

2. Формирование подекадных планов прихода денежных средств за отгруженную продукцию и план платежей за поставляемое сырье и материалы, а также ежедекадных планов изменения дебиторской и кредиторской задолженностей компании.

3. Учет, контроль и анализ исполнения статей бюджета, корректировка бюджета.

При решении задач бизнес-процесс «Бюджет» взаимодействует с бизнес-процессами: управление сбытовой деятельностью, управление производственной деятельностью, управление снабжением, управление бухгалтерским учетом и отчетностью, управление финансами, управление инвестициями.

Управление финансами. Финансовые активы, как составная часть оборотных средств компании, включают денежные средства, ценные бумаги, ссудный

капитал, обязательства по договорам страхования, лизинга и другие. Целью бизнес-процесса «Финансы» является минимизация объема финансовых активов, необходимых для производства и реализации продукции компании на заданном плановом периоде и заданном множестве договоров, заключенных с контрагентами компании. Для достижения этой цели при выполнении бизнес-процесса «Финансы» решаются следующие задачи.

1. Формирование (на основе бюджетных показателей, календарных планов производства и отгрузки продукции, календарных планов закупки сырья, материалов и услуг и заключенных договоров с контрагентами) календарных планов движения финансовых средств по приходным и расходным статьям бюджета (финансовым позициям), которые минимизируют объем привлекаемых кредитных ресурсов.

2. Распределение сформированных плановых объемов финансовых средств приходных и расходных статей бюджета, приходящихся на единицу календарного периода, по подразделениям финансового менеджмента.

3. Формирование календарных планов поступления и исполнения платежей (безналичные расчеты, расчеты ценными бумагами, наличные расчеты, взаимозачеты), а также соответствующих уровней дебиторской и кредиторской задолженностей по приходным и расходным статьям бюджета, подразделениям финансового менеджмента и контрагентам компании.

4. Учет, контроль и анализ уровней дебиторской и кредиторской задолженности по контрагентам.

5. Оперативное (ежедневное) распределение финансовых средств, имеющих на приходных статьях, по расходным статьям бюджета и подразделениям финансового менеджмента, которое минимизирует отклонения фактических значений кредиторской и дебиторской задолженностей компании от плановых значений.

При решении задач бизнес-процесс «Финансы» взаимодействует с бизнес-процессами: управление сбытовой деятельностью, управление производственной деятельностью, управление снабжением, управление бухгалтерским учетом

и отчетностью, управление бюджетом, управление инвестициями.

Управление бухгалтерским учетом и отчетностью. Целью рассматриваемого бизнес-процесса является непрерывный и достоверный учет движения активов компании на аналитических (элементарных) и синтетических (агрегированных) счетах компании, а также формирование отчетов об изменении состояния активов за отчетный период (на основе данных о состоянии счетов на начало и окончание отчетного периода). Эти данные необходимы внутренним (для выработки, оценки эффективности и корректировки принимаемых управленческих решений) и внешним потребителям (для определения налоговой базы, размера налоговых отчислений и др.). Для достижения этой цели при выполнении бизнес-процесса «Бухучет» решаются следующие основные задачи.

1. Учёт движения внеоборотных активов.
2. Учёт производственных запасов.
3. Учёт производственных затрат.
4. Учёт готовой продукции.
5. Учёт денежных средств.
6. Учёт расчётов.
7. Учёт капитала.
8. Учёт финансовых результатов.
9. Формирование бухгалтерской отчётности.

При решении задач бизнес-процесс «Бухучет» взаимодействует со всеми другими бизнес-процессами (никакой из них не может функционировать без применения каких-либо активов компании).

При создании ERP-системы критически важной представляется первая очередь системы, успешное внедрение которой зависит от качественного формирования проектных групп и подмножеств тех ИТ-сервисов для них, которые в совокупности составляют «интеграционное ядро» первой очереди ERP-проекта. Одновременное внедрение всех сервисов всех бизнес-процессов предприятия, как правило, не представляется возможным или целесообразным по различным причинам: отсутствие достаточных ресурсов, трудности создания в

короткие сроки необходимой технической и сетевой инфраструктуры, большие риски успешной реализации проекта, обусловленные радикальной перестройкой действующей системы управления и др. Риск успешной реализации (провала) проекта является ключевым фактором, определяющим функциональный объем (состав бизнес-процессов) ERP-системы предприятия. В качестве показателя, описывающего величину риска успешной реализации проекта, целесообразно выбрать количество связей между ИТ-сервисами бизнес-процессов, включаемых в функциональный объем [112, 180,181]. Предельно допустимое значение показателя риска определяет бизнес (заказчик проекта).

Формализация задачи. Пусть $j, j = \overline{1, m}$, обозначает номер бизнес-процесса, а $i, i = \overline{1, n_j}$, номер ИТ-сервиса в j -ом бизнес-процессе. Тогда $S_j = \{s_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\}$ – множество сервисов j -го бизнес-процесса. Обозначим также через r_{ji}^{pk} количество связей между конфигурационными элементами сервисов s_{ji} и s_{pk} , рисунок 2.2.

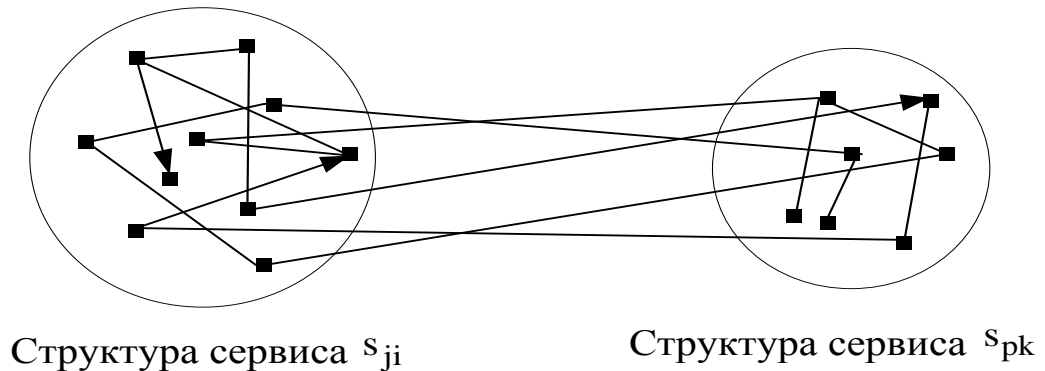


Рисунок 2.2 – Взаимосвязи между элементами сервисов s_{ji} и s_{pk}

Заметим, что $r_{ji}^{pk} \neq r_{pk}^{ji}$, в частности, для рисунка 2.1 будет: $r_{ji}^{pk} = 9$, $r_{pk}^{ji} = 8$, $r_{ji}^{ji} = 12$. Матрицы связей между n_j сервисами j -го бизнес-процесса и связей n_j сервисов j -го с n_p сервисами p -го процесса приведены, соответственно, в таблицах 2.1 и 2.2. Очевидно, чем больше связей r_j между элементами сервисов

бизнес-процесса j и их связей с элементами сервисов других бизнес-процессов, тем предпочтительнее включение процесса j в интеграционное ядро (вследствие проявления синергетического эффекта от вводимых в эксплуатацию сервисов).

Таблица 2.1 – Количество связей
между элементами сервисов
процесса j

j	s_{j1}	s_{j2}	...	s_{jn_j}
s_{j1}	r_{j1}^{j1}	r_{j1}^{j2}	...	$r_{j1}^{jn_j}$
s_{j2}	r_{j2}^{j1}	r_{j2}^{j2}	...	$r_{j2}^{jn_j}$
...
s_{jn_j}	$r_{jn_j}^{j1}$	$r_{jn_j}^{j2}$	...	$r_{jn_j}^{jn_j}$

Таблица 2.2 – Количество связей
между элементами сервисов
процессов j и p

$j \backslash p$	s_{p1}	s_{p2}	...	s_{pn_p}
s_{j1}	r_{j1}^{p1}	r_{j1}^{p2}	...	$r_{j1}^{pn_p}$
s_{j2}	r_{j2}^{p1}	r_{j2}^{p2}	...	$r_{j2}^{pn_p}$
...
s_{jn_j}	$r_{jn_j}^{p1}$	$r_{jn_j}^{p2}$	...	$r_{jn_j}^{pn_p}$

Общее число связей R между всеми элементами сервисов бизнес-процессов, включенных в «интеграционное ядро», выберем в качестве одного из показателей качества проектируемой ERP-системы. Обозначим через r_{jp} количество связей между процессами j и p (сумма элементов таблицы 2.2):

$$r_{jp} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_p} r_{ji}^{pk}. \quad (2.5)$$

Тогда,

$$r_j = \sum_{p=1}^m r_{jp} = \sum_{p=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_p} r_{ji}^{pk}; \quad R = \sum_{j=1}^m r_j = \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^m r_{jp} = \sum_{j=1}^m \sum_{p=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_p} r_{ji}^{pk}. \quad (2.6)$$

Матрица $\|r_{jp}\|$ связей между элементами сервисов различных бизнес-процессов и значения r_j приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Количество связей между элементами сервисов разных бизнес-процессов

$\begin{matrix} p \\ j \end{matrix}$	1	2	...	m	$r_j = \sum_{p=1}^m r_{jp}$
1	r_{11}	r_{12}	...	r_{1m}	$r_1 = \sum_{p=1}^m r_{1p}$
2	r_{21}	r_{22}	...	r_{2m}	$r_2 = \sum_{p=1}^m r_{2p}$
...
m	r_{m1}	r_{m2}	...	r_{mm}	$r_m = \sum_{p=1}^m r_{mp}$

Другим важным показателем качества создаваемой ERP-системы являются затраты $z_j, j = \overline{1, m}$, на разработку ИТ-сервисов для j -го бизнес-процесса. Общие затраты Z будут $Z = \sum_{j=1}^m z_j$.

Созданию ERP-системы крупных предприятий, как правило, предшествует многолетняя разработка и внедрение систем «лоскутной» автоматизации для отдельных бизнес-процессов и их подпроцессов. Эти действующие системы содержат различные ИТ-активы, которые могут быть эффективно применены в качестве компонентов для проектируемой системы. Количество применяемых конфигурационных элементов из систем «лоскутной» автоматизации будем рассматривать еще в качестве одного из показателей качества ERP-проекта. Обозначим через c_{ji} количество наследуемых конфигурационных элементов сервисом $s_{ji} \in S_j$.

Общее количество используемых унаследованных конфигурационных элементов будет $C = \sum_{j=1}^m c_j = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}$, где $c_j = \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}$ – количество наследуемых элементов j -ым процессом.

Для формулирования задачи введем переменную

$$x_j = \begin{cases} 1, j \in Q \\ 0, j \notin Q \end{cases}, \text{ где } Q - \text{множество тех бизнес-процессов, которые составляют}$$

функциональный объем ERP-системы.

С учетом введенных обозначений задача формирования функционального объема ERP-системы описывается соотношениями:

$$\sum_{j=1}^m z_j x_j \rightarrow \min, \quad (2.7)$$

$$\sum_{j=1}^m x_j \sum_{p=1}^m r_{jp} x_p \geq r^*; \quad \sum_{j=1}^m c_j x_j \geq c^*. \quad (2.8)$$

Содержательно задача формулируется следующим образом: найти такие $x_j, j = \overline{1, m}$, (определить такие бизнес-процессы), для которых общее количество связей между элементами сервисов не меньше величины r^* (предельно допустимого риска), количество используемых унаследованных конфигурационных элементов не меньше величины c^* и затраты на разработку ИТ-сервисов для которых минимальны. Сформулированная задача относится к классу задач целочисленного квадратичного программирования.

Декомпозиция и последовательность процедур решения исходной задачи.

Воспользуемся для решения задачи (2.7) – (2.8) методом сетевого программирования для нелинейных задач с несколькими ограничениями. Схема применения метода требует решения обобщенной двойственной задачи (ОДЗ) сетевого программирования и последующего решения двух оптимизационных подзадач (в соответствии с числом ограничений в исходной задаче). Обобщенная двойственная задача (назовем ее подзадачей 1) состоит в определении таких $z_j^r, z_j^c, j = \overline{1, m}$, которые удовлетворяют соотношению

$$z_j = z_j^r + z_j^c, j = \overline{1, m}, \quad (2.9)$$

и минимизируют значение критерия исходной задачи (2.7) – (2.8). Подзадачи 2 и 3 определяются следующими соотношениями:

Подзадача 2:

$$\sum_{j=1}^m z_j^r x_j \rightarrow \min \quad \sum_{j=1}^m x_j \sum_{p=1}^m r_{jp} x_p \geq r^* . \quad (2.10)$$

Подзадача 3:

$$\sum_{j=1}^m z_j^c x_j \rightarrow \min ; \quad \sum_{j=1}^m c_j x_j \geq c^* . \quad (2.11)$$

В [226] показано, что метод множителей Лагранжа позволяет получить допустимое решение обобщенной двойственной задачи. Функция Лагранжа $L(\lambda, x)$ для исходной задачи будет:

$$L(\lambda, x) = \lambda r^* + \min_{x \in X_2} \sum_{j=1}^m (z_j - \lambda \sum_{j=1}^m x_j \sum_{p=1}^m r_{jp} x_p), \quad (2.12)$$

где $\lambda \geq 0$, а $X_2 = \{x \mid \sum_{j=1}^m c_j x_j \geq c^*\}$ – множество решений, удовлетворяющих второму ограничению из (2.8). В задаче (2.12) критерий и ограничение структурно подобны, и она может быть решена методом дихотомического программирования.

Если λ_0 – решение, доставляющее минимум функции Лагранжа (2.12), тогда

$$z_j^r = \lambda_0 z_j, \quad z_j^c = z_j - z_j^r, \quad j = \overline{1, m}. \quad (2.13)$$

Для заданных $z_j^r, z_j^c, j = \overline{1, m}$ задачи (2.10) и (2.11) также эффективно решаются методом сетевого программирования.

Пример. Рассмотрим решение задачи (2.7) – (2.8) на следующем примере, [311]. Пусть $j=4$, $(z_j \mid j = \overline{1, 4}) = (23, 18, 14, 10)$, $(c_j \mid j = \overline{1, 4}) = (12, 7, 9, 5)$, матрица $\|r_{jp}\|$ связей между элементами сервисов бизнес-процессов и значения r_j приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Количество связей между бизнес-процессами

$j \backslash p$	1	2	3	4	$r_j = \sum_{p=1}^4 r_{jp}$
1	50	5	7	3	65
2	4	30	11	9	54
3	8	10	15	6	39
4	4	8	2	12	26

Подзадача 1. Функция Лагранжа $L(\lambda, x)$ для данных примера будет:

$$\begin{aligned}
 L(\lambda, x) = 123\lambda + \min_{x \in X_2} [& \{23 - \lambda(50x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 3x_4)\}x_1 + \\
 & + \{18 - \lambda(4x_1 + 30x_2 + 11x_3 + 9x_4)\}x_2 + \\
 & + \{14 - \lambda(8x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 6x_4)\}x_3 + \\
 & + \{10 - \lambda(4x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 12x_4)\}x_4]
 \end{aligned} \quad (2.14)$$

где множество X_2 определяется ограничением.

$$12x_1 + 7x_2 + 9x_3 + 5x_4 \geq 21. \quad (2.15)$$

Найдем минимум функции $L(\lambda, x)$ по λ . Применим метод дихотомического программирования.

1. Решаем задачу:

$$\begin{aligned}
 & \{23 - \lambda(50x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 3x_4)\}x_1 + \\
 & + \{18 - \lambda(4x_1 + 30x_2 + 11x_3 + 9x_4)\}x_2 \rightarrow \min
 \end{aligned} \quad (2.16)$$

$$12x_1 + 7x_2 \geq 21. \quad (2.17)$$

Таблица 2.5 – Значения критерия и ограничения для x_1 и x_2

(задачи (2.16) – (2.17))

$x_1 \backslash x_2$	0	1
1	$\{18 - \lambda(4x_1 + 30x_2 + 11x_3 + 9x_4)\}$ 7	$\{41 - \lambda(54x_1 + 35x_2 + 18x_3 + 12x_4)\}$ 19
0	0 0	$\{23 - \lambda(50x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 3x_4)\}$ 12

2. Решаем задачу:

$$\{14 - \lambda(8x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 6x_4)\}x_3 + \{10 - \lambda(4x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 12x_4)\}x_4 \rightarrow \min. \quad (2.18)$$

$$9x_3 + 5x_4 \geq 21. \quad (2.19)$$

Таблица 2.6 – Значения критерия и ограничения для x_3 и x_4
(задачи (2.18) – (2.19))

$x_3 \backslash x_4$	0	1
1	$\{10 - \lambda(4x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 12x_4)\}$ 5	$\{24 - \lambda(12x_1 + 18x_2 + 17x_3 + 18x_4)\}$ 14
0	0 0	$\{14 - \lambda(8x_1 + 10x_2 + 15x_3 + 6x_4)\}$ 9

Итоговые решения задачи представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Допустимые решения задачи (2.14) – (2.15)

$x = x_1x_2x_3x_4$	$c(x) = \sum_{j=1}^m c_j x_j$	$r(x) = \sum_{j=1}^m x_j \sum_{p=1}^m r_{jp} x_p$	$L(\lambda, x)$
0111	21	103	$42 + 20\lambda$
1010	21	80	$37 + 43\lambda$
1101	24	125	51 - 2λ
1110	27	140	55 - 17λ
1111	33	184	$65 - 61\lambda$

Из условия равенства функции Лагранжа для двух лучших решений (выделены полужирным курсивом) находим, что $\lambda = \frac{4}{15} \approx 0,27$. Значения $z_j^r, z_j^c, j = \overline{1, m}$ приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Определение значений $z_j^r, z_j^c, j = \overline{1, m}$

r_j	$z_j^r = \lambda r_j$	$z_j^c = z_j - z_j^r$
$r_1 = 65$	$z_1^r = 17,6$	$z_1^c = 5,4$
$r_2 = 54$	$z_2^r = 14,6$	$z_2^c = 3,4$
$r_3 = 39$	$z_3^r = 10,5$	$z_3^c = 3,5$
$r_4 = 26$	$z_4^r = 7$	$z_4^c = 3$

Располагая значениями $z_j^r, z_j^c, j = \overline{1, m}$, решаем подзадачи 2 и 3.

Подзадача 2. Для приведения к структурному подобию критерия функции ограничения положим

$$z_{jp}^r = z_1^r r_{jp} / \sum_{p=1}^m r_{jp}. \quad (2.20)$$

Результаты вычислений z_{jp}^r приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Значения $z_{jp}^r, j = \overline{1, 4}, p = \overline{1, 4}$

$j \backslash p$	1	2	3	4
1	$z_{11}^r = 13,5$	$z_{12}^r = 1,4$	$z_{13}^r = 1,9$	$z_{14}^r = 0,8$
2	$z_{21}^r = 1,1$	$z_{22}^r = 8,1$	$z_{23}^r = 3,0$	$z_{24}^r = 2,4$
3	$z_{31}^r = 2,2$	$z_{32}^r = 2,7$	$z_{33}^r = 4,0$	$z_{34}^r = 1,6$
4	$z_{41}^r = 1,1$	$z_{42}^r = 2,2$	$z_{43}^r = 0,5$	$z_{44}^r = 3,2$

Теперь подзадача 2 имеет вид:

$$\sum_{j=1}^m x_j \left(\sum_{p=1}^m z_{jp}^r \right) \rightarrow \min ; \quad \sum_{j=1}^m x_j \sum_{p=1}^m r_{jp} x_p \geq r^* . \quad (2.21)$$

Структура функций подзадачи 2 позволяет решить ее методом дихотомического программирования. Последовательно решаем оценочные задачи для $\overline{j=1, m}$. Структура задачи для $j=1$ представлена на рисунке 2.3.

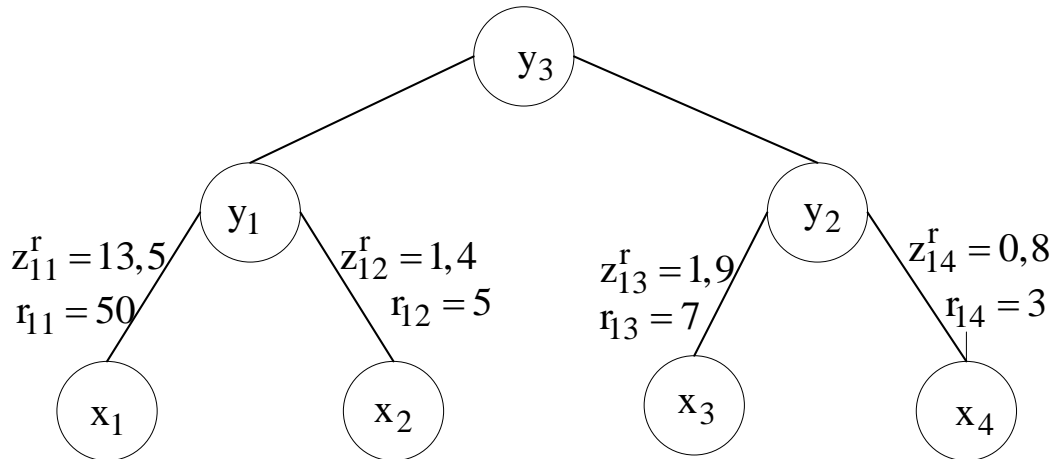


Рисунок 2.3 – Структура критерия и ограничений задачи для $j=1$

Шаг1. Промежуточные результаты вычисления y_1 и y_2 приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Оценочные решения подзадачи 2 (соотношение 2.21) для $j=1$

$x_2 \backslash x_1$	0	1
1	1,4 5	14,9 55
0	0 0	13,5 50

$x_4 \backslash x_3$	0	1
1	0,8 3	2,7 10
0	0 0	1,9 7

Результат решения оценочной задачи для $j=1$ представлен в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Результат решения оценочной задачи для $j=1$

$x_1 x_2 x_3 x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011
$z_1^r(x_1 x_2 x_3 x_4)$	0	1,9	0,8	2,7	13,5	15,4	14,3	16,2

$r_1(x_1x_2x_3x_4)$	0	7	3	10	50	57	53	60
---------------------	---	---	---	----	----	----	----	----

Продолжение таблицы 2.11

$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$z_1^r(x_1x_2x_3x_4)$	1,4	3,3	2,2	4,1	14,9	16,8	15,7	17,6
$r_1(x_1x_2x_3x_4)$	5	12	8	15	55	62	58	65

Аналогично решаются оценочные задачи для $j=2,3,4$. Итоговые значения показателя эффективности $\sum_{j=1}^4 z_j(x_1x_2x_3x_4)$ и ограничения $\sum_{j=1}^4 r_j(x_1x_2x_3x_4)$ для каждого из решений подзадачи 2 представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Решения подзадачи 2

$x_1x_2x_3x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011
$\sum_{j=1}^4 z_j^r(x_1x_2x_3x_4)$	0	9,4	8	17,4	17,9	27,3	23,9	35,3
$\sum_{j=1}^4 r_j(x_1x_2x_3x_4)$	0	35	30	65	66	101	96	131

Продолжение таблицы 2.12

$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$\sum_{j=1}^4 z_j^r(x_1x_2x_3x_4)$	14,4	23,8	22,4	31,8	32,3	41,7	40,3	49,7
$\sum_{j=1}^4 r_j(x_1x_2x_3x_4)$	53	88	83	118	119	154	149	184

Решаем подзадачу 3 (2.11) методом дихотомического программирования, рисунок 2.4.

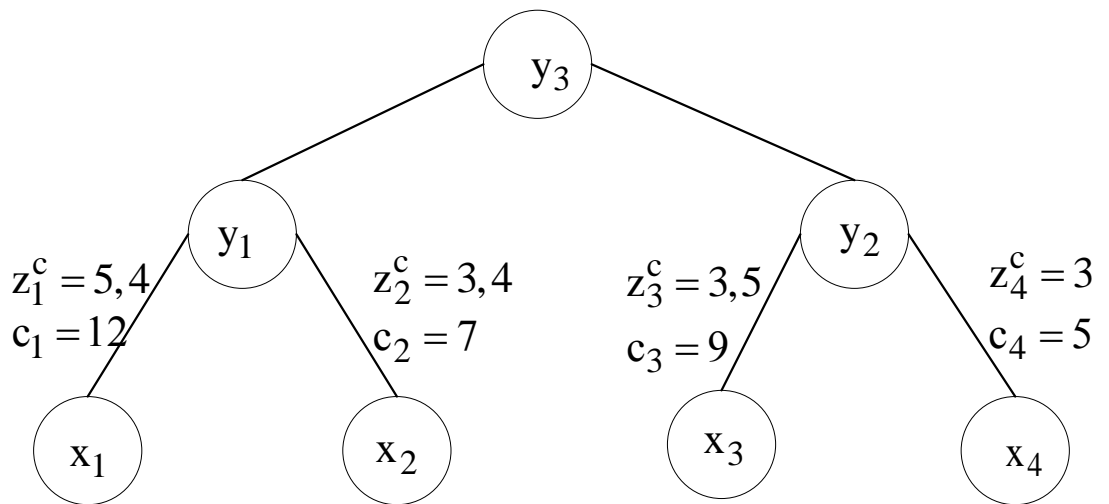


Рисунок 2.4 – Структура критерия и ограничения подзадачи 3

Решения подзадачи 3 представлены в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Решения подзадачи 3

$x_1x_2x_3x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011
$z^c(x_1x_2x_3x_4)$	0	3,5	3	6,5	5,4	8,9	8,4	11,9
$c(x_1x_2x_3x_4)$	0	9	5	14	12	21	17	26

Продолжение таблицы 2.13

$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$z^c(x_1x_2x_3x_4)$	3,4	6,9	6,4	9,9	8,8	12,3	11,8	15,3
$c_1(x_1x_2x_3x_4)$	7	16	12	21	19	28	24	33

На основе решений подзадачи 2 (таблица 2.13) и подзадачи 3 (таблица 2.14) получаем решения для исходной задачи (2.1) – (2.2), таблица 2.14.

Таблица 2.14 – Решения исходной задачи (2.1) – (2.2)

$x_1x_2x_3x_4$	0000	0010	0001	0011	1000	1010	1001	1011
$\sum_{j=1}^4 (z_j^r + z_j^c)$	0	12,9	11	23,9	23,3	36,2	32,3	47,2

$\sum_{j=1}^4 r_j$	0	35	30	65	66	101	96	131
$\sum_{j=1}^4 c_j$	0	9	5	14	12	21	17	26

Продолжение таблицы 2.14

$x_1x_2x_3x_4$	0100	0110	0101	0111	1100	1110	1101	1111
$\sum_{j=1}^4 (z_j^r + z_j^c)$	17,8	30,7	28,8	41,7	41,1	54,0	52,1	65,0
$\sum_{j=1}^4 r_j$	53	88	83	118	119	154	149	184
$\sum_{j=1}^4 c_j$	7	16	12	21	19	28	24	33

Имея конкретные значения r^* и c^* правых частей ограничений исходной задачи, нетрудно определить множество допустимых решений исходной задачи и среди них – лучшее. Так, если $r^* = 138$ (75% от 184, то есть исходим из того, что интеграционное ядро включает 75% всех связей между сервисами всех процессов) и $c^* = 22$ (67% от 33, что соответствует использованию 67% унаследованных конфигурационных элементов) то оптимальным будет решение $x_1x_2x_3x_4 = 1101$, для которого $r = 149$, $c = 24$, и $z = 52,1$.

Заметим, что в иллюстративных целях в рассмотренном примере анализировались все возможные решения (при четырех процессах число этих решений равно $16 (2^4)$). Однако ограничения задачи существенно снижают множество допустимых решений, требующих анализа (в нашем примере число допустимых решений равно 2, если не учитывать тривиальное решение $x_1x_2x_3x_4 = 1111$). Количество вычислений можно существенно сократить, если на начальном этапе методом ветвлений выделить множество допустимых решений и на всех этапах решения задачи работать только с ними. Для реализации процедуры решения задачи разработан комплекс программ, на который получено свидетельство о регистрации программ ФИПС.

Решение задачи формирования портфеля сервисов предоставляет исходные данные для задачи календарного планирования реализации ИТ-сервисов проектными группами, отвечающими за компьютеризацию отдельных бизнес-процессов предприятия.

2.3 Формирование портфеля проектов оптимизации ИТ-процессов (плана сервисных улучшений)

В условиях быстро меняющейся рыночной обстановки, деятельность ИТ-провайдера становится процессом реализации проектных циклов изменений. В структуру жизненного цикла ИТ-сервиса, предложенную в ITIL-v3, v4 входит стадия непрерывных улучшений, рисунок 2.5 [5,14,16].

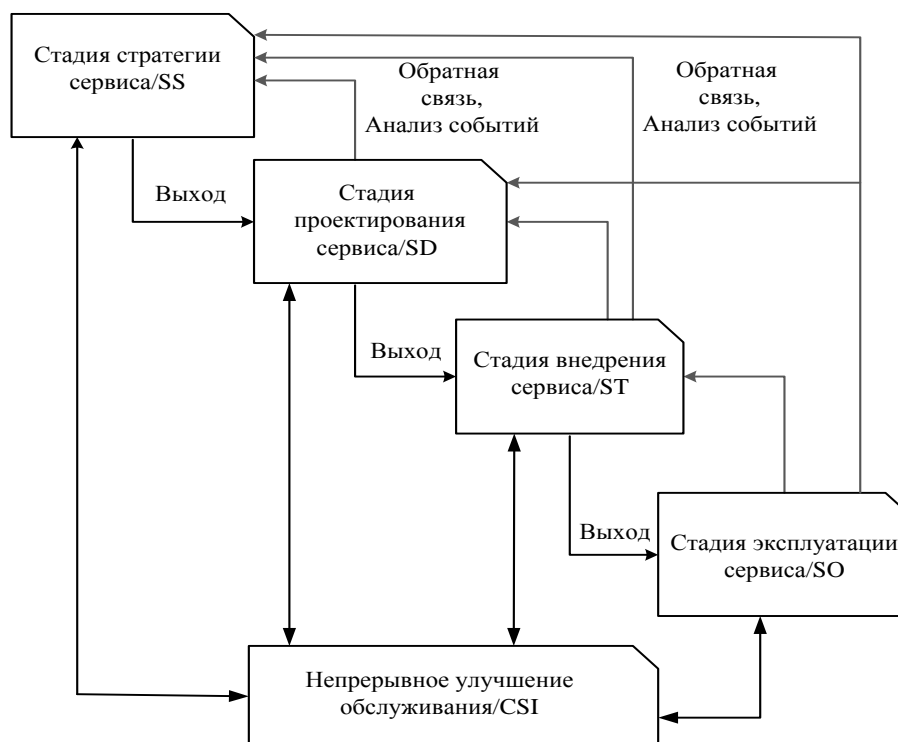


Рисунок 2.5 – Взаимосвязи стадий жизненного цикла сервиса

Ее назначение состоит в совершенствовании (по эффективности и по затратам) ИТ-процессов основных стадий (стратегии, проектирования, внедрения и эксплуатации), которые реализуют функции производства и поддержки применения сервисов пользователями [182-194].

Динамичная рыночная среда и интенсивное развитие информационных технологий не оставляют выбора ИТ-провайдером – они вынуждены непрерывно улучшать свою деятельность. Как отмечено в [195]: «Современная концепция управления проектами (УП) заключается в идее создания организаций, развитие, изменение деятельности, а иногда и сама деятельность которых может быть представлена как совокупность различных проектов, обеспечивающих в совокупности достижение стратегических целей организации. Такие организации становятся более конкурентоспособными по отношению к вертикально интегрированным предприятиям их функциональной организацией деятельности. Эта концепция ставит на одно из главных мест в системе управления предприятием так называемый офис управления проектами (ОУП), который координирует работу подразделений, отвечающих за обеспечение проектов критическими ресурсами, руководствуясь при этом корпоративной стратегией и политикой. ОУП участвует в отборе проектов, помогает в простановке приоритетов в портфелях проектов и т.д.».

Широко используются четыре разновидности результата оптимизации (улучшения): собственно улучшение, создание преимущества, возврат инвестиций и ценность инвестиций.

Улучшение – изменение, выявляемое в результате сравнения результата измерений некоторой метрики с соответствующими измерениями её до оптимизации; при этом «максимизируемая» метрика увеличивается, а «минимизируемая» – уменьшается. Например, ABC-корпорация добилась сокращения числа отказов сервисов на 15% в результате внедрении нормативного процесса управления изменениями.

Преимущество – дополнительный доход, полученный в результате оптимизации, который обычно выражаются в денежной форме. Например, ABC-

корпорация на 15% сократила число отказов при внедрении процесса изменений и это сохранило компании 395000 долларов за счет снижения затрат в текущем году.

Возврат инвестиций – разность между доходом от оптимизации и затратами на неё, отнесенная к затратам и выраженная в процентах (выгода, приходящаяся на единицу затрат). Например, ABC-корпорация затратила 200000 долларов на внедрение нормативного процесса управления изменениями и от этого получила выгоду в 395000 долларов. $ROI(\text{рентабельность}) = 195/200 \cdot 100 = 97,5\%$.

Ценность инвестиций – особая ценность, созданная подтвержденными выгодами, которая включает не только денежные, но и другие долго действующие полезные результаты. При этом возврат инвестиций является составляющим компонентом ценности. Например, ABC-корпорация внедрила процесс управления изменениями и улучшила свои возможности по реагированию на изменение рыночных условий, в результате получила выгоды за счет усиления рыночных позиций. В дополнение, в результате сотрудничества между бизнесом и ИТ-провайдером, корпорация высвободила ресурсы для работы над другими проектами, которые не могли бы быть завершены.

Базовые принципы системы непрерывной оптимизации. Все работы по оптимизации должны быть спланированы. Целесообразно разработать план оптимизации для каждого ИТ-процесса и для каждого ИТ-сервиса. В основе эффективного функционирования процессов стадии непрерывных улучшений лежат следующие базовые принципы, сформированные посредством обобщения лучших практик:

- Понимание бизнес-стратегии, её целей и отражение бизнес-стратегии в изменениях бизнес-процессов. Приведение в соответствие бизнес-стратегии клиента – стратегии и целей ИТ-провайдера, выражаемое в соответствующем изменении сервисов и ИТ-процессов.
- Оценка рыночной зрелости сервисов и процессов ИТ-провайдера путем сравнения состояния финансов, организационной структуры, квалифика-

ции персонала, качества процессов и технологий с достижениями рыночной среды. Первым этапом оценки зрелости может служить оценка полноты и согласованности «дерева метрик», применяемых ИТ-провайдером для оценки качества сервисов и процессов и стимулирования персонала.

- Определение приоритетов оптимизационных проектов, основанное на владении стратегией клиента (бизнес-стратегией) и стратегией ИТ-провайдера (ИТ-стратегией). Стратегии могут быть разработаны на многие годы вперед, но должны быть установлены тактические цели, определяющие специфические задачи, решение которых достижимо в заданных временных рамках.

- Определение метрик и процедур их измерения для оценки качества сервисов и согласованности ИТ-процессов в соответствии с бизнес-потребностями.

- Поддержка убежденности у персонала ИТ-провайдера, что эффективная ИТ-деятельность в рыночных условиях возможна, если инициация и реализация оптимизационных изменений станут неотъемлемой частью этой деятельности.

Процессы непрерывной оптимизации опираются на сформулированные выше базовые принципы, применяемые при идентификации и устранении проблем в функционировании ИТ-сервисов и процессов. В силу ограниченности ресурсов, ИТ-провайдер не всегда может позволить себе приступить к разрешению всех выявленных проблем. Поэтому, на основе оценки воздействия и безотлагательности (по аналогии с процедурой обработкой изменения), определяются приоритеты проблем, после чего они включаются в портфель оптимизационных проектов [196 - 215].

Реализация функций непрерывной оптимизации требует изменений в системе управления организацией и, самое главное, изменения отношения персонала к постоянному совершенствованию, осуществляемому как проактивным, так и реактивным способом. Идентификация проблем и рисков является критичным начальным шагом для реализации улучшений. SWOT-анализ (Strengths

– преимущества, Weaknesses – недостатки, Opportunities – выгоды, Threats – угрозы) – способ анализа силы, слабости, возможностей и угроз для ИТ-провайдера – может помочь при решении этой проблемы. Важно определить стратегию уменьшения рисков и решения проблем.

Инициаторами проектов по улучшению сервисов и процессов выступает как персонал стадии непрерывных улучшений, для которой эта функция является ключевой обязанностью, так и любой специалист основных стадий. Каждое предложение по улучшению проходит несколько этапов обработки (фильтров). В частности, производится оценка изменений показателей эффективности улучшаемых ИТ-процессов, степень влияния этих изменений на улучшение комплексных показателей эффективности процессов. Оцениваются изменения операционных затрат на функционирование улучшаемого ИТ-процесса и других процессов. Заметим, что не каждый проект изменяет операционные затраты. В конечном итоге принимается решение по реализации или отклонению проектного предложения. Все принятые предложения попадают в портфель проектов сервисных улучшений. С учетом выделенных инвестиций на очередной плановый период, служба сервисных улучшений планирует реализацию наиболее эффективных проектов (формирует текущий план сервисных улучшений), [216-232].

Формализация задачи формирования оптимального плана сервисных улучшений. Пусть $P = \{p_i | i = \overline{1, m}\}$ и $\{z(p_i), i = \overline{1, m}\}$ – множество проектов, инициированных персоналом различных стадий жизненного цикла ИТ-сервиса с целью включения в план сервисных улучшений, и соответствующие затраты, необходимые для реализации проектов.

Эффективность $q_i = q(p_i)$ отдельного проекта p_i с точки зрения его вклада в эффективность жизненного цикла в целом определяется значениями $\Delta\mu_{kl}^n(p_i)$ изменений показателей эффективностей процессов стадий жизненного цикла сервиса, которые планируется достичь в результате реализации проекта. Здесь $n = \overline{1, N_{kl}}, l = \overline{1, L_k}, k = \overline{1, K}$, где N_{kl} – количество показателей, эффективно-

сти, описывающих процесс 1 стадии k , L_k – количество процессов на k -ой стадии, K – количество стадий жизненного цикла. Задав весовые коэффициенты

$\alpha_{kl}^n(p_i)$, $\sum_{n=1}^{N_{kl}} \alpha_{kl}^n = 1$, для показателей эффективности ИТ-процессов всех стадий,

весовые коэффициенты $\beta_{kl}(p_i)$, $\sum_{l=1}^{L_k} \beta_{kl} = 1$ значимости ИТ-процессов для каждой

стадии, весовые коэффициенты $\gamma_k(p_i)$, $\sum_{k=1}^K \gamma_k(p_i) = 1$ значимости стадий для

жизненного цикла и проведя преобразование шкал измерения локальных показателей $\mu_{kl}^n(p_i)$ к единой дискретной балльной шкале заданного ранга R , определим эффективность $q_i = q(p_i)$ отдельного проекта p_i для жизненного цикла следующим образом:

$$q(p_i) = \sum_{k=1}^K \gamma_k(p_i) \sum_{l=1}^{L_k} \beta_{kl}(p_i) \sum_{n=1}^{N_{kl}} \alpha_{kl}^n(p_i) \Delta \mu_{kl}^n(p_i). \quad (2.22)$$

Обозначим через Δz_{ikl} изменение операционных затрат на функционирование процесса 1 стадии k , связанные с реализацией проекта p_i . Тогда общее изменение Δz_i эксплуатационных затрат, связанное с реализацией i -го проекта будет

$$\Delta z_i = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^{L_k} \Delta z_{ikl}. \quad (2.23)$$

Пусть $\Delta z^* > 0$ – изменение операционного бюджета, которое допустимо для поставщика ИТ-услуг в очередном плановом периоде. Пусть также z^* – инвестиции, которые могут быть направлены на реализацию оптимизационных проектов в этом периоде.

Для формализации рассматриваемой задачи введем переменную

$$x_i = \begin{cases} 1, & \text{если проект включен в портфель реализуемых} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}. \quad (2.24)$$

Линейные постановки задачи формирования плана сервисных улучшений.

Простейшей постановкой рассматриваемой задачи является следующая (линейная задача 1):

$$q(x) = \sum_{i=1}^m q(p_i)x_i \rightarrow \max, \quad (2.25)$$

$$z(x) = \sum_{i=1}^m z(p_i)x_i \leq z^*. \quad (2.26)$$

Она не учитывает изменения в операционных затратах. Задача состоит в определении таких $x_i, i = \overline{1, m}$, которые доставляют максимум критерию (2.25) и при этом удовлетворяют ограничению (2.26) на общий объем инвестиций. Задача относится к классу задач о ранце и эффективно решается методом дихотомического программирования.

Другой постановкой задачи, в большей степени отражающей реалии, будет следующая (линейная задача 2):

$$q(x) = \sum_{i=1}^m q(p_i)x_i \rightarrow \max, \quad (2.27)$$

$$z(x) = \sum_{i=1}^m z(p_i)x_i \leq z^*, \quad (2.28)$$

$$\Delta z(x) = \sum_{i=1}^m \Delta z_i x_i \leq \Delta z^*. \quad (2.29)$$

Задача состоит в определении $x_i, i = \overline{1, m}$, доставляющих максимум критерию (2.27) но при этом удовлетворяющих ограничениям (2.28) и (2.29), соответственно, на общий объем инвестиций и на допустимое изменение операционного бюджета в планируемом периоде. Два ограничения не позволяют непосредственно применить метод дихотомического программирования для решения задачи (2.27) – (2.29). Чтобы это стало возможным, выполним разбиение множества $P = \{p_i \mid i = \overline{1, m}\}$ проектов на два подмножества:

$$\{p_i \mid i = \overline{1, m}\} = \{p_i \mid i = \overline{1, m^0}\} \cup \{p_i \mid i = \overline{1, m^H}\}, m = m^0 + m^H, \quad (2.30)$$

где m^o и $m^и$ – количество проектов, соответственно, изменяющих и не изменяющих операционные расходы процессов.

Тогда решение задачи (2.27) – (2.29) можно свести к последовательному решению трех следующих задач:

1. Построение зависимости $\{q^o(x), \Delta z^o(x)\}$ эффективности и изменения операционных расходов для подмножества $\{p_i \mid i = \overline{1, m^o}\}$. Для этого требуется решить задачу:

$$q^o(x) = \sum_{i=1}^{m^o} q(p_i)x_i \rightarrow \max, \quad (2.31)$$

$$\Delta z^o(x) = \sum_{i=1}^{m^o} \Delta z_i x_i \leq \Delta z^*. \quad (2.32)$$

Задача (2.31) – (2.32) – типовая задача о ранце. Пусть $\{x^o\} = \{(x_1 x_2 x_3 x_4 x_5)\}$ – множество решений этой задачи, а $\{(q^o(x^o), \Delta z^o(x^o))\}$ – соответствующие решениям пары значений критерия (2.31) и ограничения (2.32).

2. Построение зависимости $\{q^и(x), z^и(x)\}$ эффективности и изменения инвестиционных расходов для подмножества проектов, которые не изменяют операционные расходы. Для этого нужно решить задачу:

$$q^и(x) = \sum_{i=1}^{m^и} q(p_i)x_i \rightarrow \max, \quad (2.33)$$

$$z^и(x) = \sum_{i=1}^{m^и} z(p_i)x_i \leq z^*. \quad (2.34)$$

Это так же типовая задача о ранце. Пусть $\{x^и\} = \{(x_6 x_7 x_8 x_9)\}$ – множество решений задачи (2.33) – (2.34), а $\{(q^и(x^и), z^и(x^и))\}$ – соответствующие решениям пары значений критерия (2.33) и ограничения (2.34).

3. Формирование множества $\{x\} = \{(x_1 x_2 x_3 \dots x_8 x_9)\}$, как произведения множеств $\{x^0\} = \{(x_1 x_2 x_3 x_4 x_5)\}$ и $\{x^H\} = \{(x_6 x_7 x_8 x_9)\}$ решений, соответственно, задач (2.31) – (2.32) и (2.33) – (2.34):

$$\{x\} = \{x^0\} x \{x^H\}. \quad (2.35)$$

4. Поиск на множестве (2.35) оптимального решения задачи:

$$q(x) = (q^0(x^0) + q^H(x^H)) \rightarrow \max, \quad (2.36)$$

$$z(x) = z^0(x^0) + z^H(x^H) \leq z_{\max}^*. \quad (2.37)$$

Нелинейная постановка задачи. Часто показателем эффективности проекта выбирают величину q/z (удельную эффективность), которая показывает какой эффект приходится на единицу затрат. Учитывая это обстоятельство, формализуем рассматриваемую задачу в виде следующей нелинейной модели:

$$q(x) = \sum_{i=1}^m q(p_i) x_i \left(\sum_{i=1}^m (z(p_i) + \Delta z_i) x_i \right)^{-1} \rightarrow \max, \quad (2.38)$$

$$z_{\min}^* \leq z(x) = \sum_{i=1}^m z(p_i) x_i \leq z_{\max}^*, \quad (2.39)$$

$$\Delta z(x) = \sum_{i=1}^m \Delta z_i x_i \leq \Delta z^*. \quad (2.40)$$

Введение левой части ограничения (2.39) необходимо, так как при ее отсутствии критерий (2.38) может выбрать в качестве оптимального решение с недопустимо малым использованием инвестиционного бюджета.

Решение задачи (2.38) – (2.40), по аналогии со способом решения линейной задачи (2.27) – (2.29) осуществим на основе декомпозиции на три подзадачи:

1. Построение зависимости $\{q^0(x), \Delta z^0(x)\}$ удельной эффективности и изменения операционных расходов для подмножества $\{p_i \mid i = \overline{1, m^0}\}$. Для этого требуется решить задачу:

$$q^0(x^0) = \sum_{i=1}^{m^0} q(p_i) x_i \left(\sum_{i=1}^{m^0} (z(p_i) + \Delta z_i) x_i \right)^{-1} \rightarrow \max, \quad (2.41)$$

$$\Delta z^0(x^0) = \sum_{i=1}^{m^0} \Delta z_i x_i \leq \Delta z^* . \quad (2.42)$$

Пусть $\{x^0\} = \{(x_1 x_2 x_3 x_4 x_5)\}$ – множество решений задачи (2.41) – (2.42), а $\{(q^0(x^0), \Delta z^0(x^0))\}$ – соответствующие решениям пары значений критерия (2.41) и ограничения (2.42).

2. Построение зависимости $\{q^H(x), z^H(x)\}$ удельной эффективности и изменения инвестиционных расходов для подмножества проектов, которые не изменяют операционные расходы. Для этого нужно решить задачу:

$$q^H(x^H) = \sum_{i=1}^{m^H} q(p_i) x_i \left(\sum_{i=1}^{m^H} (z(p_i) + \Delta z_i) x_i \right)^{-1} \rightarrow \max , \quad (2.43)$$

$$z^H(x^H) = \sum_{i=1}^{m^H} z(p_i) x_i \leq z^* . \quad (2.44)$$

Пусть $\{x^H\} = \{(x_6 x_7 x_8 x_9)\}$ – множество решений задачи (2.43) – (2.44), а $\{(q^H(x^H), z^H(x^H))\}$ – соответствующие решениям пары значений критерия (2.43) и ограничения (2.44).

3. Формирование множества $\{x\} = \{(x_1 x_2 x_3 \dots x_8 x_9)\}$, как произведения множеств $\{x^0\} = \{(x_1 x_2 x_3 x_4 x_5)\}$ и $\{x^H\} = \{(x_6 x_7 x_8 x_9)\}$ решений, соответственно, задач (2.41) – (2.42) и (2.43) – (2.44):

$$\{x\} = \{x^0\} x \{x^H\} . \quad (2.45)$$

4. Поиск на множестве (2.48) оптимального решения задачи:

$$q(x) = (q^0(x^0) + q^H(x^H)) (z^0(x^0) + \Delta z^0(x^0) + z^H(x^H))^{-1} \rightarrow \max , \quad (2.46)$$

$$z_{\min}^* \leq z(x) = z^0(x^0) + z^H(x^H) \leq z_{\max}^* . \quad (2.47)$$

Для реализации процедур решения всех трех задач разработан комплекс программ, на который получено свидетельство о регистрации программ ФИПС.

Примеры решения линейных и нелинейной задачи. В таблицах 2.15 и 2.16 приведены, соответственно, исходные данные о значениях параметров ИТ-

процессов жизненного цикла ИТ-сервиса и исходные данные об инвестиционных проектах, [312]. Используем эти данные для иллюстрации процедур решения линейных задач (2.25) –(2.29) и (2.27) –(2.29) и нелинейной задачи (2.38) – (2.40).

Таблица 2.15 – Исходные данные о значениях параметров
ИТ-процессов

γ_k	β_{kl}	α_{kl}^n	γ_k	β_{kl}	α_{kl}^n
$\gamma_1 = 0,4$	$\beta_{11} = 0,4$	$\alpha_{11}^1 = 0,5$	$\gamma_3 = 0,2$	$\beta_{31} = 0,3$	$\alpha_{31}^1 = 0,6$
		$\alpha_{11}^2 = 0,2$			$\alpha_{31}^2 = 0,2$
		$\alpha_{11}^3 = 0,3$			$\alpha_{31}^3 = 0,2$
	$\beta_{12} = 0,3$	$\alpha_{12}^1 = 0,6$		$\beta_{32} = 0,5$	$\alpha_{32}^1 = 0,4$
		$\alpha_{12}^2 = 0,4$			$\alpha_{32}^2 = 0,6$
	$\beta_{13} = 0,3$	$\alpha_{13}^1 = 0,4$		$\beta_{33} = 0,2$	$\alpha_{33}^1 = 0,9$
		$\alpha_{13}^2 = 0,5$			$\alpha_{33}^2 = 0,1$
		$\alpha_{13}^3 = 0,1$			
$\gamma_2 = 0,3$	$\beta_{21} = 0,4$	$\alpha_{21}^1 = 0,8$	$\gamma_4 = 0,1$	$\beta_{41} = 0,4$	$\alpha_{41}^1 = 0,2$
		$\alpha_{21}^2 = 0,2$			$\alpha_{41}^2 = 0,5$
					$\alpha_{41}^3 = 0,3$
	$\beta_{22} = 0,6$	$\alpha_{22}^1 = 0,2$		$\beta_{42} = 0,2$	$\alpha_{42}^1 = 0,7$
		$\alpha_{22}^2 = 0,5$			$\alpha_{42}^2 = 0,3$
		$\alpha_{22}^3 = 0,3$		$\beta_{43} = 0,4$	$\alpha_{43}^1 = 0,2$
					$\alpha_{43}^2 = 0,8$

Таблица 2.16 – Исходные данные о портфеле проектов сервисных улучшений

$\Delta\mu_{ikl}^n \backslash P_i$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9
$\Delta\mu_{i11}^1$	3	0	0	0	0	0	3	3	0

$\Delta\mu_{i41}^3$	0	0	0	0	6	0	0	0	6
Δz_{i41}	1	0	0	0	0	0	-1	0	0
$\Delta\mu_{i42}^1$	0	0	0	0	0	0	0	7	0
$\Delta\mu_{i42}^2$	0	0	0	0	5	0	0	0	5
Δz_{i42}	2	1	-1	1	-1	0	0	0	0
$\Delta\mu_{i43}^1$	0	0	0	0	2	0	0	0	0
$\Delta\mu_{i43}^2$	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Δz_{i43}	0	0	1	1	-1	0	-1	0	0
$z(p_i)$	14	16	19	9	8	10	13	21	7

Согласно исходным данным первые пять проектов изменяют операционные затраты на функционирование ИТ-процессов, а последние четыре – не изменяют

($m^0 = 5, m^I = 4$). Положим $z_{\max}^* = 90, \Delta z^* = 5$.

Результаты решения линейной задачи 1. Решив задачу (2.25) – (2.26) методом дихотомического программирования, получим следующие три лучших результата, таблица 2.17.

Таблица 2.17 – Оптимальные решения задачи (2.25) – (2.26)

$x_1x_2x_3x_4x_5$	1 1 0 1 0	1 1 0 0 1	1 0 1 0 0
$x_6x_7x_8x_9$	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1
Δq	5,288	5,226	5,112
z	90	89	84

Результаты решения линейной задачи 2. Решив, в соответствии с предложенной схемой декомпозиции, последовательно задачи (2.31) – (2.32), (2.33) – (2.34) и (2.36) – (2.37) получим следующие три лучших результата, таблица 2.18.

Таблица 2.18 – Оптимальные решения задачи (2.27) – (2.29)

$x_1x_2x_3x_4x_5$	1 0 1 0 0	0 1 1 0 0	0 1 0 1 1
$x_6x_7x_8x_9$	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1

Δq	5,112	4,904	4,846
Δz	4	1	3
z	84	86	84

Результаты решения нелинейной задачи. Положим $z_{\min}^* = 80$. Решив, в соответствие с предложенной выше схемой декомпозиции, задачу (2.41) – (2.42) для первых пяти проектов ($m^0 = 5$), получим следующие результаты, таблица 2.19.

Таблица 2.19 - Зависимость $\{q^0(x), \Delta z^0(x)\}$ удельной эффективности и изменения операционных расходов

$x_1x_2x_3x_4x_5$	10101	10100	10001	10000	01111	01110
q^0	0,027	0,027	0,030	0,031	0,022	0,021
Δz^0	2	4	3	5	2	4

Продолжение таблицы 2.19

$x_1x_2x_3x_4x_5$	01101	01100	01011	01010	01001	01000
q^0	0,023	0,022	0,021	0,020	0,022	0,021
Δz^0	-1	1	3	5	0	2

Решив методом дихотомического программирования задачу (2.43) – (2.44) для последующих четырех проектов ($m^I = 4$), получим результаты, приведенные в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Зависимость $\{q^I(x), z^I(x)\}$ удельной эффективности и изменения инвестиционных расходов

$x_6x_7x_8x_9$	1111	1110	1101	1100	1011	1010
q^I	0,080	0,063	0,091	0,061	0,086	0,063
z^I	51	44	30	23	38	31

Продолжение таблицы 2.20

$x_6x_7x_8x_9$	1001	1000	0111	0110	0101	0100
$q^И$	0,112	0,058	0,086	0,064	0,108	0,063
$z^И$	17	10	41	34	20	13

Формируем множество (2.45) и определяем на этом множестве оптимальные решения задачи (2.46) – (2.47), таблица 2.21.

Таблица 2.21 – Оптимальные решения задачи (2.46) – (2.47)

$x_1x_2x_3x_4x_5$	1 0 1 0 0	0 1 0 1 1	0 1 1 0 0	1 0 1 0 1
$x_6x_7x_8x_9$	1 1 1 1	1 1 1 1	1 1 1 1	0 1 1 1
q	0,058	0,056	0,056	0,056
z	84	84	86	82
Δz	4	3	1	2

Все четыре решения незначительно отличаются по значениям q и z . Выбор лучшего из них следует предоставить ЛПР. Заметим, что при заданных исходных данных лучшее решение (1 0 1 0 0 1 1 1 1) нелинейной задачи (2.38) – (2.40) совпадает с лучшим решением второй линейной задачи (2.27) – (2.29) и является третьим по эффективности для первой линейной задачи (2.25) – (2.26).

Примечание. Снятие ограничения на z_{\min}^* для $z(x)$, приведет к выбору в качестве оптимального решения, приведенного таблиц 2.22.

Таблица 2.22 – Оптимальное решение задачи (2.46) – (2.47)

при отсутствии ограничения z_{\min}^*

$x_1x_2x_3x_4x_5$	1 0 0 0 0
$x_6x_7x_8x_9$	1 0 0 1
q	0,070
z	31
Δz	5

Это решение, несмотря на существенно лучшее значения критерия, неприемлемо, так как использует только 30% инвестиционного бюджета.

Разработанный программный комплекс решения многовариантной задачи формирования плана сервисных улучшений, на который получено свидетельство ФИПС, применяется в учебном процессе СибГИУ с 2018 года на практических занятиях и при выполнении курсовых работ с применением компьютерного моделирования для экспериментальной проверки эффективности разработанного многоструктурного алгоритма поиска решения задачи и проведения исследований зависимости ее решений при изменении инвестиционных и операционных затрат по следующим направлениям подготовки очного и заочного обучения:

- 09.03.02 Информационные системы и технологии (дисциплины «Проектная деятельность - 2,3,4», «Управление жизненным циклом ИТ-сервисов», «Корпоративные информационные системы», «Теория информационных процессов и систем»);

- 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (дисциплины «Управление жизненным циклом систем автоматизации», «Системы автоматизированного управления предприятием»);

Обучение прошли 361 бакалавр, 11 из них выполнили курсовые работы по рассматриваемой теме, 3 – защитили выпускные квалификационные работы.

2.4 Процедура планирования образовательной и научной деятельности преподавателя университета

Программный комплекс, разработанный для решения линейной задачи 1 (соотношения (2.25 – 2.26)) формирования плана сервисных улучшений, был

применен для формирования планов образовательной, научной и другой деятельности профессорско-преподавательского состава университета. Проект p_i в этом случае трактуется как потенциально возможный вид деятельности, а $q_i = q(p_i)$ и $z_i = z(p_i)$ как, соответственно приращение индекса эффективности за выполнение вида деятельности и трудозатраты на его реализацию. Процедура планирования деятельности преподавателя включает следующие этапы:

- формирование для каждого раздела деятельности в соответствии положением о проведении мониторинга эффективности деятельности профессорско-преподавательского состава кафедр и институтов университета потенциально выполнимого преподавателем перечня работ;
- оценку преподавателем его личных трудозатрат на выполнение каждой из потенциально возможных работ (включенных в перечень);
- формирование «ручного» плана работ (без применения программного комплекса);
- построение с использованием программного комплекса, реализующего метод сетевого программирования, планов научной и образовательной деятельности, обеспечивающих максимум приращения значения индекса эффективности для заданных преподавателем уровней напряженности плана (трудозатрат на его реализацию).
- анализ полученных при ручном формировании и компьютерном моделировании вариантов планов и определение наилучшего плана деятельности по критерию «трудозатраты - индекс эффективности».

Результаты построения с использованием разработанного программного комплекса планов образовательной, научной и другой деятельности для старшего преподавателя, доцента и профессора кафедры АИС представлены в таблицах (2.23 – 2.25).

Таблица 2.23 – Результаты планирования деятельности старшего преподавателя²

Тип решения	Трудо-затраты (ч/день)	Затраты по направлениям $z(I_p)$	Индекс эффективности I_p	Затраты для оптимального решения
«Ручное» планирование	96	$96=15+45+36$	$0,364=0,04+0,192+0,132$	
Планирование системой без решения ОДЗ	96	$96=15+45+36$	$0,364=0,04+0,192+0,132$	$96=15+45+36$ (затраты без решения ОДЗ)
Планирование системой, включающее решение ОДЗ	96	$96=0+60+36$	$0,382=0+0,25+0,132$	$96=0+60+36$ (решение задачи ОДЗ)
Планирование системой, включающее решение ОДЗ	70	$70=7+40+23$	$0,298=0,02+0,19+0,088$	$70=7+40+23$ (решение задачи ОДЗ)
Планирование системой, включающее решение ОДЗ	120	$120=7+90+23$	$0,448=0,02+0,34+0,088$	$120=7+90+23$ (решение задачи ОДЗ)
Эффект		$100(0,382-0,364)/0,364=5\%$		

Таблица 2.24 – Результаты планирования деятельности доцента

Тип решения	Трудо-затраты (ч/день)	Затраты по направлениям (ч/день) $z(I_p)$	Индекс эффективности I_p	Затраты для оптимального решения (ч/день)
«Ручное» планирование	300	$297=87+186+19$	$0,675=0,2+0,431+0,044$	
Планиро-	300	$297=87+186+19$	$0,88=$	$283=87+177+1$

² ОДЗ – обобщенная двойственная задача

вание сис- темой без решения ОДЗ			$0,2+0,58+0,1$	9 (затраты без решения ОДЗ)
Планирова- ние систе- мой, вклю- чающее ре- шение ОДЗ	300	300	$0,948=$ $0,18+0,58+0,188$	$296=73+177+4$ 6 (решение за- дачи ОДЗ)
Планирова- ние сис- темой, включающее решение ОДЗ	180	180	$0,649=$ $0+0,5+0,149$	$178=0+140+38$ (решение за- дачи ОДЗ)
Планирова- ние систе- мой, вклю- чающее ре- шение ОДЗ	120	120	$0,45=$ $0+0,4+0,05$	$119=0+110+9$ (решение за- дачи ОДЗ)
Эффект		$100(0,948-0,675)/0,675=40,4\%$		

Таблица 2.25 – Результаты планирования деятельности профессора

Тип решения	Уровень напря- женности	Затраты по на- правлениям (ч/день) $z(I_p)$	Индекс эффектив- ности I_p	Затраты для оптимального решения (ч/день)
«Ручное» Планиро- вание	175	$175=75+95+5$	$0,884=$ $0,36+0,48+0,044$	
Планиро- вание системой без реше- ния ОДЗ	175	$168=70+93+5$	$1,209=$ $0,48+0,685+0,044$	$168=70+93+5$ (затраты без решения ОДЗ)
Планиро- вание системой, включаю- щее ре- шение ОДЗ	175	$173=70+93+10$	$1,253=$ $0,48+0,685+0,088$	$173=70+93+10$ (решение за- дачи ОДЗ)
Планиро-	120	$120=40+70+10$	$1,028=$	$120=40+70+10$

вание системой, включаю- щее ре- шение ОДЗ			$0,34+0,6+0,088$	(решение за- дачи ОДЗ)
Планиро- вание системой, включаю- щее ре- шение ОДЗ	210	$210=77+123+10$	$1,353=$ $0,5+0,765+0,088$	$210=77+123+1$ 0 (решение задачи ОДЗ)
Эффект		$100(1,253-0,884)/0,884=41,7$		

Применение программного комплекса позволяет улучшить (в сравнении с «ручным» планированием) значение индекса эффективности планов на 5 - 40% при одинаковых трудозатратах на реализацию плана деятельности.

2.5 Основные результаты второй главы

Во второй главе рассмотрены задачи, решаемые на стадиях стратегии и непрерывной оптимизации ЖЦС. В ней описаны особенности процесса управления портфелем ИТ-сервисов (как средства реализации ИТ-стратегии) и значимость этого процесса для конкурентоспособности ИТ-провайдера. В частности, сформулированы правила определения момента времени обновления портфеля ИТ-сервисов и правила оптимизации ИТ-сервисов.

Опираясь на результаты, полученные в кандидатской диссертации [122], в которой формализована основная задача, решаемая системой управления портфелем ИТ-сервисов, и на предложенную там же структуру системы управления

портфелем, разработана структура системы управления конкурентоспособностью ИТ-активов провайдера, в которой отражены функции и связи между подсистемами управления стадиями жизненного цикла ИТ-сервиса и с рыночной средой, обеспечивающие конкурентоспособное функционирование ИТ-активов. Эта структура и обуславливаемые ею возможности совершенствования ИТ-активов представляют собой особый критический фактор успеха ИТ-провайдера.

Во второй главе также рассмотрена задача формирования функционального объема (портфеля ИТ-сервисов) ERP-системы промышленного предприятия. Дано краткое описание основных бизнес-процессов, перечислены «сильные» связи между процессами. В качестве критических показателей эффективности задачи выбраны затраты на разработку формируемого портфеля сервисов, количество связей между ИТ-сервисами компьютеризируемых бизнес-процессов и количество используемых эффективных проектных решений из унаследованных систем «лоскутной» автоматизации. Сформулированная и формализованная задача относится к классу задач целочисленного квадратичного программирования. Ее решение выполнено методом сетевого программирования для нелинейных задач. Обобщенная двойственная задача, порождаемая сформулированной задачей, решена методом множителей Лагранжа.

В третьем разделе второй главы рассмотрена многовариантная задача формирования портфеля проектов (плана сервисных улучшений) оптимизации ИТ-процессов жизненного цикла ИТ-сервиса. В качестве критерия задачи определен показатель эффективности всех ИТ-процессов ЖЦС. Для его вычисления использован механизм комплексного оценивания.

Сформулированы постановки и решены две линейные и одна нелинейная математические задачи, в которых ограничения учитывают размер инвестиций на реализацию проектов и изменение величины операционных затрат на функционирование совершенствуемых ИТ-процессов. Процедуры решения линейных задач сведены к задачам о ранце. Для решения нелинейной задачи разработана специальная процедура.

Для всех процедур разработано программное обеспечение, на которое получено свидетельство о регистрации программ для ЭВМ ФИПС.

В заключительном разделе главы изложены материалы о применении программного комплекса решающего задачу формирования плана сервисных улучшений, для формирования планов образовательной, научной и другой деятельности профессорско-преподавательского состава университета.

3 РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ, ТЕСТИРОВАНИЯ И РАЗВЕРТЫВАНИЯ ИТ-СЕРВИСОВ

3.1 Оптимизация календарного плана реализации взаимозависимых ИТ-сервисов параллельно работающими проектными группами

Решением задачи формирования функционального объема ERP-проекта предприятия (см. раздел 2.2) являются множества $\{s_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\}, j = \overline{1, m}$, ИТ-сервисов (s_{ji} – i -ый сервис j -ого бизнес-процесса предприятия). Примем, что для разработки сервисов отдельного бизнес-процесса, в силу его специфики, создается отдельная проектная группа. Рассмотрим задачу построения календарных планов разработки ИТ-сервисов проектными группами [233-239].

Каждому сервису s_{ji} поставим в соответствие планируемое время t_{ji} его разработки соответствующей проектной группой и количество связей r_{ji} между конфигурационными элементами сервиса и конфигурационными элементами всех других сервисов, входящих в функциональный объем ERP-проекта:

$$r_{ji} = \sum_{p=1}^m \sum_{k \neq i} r_{ji}^{pk}. \quad (3.1)$$

Здесь, r_{ji}^{pk} – количество связей между конфигурационными элементами сервисов s_{ji} и s_{pk} . Пусть $[0, T]$ – планируемый период реализации проекта. Положим также, что выполняются соотношения:

$$\sum_{i=1}^{n_j} t_{ji} = T_j = T, \quad j = \overline{1, m}. \quad (3.2)$$

Если сервисы j -го процесса реализуются в соответствии с порядком, определяемым последовательностью $(s_{ji}^1 | 1 = \overline{1, n_j})$, то время окончания проектирования сервиса s_{ji}^1 будет равно $\sum_{k=1}^1 t_{ji}^k$, а время $T(s_{ji}^1)$ действия проектных решений, разработанных для сервиса s_{ji}^1 , будет

$$T(s_{ji}^1) = (T - \sum_{k=1}^1 t_{ji}^k). \quad (3.3)$$

Чем раньше разработаны проектные решения для сервиса s_{ji} , тем с меньшими трудозатратами выполняется разработка интеграционных решений (интерфейсов) с этим сервисом при проектировании других сервисов проекта. Будем оценивать эффективность последовательностей $(s_{ji}^1 | 1 = \overline{1, n_j})$, $m = \overline{1, m}$, реализации сервисов ERP-проекта величиной

$$q = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} r_{ji}^1 (T - \sum_{k=1}^1 t_{ji}^k). \quad (3.4)$$

Из (3.4) следует, что, чем больше связей r_{ji} у сервиса s_{ji} со всеми другими сервисами, тем предпочтительнее более раннее его проектирование.

Обозначим через $c(s_{ji}, T_{ji}) = c_{ji}(T_{ji})$ затраты на проектирование сервиса s_{ji} , где T_{ji} – время начала проектирования сервиса s_{ji} . Функция затрат $c_{ji}(T_{ji})$ является не возрастающей функцией времени, рисунок 3.1.

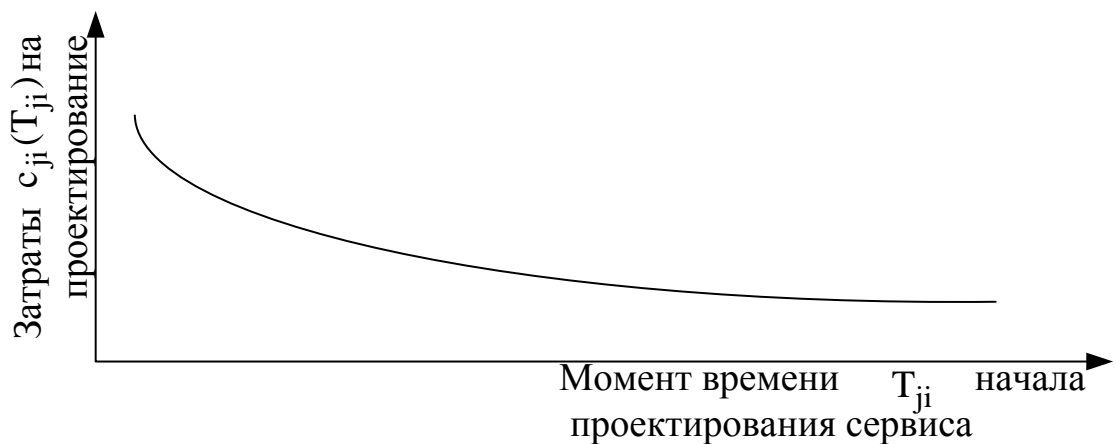


Рисунок 3.1 – Зависимость затрат $c_{ji}(T_{ji})$ на проектирование сервиса от времени T_{ji} начала его проектирования

Чем раньше сервис проектируется, тем дороже обходится приобретение и доставка необходимых сервисных активов и тем более трудоемка разработка и последующее изменение интеграционных решений для него, вследствие большей не готовности проектных решений для связанных с ним других сервисов. Будем далее задавать функции $c_{ji}(T_{ji})$ в табличном виде, определив для них, для простоты, по три значения: средние значения функций на интервалах $\Delta t_1 = (0, \frac{T}{3}]$, $\Delta t_2 = (\frac{T}{3}, \frac{2T}{3}]$, $\Delta t_3 = (\frac{2T}{3}, T]$. Затраты c_j на проектирование последовательности $(s_{ji}^l | l = \overline{1, n_j})$ сервисов j -го бизнес-процесса будут

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(T_{ji}), \quad (3.5)$$

а затраты на проектирование всех сервисов будут определяться соотношением

$$c = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(T_{ji}). \quad (3.6)$$

Математическую постановку задачи формирования оптимального календарного плана реализации ERP-проекта сформулируем следующим образом: определить такие последовательности $\{(s_{ji}^l | l = \overline{1, n_j}) | m = \overline{1, m}\}$, для которых

$$q = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} r_{ji}^l (T - \sum_{k=1}^l t_{ji}^k) \rightarrow \max, \quad (3.7)$$

$$c = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji}(T_{ji}) \leq c^*, \quad (3.8)$$

где c^* ограничивает общие затраты на реализацию проекта.

Схема решения задачи. Для решения сформулированной задачи воспользуемся методом сетевого программирования [226]. Структурно-подобное сетевое представление критерия q и ограничения c дано на рисунке 3.2. Это представление определяет следующую последовательность решения задач для нахождения приближенного решения исходной задачи календарного планирования, значение целевой функции которого представляет собой верхнюю оценку для значения целевой функции оптимального решения исходной задачи:

1. Предварительное распределение общего объема имеющихся ресурсов c^* на разработку сервисов отдельных процессов, то есть определение c_j^* таких, что

$$\sum_{j=1}^m c_j^* = c^*. \quad (3.9)$$

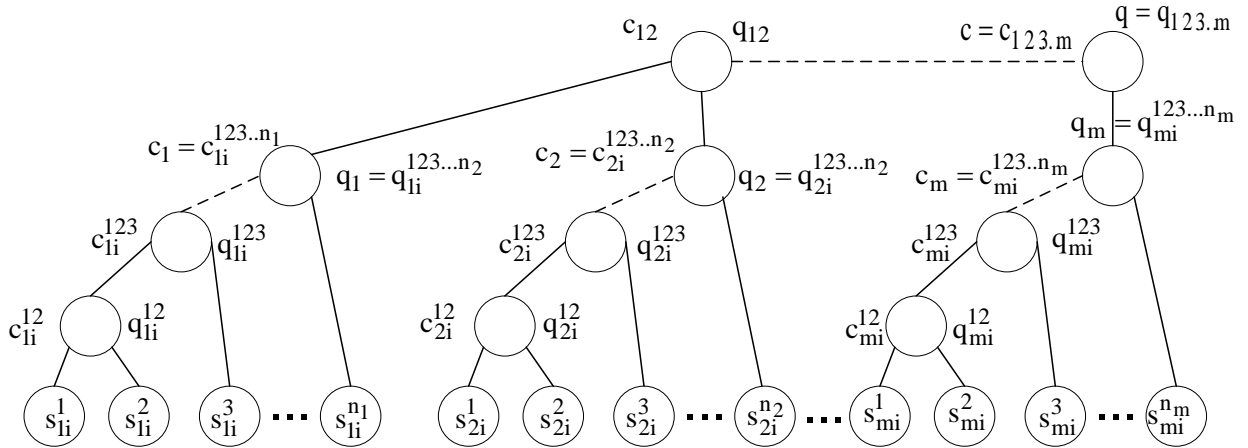


Рисунок 3.2 – Сетевое представление функций q и c

2. Решение для каждого j , $j = \overline{1, m}$, задачи календарного планирования сервисов методом сетевого программирования

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} r_{ji}^1 (T - \sum_{k=1}^l t_{ji}^k) \xrightarrow{\{(s_{ji}^l | l=\overline{1, n_j})\}} \max, \quad (3.10)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji} (T_{ji}) \leq c_j^*, \quad (3.11)$$

определяющим «лучшие» варианты из $n_j!$ возможных последовательностей $\{(s_{ji}^l | l=\overline{1, n_j})\}$, для которых имеют место (3.10) и (3.11).

3. Последовательное решение $(m-1)$ задач, интегрирующих решения задач, полученных в п. 2.

Пример. Рассмотрим случай трех бизнес процессов, $j = \overline{1, 3}$. Исходные данные для решаемой задачи приведены в таблицах 3.1 – 3.6.

Таблица 3.1 – Данные о связях и длительности проектирования сервисов для первого процесса

s_{1i}	s_{11}	s_{12}	s_{13}	s_{14}
r_{1i}	6	11	8	5
t_{1i}	5	9	6	4

Таблица 3.2 – Данные о затратах на разработку сервисов для первого процесса

$t \in \Delta$	$\Delta = (0,8]$	$\Delta = (8,16]$	$\Delta = (16,24]$
$c(s_{1i}, t)$			
$c(s_{11}, t)$	4	3	2
$c(s_{12}, t)$	7	4	3
$c(s_{13}, t)$	6	5	3
$c(s_{14}, t)$	5	3	2

Таблица 3.3 – Данные о связях и длительности проектирования сервисов для второго процесса

s_{2i}	s_{21}	s_{22}	s_{23}
r_{2i}	6	7	5
t_{2i}	8	10	6

Таблица 3.4 – Данные о затратах на разработку сервисов для второго процесса

$t \in \Delta$	$\Delta = (0,8]$	$\Delta = (8,16]$	$\Delta = (16,24]$
$c(s_{2i}, t)$			
$c(s_{21}, t)$	4	3	3
$c(s_{22}, t)$	7	6	4

$c(s_{23}, t)$	3	3	2
----------------	---	---	---

Таблица 3.5 – Данные о связях и длительности проектирования сервисов для третьего процесса

s_{3i}	s_{31}	s_{32}	s_{33}	s_{34}
r_{2i}	8	7	6	10
t_{2i}	7	4	5	8

Таблица 3.6 – Данные о затратах на разработку сервисов для третьего процесса

$t \in \Delta$	$\Delta = (0, 8]$	$\Delta = (8, 16]$	$\Delta = (16, 24]$
$c(s_{2i}, t)$			
$c(s_{21}, t)$	6	4	4
$c(s_{22}, t)$	4	3	2
$c(s_{23}, t)$	5	4	2
$c(s_{24}, t)$	7	5	4

1. Решаем первую задачу (3.9). Пусть $c^* = 40$. Первоначальное распределение ресурсов осуществим пропорционально общему количеству связей сервисов в процессах. Тогда,

$$c_1^* = \frac{40 * 30}{79} \approx 15, \quad c_2^* = \frac{40 * 18}{79} \approx 10, \quad c_3^* = \frac{40 * 31}{79} \approx 15. \quad (3.12)$$

2. Последовательно (для каждого процесса) решаем задачу (3.10) – (3.11).

Решаем задачу

$$q_1 \rightarrow \max, \quad c_1 \leq 15. \quad (3.13)$$

Определяем значения $r_{1i}^1(T - t_{1i}^1)$ и $c(s_{1i}^1, t)$ для каждого сервиса при условии, что он будет проектироваться первым, таблица 3.7.

Таблица 3.7 – Оценка критерия и ограничения при разработке каждого сервиса процесса первым

s_{1i}^1	s_{11}^1	s_{12}^1	s_{13}^1	s_{14}^1
$r_{1i}^1(T - t_{1i}^1)$	$6(24-5)=114$	$11(24-9)=165$	$8(24-6)=144$	$5(24-4)=100$
$c(s_{1i}^1, t)$	4	4	6	5

В соответствие с рисунком 3.2 решаем оценочные задачи для последовательностей из двух-четырех сервисов, таблицы 3.8 – 3.18.

Таблица 3.8 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей из двух сервисов при условии s_{11}^1

(s_{11}^1, s_{1i}^2)	(s_{11}^1, s_{12}^2)	(s_{11}^1, s_{13}^2)	(s_{11}^1, s_{14}^2)
$r_{11}^1(T - t_{11}^1) + r_{1i}^2(T - t_{1i}^1 - t_{1i}^2)$	$114 + 11(24-14) = 114 + 110 = 224$	$114 + 8(24-11) = 114 + 104 = 218$	$114 + 5(24-9) = 114 + 95 = 209$
$c(s_{11}^1, t) + c(s_{1i}^2, t)$	$4 + 4 = 8$	$4 + 5 = 9$	$4 + 3 = 7$

Решение (s_{11}^1, s_{12}^2) доминирует решение (s_{11}^1, s_{13}^2) .

Решаем соответствующие оценочные задачи для последовательностей из всех четырех сервисов, таблицы 3.9 – 3.10.

Таблица 3.9 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей из четырех сервисов при условии (s_{11}^1, s_{12}^2)

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{11}^1, s_{12}^2, s_{13}^3, s_{14}^4)$	$(s_{11}^1, s_{12}^2, s_{14}^3, s_{13}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{1i}^l(T - \sum_{k=1}^l t_{1i}^k)$	$224 + 8(24-20) + 5(24-24) = 224 + 32 = 256$	$224 + 5(24-18) + 8(24-24) = 224 + 30 = 254$
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	$8 + 3 + 2 = 13$	$8 + 2 + 2 = 12$

Таблица 3.10 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из четырех сервисов при условии (s_{11}^1, s_{14}^2)

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{11}^1, s_{14}^2, s_{12}^3, s_{13}^4)$	$(s_{11}^1, s_{14}^2, s_{13}^3, s_{12}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{li}^1 (T - \sum_{k=1}^l t_{li}^k)$	$209 + 11(24 - 18) +$ $+ 8(24 - 24) =$ $= 209 + 66 = 275$	$209 + 8(24 - 15) +$ $+ 11(24 - 24) =$ $= 209 + 72 = 281$
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	$7 + 3 + 3 = 13$	$7 + 5 + 3 = 15$

Таблица 3.11 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из двух сервисов при условии s_{12}^1

(s_{12}^1, s_{1i}^2)	(s_{12}^1, s_{11}^2)	(s_{12}^1, s_{13}^2)	(s_{12}^1, s_{14}^2)
$r_{12}^1 (T - t_{12}^1) +$ $r_{1i}^2 (T - t_{12}^1 - t_{1i}^2)$	$165 + 6(24 - 14) =$ $= 165 + 60 = 225$	$165 + 8(24 - 15) =$ $= 165 + 72 = 237$	$165 + 5(24 - 13) =$ $= 165 + 55 = 220$
$c(s_{12}^1, t) + c(s_{1i}^2, t)$	$4 + 3 = 7$	$4 + 5 = 9$	$4 + 3 = 7$

Решение (s_{12}^1, s_{11}^2) доминирует решение (s_{12}^1, s_{14}^2) .

Таблица 3.12 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из четырех сервисов при условии (s_{12}^1, s_{11}^2)

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{12}^1, s_{11}^2, s_{13}^3, s_{14}^4)$	$(s_{12}^1, s_{11}^2, s_{14}^3, s_{13}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{li}^1 (T - \sum_{k=1}^l t_{li}^k)$	$225 + 8(24 - 20) +$ $+ 0 = 225 + 32 = 257$	$225 + 5(24 - 18) +$ $+ 0 = 225 + 30 = 255$
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	$7 + 3 + 2 = 12$	$7 + 2 + 2 = 11$

Таблица 3.13 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из четырех сервисов при условии (s_{12}^1, s_{13}^2)

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{12}^1, s_{13}^2, s_{11}^3, s_{14}^4)$	$(s_{12}^1, s_{13}^2, s_{14}^3, s_{11}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{li}^1 (T - \sum_{k=1}^1 t_{li}^k)$	$237+6(24-20)+$ $+0=237+24=261$	$237+5(24-19)+$ $+0=237+30=267$
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	$9+2+2=13$	$9+2+2=13$

Решение $(s_{12}^1, s_{13}^2, s_{14}^3, s_{11}^4)$ доминирует решение $(s_{12}^1, s_{13}^2, s_{11}^3, s_{14}^4)$.

Таблица 3.14 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из двух сервисов при условии s_{13}^1

(s_{13}^1, s_{1i}^2)	(s_{13}^1, s_{11}^2)	(s_{13}^1, s_{12}^2)	(s_{13}^1, s_{14}^2)
$r_{13}^1 (T - t_{13}^1) +$ $r_{1i}^2 (T - t_{13}^1 - t_{1i}^2)$	$144+6(24-11)=$ $=144+78=222$	$144+11(24-15)=$ $=144+99=243$	$144+5(24-10)=$ $=144+70=214$
$c(s_{13}^1, t) + c(s_{1i}^2, t)$	$6+3=9$	$6+4=10$	$6+3=9$

Решение (s_{13}^1, s_{11}^2) доминирует решение (s_{13}^1, s_{14}^2) .

Таблица 3.15 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из четырех сервисов при условии (s_{13}^1, s_{11}^2)

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{13}^1, s_{11}^2, s_{12}^3, s_{14}^4)$	$(s_{13}^1, s_{11}^2, s_{14}^3, s_{12}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{li}^1 (T - \sum_{k=1}^1 t_{li}^k)$	$222+11(24-20)+$ $+0+222+44=266$	$222+5(24-15)+$ $+0+222+45=267$
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	$9+3+2=14$	$9+3+3=15$

Таблица 3.16 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из четырех сервисов при условии (s_{13}^1, s_{12}^2)

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{13}^1, s_{12}^2, s_{11}^3, s_{14}^4)$	$(s_{13}^1, s_{12}^2, s_{14}^3, s_{11}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{li}^1 (T - \sum_{k=1}^1 t_{li}^k)$	$243+6(24-20)+$ $+0=243+24=267$	$243+5(24-19)+$ $+0=243+25=268$
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	$10+2+2=14$	$10+2+2=14$

Решение $(s_{13}^1, s_{12}^2, s_{14}^3, s_{11}^4)$ доминирует решение $(s_{13}^1, s_{12}^2, s_{11}^3, s_{14}^4)$.

Таблица 3.17 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из двух сервисов при условии s_{14}^1

(s_{14}^1, s_{1i}^2)	(s_{14}^1, s_{11}^2)	(s_{14}^1, s_{12}^2)	(s_{14}^1, s_{13}^2)
$r_{14}^1(T - t_{14}^1) +$ $r_{1i}^2(T - t_{14}^1 - t_{1i}^2)$	$100+6(24-9)=$ $=100+114=214$	$100+11(24-16)=$ $=100+88=188$	$100+8(24-13)=$ $=100+88=188$
$c(s_{14}^1, t) + c(s_{1i}^2, t)$	$5+3=8$	$5+4=9$	$5+5=10$

Решение (s_{14}^1, s_{11}^2) доминирует решения (s_{14}^1, s_{12}^2) и (s_{14}^1, s_{13}^2) .

Таблица 3.18 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из четырех сервисов при условии (s_{14}^1, s_{11}^2)

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{14}^1, s_{11}^2, s_{12}^3, s_{13}^4)$	$(s_{14}^1, s_{11}^2, s_{13}^3, s_{12}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{li}^1 (T - \sum_{k=1}^1 t_{li}^k)$	$214+11(24-18)+$ $+0=214+66=280$	$214+8(24-15)+$ $+0=214+72=286$
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	$8+3+3=14$	$8+5+3=16$

Решение $(s_{14}^1, s_{11}^2, s_{13}^3, s_{12}^4)$ недопустимо по ограничению.

Лучшие решения для первого процесса представлены в таблице 3.19.

Таблица 3.19 – Лучшие решения для $j=1$

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 | i = \overline{1,4})$	$(s_{14}^1, s_{11}^2, s_{12}^3, s_{13}^4)$	$(s_{11}^1, s_{14}^2, s_{12}^3, s_{13}^4)$	$(s_{12}^1, s_{11}^2, s_{13}^3, s_{14}^4)$
$q_1 = \sum_{l=1}^4 r_{1i}^l (T - \sum_{k=1}^l t_{1i}^k)$	281	280	275
$c_1 = \sum_{i=1}^4 c_{1i}(t)$	15	14	13

Решаем вторую задачу (для $j=2$):

$$q_2 \rightarrow \max, \quad c_2 \leq 9. \quad (3.14)$$

Определяем значения $r_{2i}^1(T - t_{2i}^1)$ и $c(s_{2i}^1, t)$ для каждого сервиса при условии, что он будет проектироваться первым, таблица 3.20.

Таблица 3.20 – Оценка критерия и ограничения при разработке каждого сервиса процесса первым

s_{2i}^1	s_{21}^1	s_{22}^1	s_{23}^1
$r_{2i}^1(T - t_{2i}^1)$	$6(24-8)=96$	$7(24-10)=98$	$5(24-6)=90$
$c(s_{2i}^1, t)$	4	6	3

В соответствие с рисунком 3.2 решаем оценочные задачи для последовательностей из двух-трех сервисов, таблицы 3.21 – 3.23.

Таблица 3.21 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей из двух сервисов при условии s_{21}^1

$(s_{21}^1, s_{2i}^2, s_{2i}^3)$	$(s_{21}^1, s_{22}^2, s_{23}^3)$	$(s_{21}^1, s_{23}^2, s_{22}^3)$
$q_2 = \sum_{l=1}^4 r_{2i}^l (T - \sum_{k=1}^l t_{2i}^k)$	$96+7(24-18)+0=$ $=96+42=138$	$96+5(24-14)+0=$ $=96+50=146$
$c_2 = \sum_{i=1}^4 c_{2i}(t)$	$4+4+2=10$	$4+3+4=11$

Оба решения недопустимы по ограничению.

Таблица 3.22 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из двух сервисов при условии s_{22}^1

$(s_{22}^1, s_{2i}^2, s_{2i}^3)$	$(s_{22}^1, s_{21}^2, s_{23}^3)$	$(s_{22}^1, s_{23}^2, s_{21}^3)$
$q_2 = \sum_{l=1}^4 r_{2i}^l (T - \sum_{k=1}^1 t_{2i}^k)$	$98+6(24-18)+0=$ $=98+36=136$	$98+5(24-16)+0=$ $=98+40=138$
$c_2 = \sum_{i=1}^4 c_{2i}(t)$	$6+3+2=11$	$6+3+3=12$

Оба решения недопустимы по ограничению.

Таблица 3.23 – Оценка критерия и ограничения для последовательностей
из двух сервисов при условии s_{23}^1

$(s_{23}^1, s_{2i}^2, s_{2i}^3)$	$(s_{23}^1, s_{21}^2, s_{22}^3)$	$(s_{23}^1, s_{22}^2, s_{21}^3)$
$q_2 = \sum_{l=1}^4 r_{2i}^l (T - \sum_{k=1}^1 t_{2i}^k)$	$90+6(24-14)+0=$ $=90+60=150$	$90+7(24-16)+0=$ $=90+56=146$
$c_2 = \sum_{i=1}^4 c_{2i}(t)$	$3+3+4=10$	$3+6+3=12$

Оба решения недопустимы по ограничению. Нет ни одного допустимого решения с затратами в 9 единиц. Наиболее близкое по затратам решение (10 единиц) и лучшее по критерию q_2 представлено в таблице 3.24.

Таблица 3.24 – Лучшее решение с затратами 10 единиц

$(s_{23}^1, s_{2i}^2, s_{2i}^3)$	$(s_{23}^1, s_{21}^2, s_{22}^3)$
$q_2 = \sum_{l=1}^4 r_{2i}^l (T - \sum_{k=1}^1 t_{2i}^k)$	$90+6(24-14)+0=$ $=90+60=150$
$c_2 = \sum_{i=1}^4 c_{2i}(t)$	$3+3+4=10$

Решив аналогичным образом задачу:

$$q_3 \rightarrow \max, \quad c_3 \leq 16, \quad (3.15)$$

получим лучшие решения для третьего процесса, таблица 3.25.

Таблица 3.25 – Лучшие решения для $j=3$

$(s_{3i}^1, s_{3i}^2, s_{3i}^3, s_{3i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{32}^1, s_{34}^2, s_{33}^3, s_{31}^4)$	$(s_{32}^1, s_{31}^2, s_{34}^3, s_{33}^4)$
$q_3 = \sum_{l=1}^4 r_{3i}^l (T - \sum_{k=1}^l t_{3i}^k)$	302	294
$c_3 = \sum_{i=1}^4 c_{3i}(t) \quad c_3^* = 15$	15	14

Заметим, что лучшее решение для $j=3$ требует 15 единиц ресурсов, то есть, не ухудшая качество этого решения, одну единицу ресурсов можно «передать» процессу $j=2$, сделав тем самым допустимым лучшее по q_2 решение с затратами в 10 единиц (таблица 3.24). Таким образом, лучшим решением задачи будет решение, приведенное в таблице 3.26.

Таблица 3.26 – Оптимальное решение

$(s_{1i}^1, s_{1i}^2, s_{1i}^3, s_{1i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{14}^1, s_{11}^2, s_{12}^3, s_{13}^4)$
$(s_{2i}^1, s_{2i}^2, s_{2i}^3 \mid i = \overline{1,3})$	$(s_{23}^1, s_{21}^2, s_{22}^3)$
$(s_{3i}^1, s_{3i}^2, s_{3i}^3, s_{3i}^4 \mid i = \overline{1,4})$	$(s_{32}^1, s_{34}^2, s_{33}^3, s_{31}^4)$
$q_1 + q_2 + q_3$	$281 + 150 + 302 = 733$
$c_1 + c_2 + c_3$	$15 + 10 + 15 = 40$

Полученное решение (при заданных $t_{ji}, i = \overline{1, n_j}, j = \overline{1, m}$) позволяет построить оптимальный календарный план реализации ERP-проекта. Этот план является основой для решения задачи определения функционального объема пилотного проекта ERP-системы и технической структуры соответствующей тестовой среды с целью проверки принятых при разработке ИТ-сервисов решений.

3.2 Формирование объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия

Пилотные (экспериментальные) проекты предназначены для тестирования ограниченным количеством пользователей неполного множества сервисов создаваемой системы (основных функциональных возможностей системы). То есть содержание пилотного проекта задается множеством ИТ-сервисов (функциональный объем тестирования), подлежащих проверке, и множеством пользователей, которые будут проверять функционирование этих сервисов. Если объем пилотного проекта слишком мал, тогда принципиально важные функции системы будут недостаточно протестированы, а вероятность обнаружения существенных ошибок при полном внедрении будет высока. Если предметная область слишком велика, то значительно увеличивается объем работ по реализации пилотного проекта, то есть не будет необходимой быстроты и гибкости, из-за которых и организуется пилотное тестирование и его эффективность будет близка к эффективности полного внедрения. Рассмотрим задачу определения объема пилотного проекта [240-243].

Пусть $S = \{S_j \mid j = \overline{1, m}\} = \{\{s_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid j = \overline{1, n_j}\}$ – портфель сервисов создаваемой ERP-системы. Здесь j – номер бизнес-процесса, а i – номер сервиса в бизнес-процессе. Пусть расписание разработки сервисов портфеля, являющееся результатом формирования и календарного планирования проектирования сервисов, выполненного в предыдущем разделе, представлено на рисунке 3.3.

Обозначим через $t_{ji} = t(s_{ji})$ длительность времени разработки сервиса s_{ji} , а через T^{pil} – момент времени начала пилотного тестирования. Момент времени T_{ji} окончания проектирования сервиса s_{ji} определяется соотношением

$$T_{ji} = \sum_{k=1}^i t_{jk}. \quad (3.16)$$

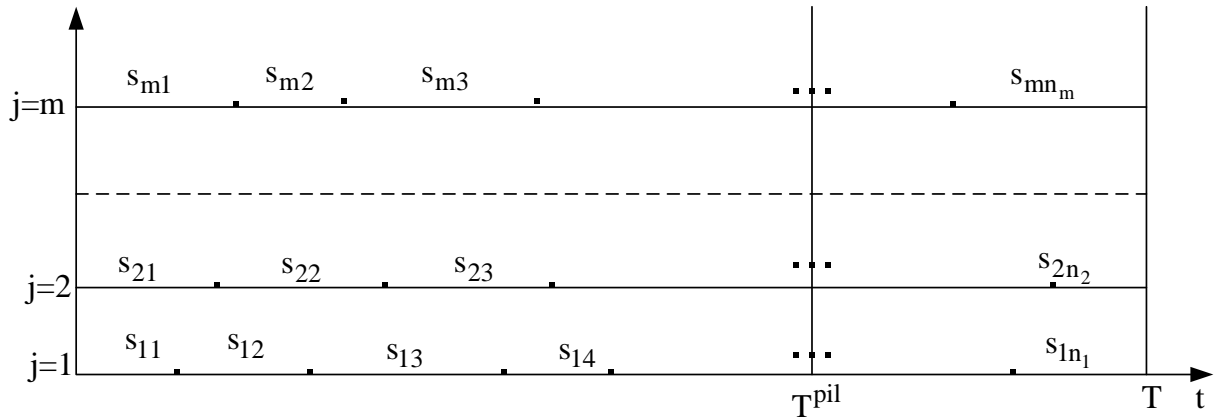


Рисунок 3.3 – Календарный план разработки ИТ-сервисов проектными группами

Тогда множество $S(T^{pil})$ сервисов, разработанных к моменту времени T^{pil} начала пилотного тестирования, из которых может быть сформирован пилотный проект, определяется соотношением:

$$S(T^{pil}) = \{S_j(T^{pil}) \mid j = \overline{1, m}\} = \{\{s_{ji} \mid T_{ji} \leq T^{pil}\} \mid j = \overline{1, m}\} \subset S. \quad (3.17)$$

Для упрощения обозначений перенумеруем сервисы множества $S(T^{pil})$ так, что

$$S(T^{pil}) = \{S_j(T^{pil}) \mid j = \overline{1, m}\} = \{\{s_{ji} \mid i = \overline{1, n_j^{pil}}\} \mid j = \overline{1, n_j^{pil}}\}. \quad (3.18)$$

Обозначим через $q_{ji}^{rk} = q(s_{ji}, s_{rk})$ количество связей между активами сервисов s_{ji}, s_{rk} .

В соответствии с определением, пилотное тестирование предполагает проверку ограниченным числом «продвинутых» пользователей корректного функционирования «базовых» функций создаваемой системы. Это означает,

что задача формирования объема пилотного проекта состоит в определении тех сервисов из $S(T^{pil})$ и тех связей этих сервисов, которые должны быть подвергнуты тестированию [12,16].

Формализация задачи. Введем следующие переменные:

$$x_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если сервис } s_{ji} \text{ подлежит тестированию,} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}, \quad (3.19)$$

и

$$x_{ji}^{rk} = \begin{cases} 1, & \text{если связи сервиса } s_{ji} \text{ с } s_{rk} \text{ подлежат тестированию,} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}. \quad (3.20)$$

Общее количество связей между сервисами, подлежащее проверке при пилотном тестировании, описывается функцией

$$q = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \left(\sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji}. \quad (3.21)$$

Функциональный объем пилотного тестирования зависит от величины затрат, выделяемых на его проведение. Под затратами можно, в частности, понимать количество рабочих человеко-дней компетентных пользователей, которое руководство предприятия может позволить себе изъять из текущей основной деятельности. Пусть c^* – предельный объем допустимых затрат. Обозначим через $c_{ji}^{rk} = c(s_{ji}, s_{rk})$ затраты, требуемые для проверки связей между сервисами s_{ji} с s_{rk} . Общие затраты на проверку связей, подлежащих тестированию, будут

$$c = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \left(\sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} c_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji}. \quad (3.22)$$

Фрагмент матрицы связей между активами множества сервисов $S(T^{pil})$ и значений соответствующих затрат на тестирование этих связей приведены в таблице 3.27.

Таблица 3.27 – Фрагмент таблицы связей q_{ji}^{rk} междусервисами множества $S(T^P)$ и соответствующих затрат c_{ji}^{rk} на их тестирование

$s_{ji} \backslash s_{ji}$	s_{11}	s_{12}	...	$s_{1n_1^p}$	s_{21}	s_{22}	...	$s_{2n_2^p}$	...	s_{m1}	s_{m2}	...	s_{mn}^{pil}
s_{11}	q_{11}^{11} c_{11}^{11}	q_{11}^{12} c_{11}^{12}	...	$q_{11}^{1n_1^{pil}}$ $c_{11}^{1n_1^{pil}}$	q_{11}^{21} c_{11}^{21}	q_{11}^{22} c_{11}^{22}	...	$q_{11}^{2n_2^{pil}}$ $c_{11}^{2n_2^{pil}}$	...	q_{11}^{m1} c_{11}^{m1}	q_{11}^{m2} c_{11}^{m2}	...	$q_{11}^{mn}^{pil}$ $c_{11}^{mn}^{pil}$
s_{12}	q_{12}^{11} c_{12}^{11}	q_{12}^{12} c_{12}^{12}	...	$q_{12}^{1n_1^{pil}}$ $c_{12}^{1n_1^{pil}}$	q_{12}^{21} c_{12}^{21}	q_{12}^{22} c_{12}^{22}	...	$q_{12}^{2n_2^{pil}}$ $c_{12}^{2n_2^{pil}}$	...	q_{12}^{m1} c_{12}^{m1}	q_{12}^{m2} c_{12}^{m2}	...	$q_{12}^{mn}^{pil}$ $c_{12}^{mn}^{pil}$
...
$s_{1n_1^p}$	$q_{1n_1^p}^{11}$ $c_{1n_1^p}^{11}$	$q_{1n_1^p}^{12}$ $c_{1n_1^p}^{12}$	...	$q_{1n_1^p}^{1n_1^{pil}}$ $c_{1n_1^p}^{1n_1^{pil}}$	$q_{1n_1^p}^{21}$ $c_{1n_1^p}^{21}$	$q_{1n_1^p}^{22}$ $c_{1n_1^p}^{22}$	...	$q_{1n_1^p}^{2n_2^{pil}}$ $c_{1n_1^p}^{2n_2^{pil}}$	...	$q_{1n_1^p}^{m1}$ $c_{1n_1^p}^{m1}$	$q_{1n_1^p}^{m2}$ $c_{1n_1^p}^{m2}$	...	$q_{1n_1^p}^{mn}^{pil}$ $c_{1n_1^p}^{mn}^{pil}$
s_{21}	q_{21}^{11} c_{21}^{11}	q_{21}^{12} c_{21}^{12}	...	$q_{21}^{1n_1^{pil}}$ $c_{21}^{1n_1^{pil}}$	q_{21}^{21} c_{21}^{21}	q_{21}^{22} c_{21}^{22}	...	$q_{21}^{2n_2^{pil}}$ $c_{21}^{2n_2^{pil}}$	...	q_{21}^{m1} c_{21}^{m1}	q_{21}^{m2} c_{21}^{m2}	...	$q_{21}^{mn}^{pil}$ $c_{21}^{mn}^{pil}$
s_{22}	q_{22}^{11} c_{22}^{11}	q_{22}^{12} c_{22}^{12}	...	$q_{22}^{1n_1^{pil}}$ $c_{22}^{1n_1^{pil}}$	q_{22}^{21} c_{22}^{21}	q_{22}^{22} c_{22}^{22}	...	$q_{22}^{2n_2^{pil}}$ $c_{22}^{2n_2^{pil}}$	...	q_{22}^{m1} c_{22}^{m1}	q_{22}^{m2} c_{22}^{m2}	...	$q_{22}^{mn}^{pil}$ $c_{22}^{mn}^{pil}$

Положим также, что руководство каждого бизнес-процесса накладывает ограничения на общее количество n_j^* подлежащих тестированию сервисов бизнес-процесса и на количество $n_j^{—*}$ сервисов смежных бизнес-процессов, с которыми должны быть проверены связи тестируемых сервисов. Рассмотрим далее следующий вариант формализации рассматриваемой задачи:

$$q = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \left(\sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} q_{ji} x_{ji} = \sum_{j=1}^m q_j \rightarrow \max, \quad (3.23)$$

$$c = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \left(\sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} c_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \right) x_{ji} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} c_{ji} x_{ji} = \sum_{j=1}^m c_j \leq c^*, \quad (3.24)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j^{pil}} x_{ji} \geq n_j^*, j = \overline{1, m}, \quad (3.25)$$

$$\sum_{r \neq j} \sum_{r=1}^{n_r^{pil}} x_{ri} \geq \overline{n_j^*}, j = \overline{1, m}. \quad (3.26)$$

Задача состоит в нахождении таких $x_{ji}, j = \overline{1, m}, i = \overline{1, n_j^{pil}}$, и $x_{ji}^{rk}, j, r = \overline{1, m}, i, k = \overline{1, n_j^{pil}}$, которые максимизируют количество q проверяемых связей между тестируемыми сервисами при заданных допустимых затратах c^* и ограничениях (3.25) и (3.26).

Схема решения задачи. Процедура решения задачи (3.23) – (3.26) использует метод сетевого программирования, который предполагает последовательное решение цепочки оценочных задач, формируемой на основе структурно подобного сетевого представления целевой функции и ограничений, [226]. Для обеспечения требуемого структурного подобия положим, что затраты c_j^* на тестирование связей сервисов j -го процесса определяются пропорционально числу этих связей:

$$c_j^* = \frac{c^* \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk}}. \quad (3.27)$$

Теперь для задачи (3.23) – (3.26) цепочки оценочных задач можно реализовать в три этапа:

1. Последовательное решение для каждого сервиса $s_{ji} (i = \overline{1, n_j^{pil}}, j = \overline{1, m})$

каждого процесса задачи определения подлежащих проверке связей:

$$q_{ji} = \sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \rightarrow \max, \quad (3.28)$$

$$c_{ji} = \sum_{r=1}^m \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} c_{ji}^{rk} x_{ji}^{rk} \leq c_j^*, \quad (3.29)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q_{ji} и c_{ji} дано на рисунке 3.4.

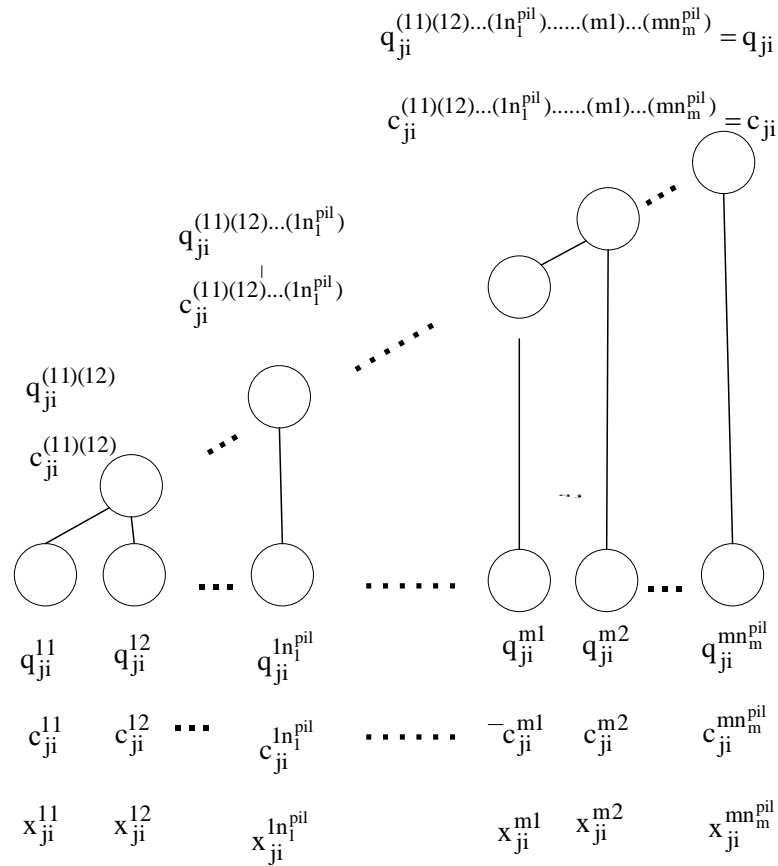


Рисунок 3.4 – Сетевое представление функций q_{ji} и c_{ji}

2. Последовательное решение m (для каждого $j = \overline{1, m}$) задач:

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} q_{ji} x_{ji} \rightarrow \max, \quad (3.30)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} c_{ji} x_{ji} \leq c_j^*, \quad (3.31)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j^{pil}} x_{ji} \geq n_j^*, \quad (3.32)$$

$$\sum_{r \neq j} \sum_{r=1}^{n_j^{pil}} x_{ri} \geq \bar{n}_j^* \quad (3.33)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q_j и c_j дано на рисунке 3.5.

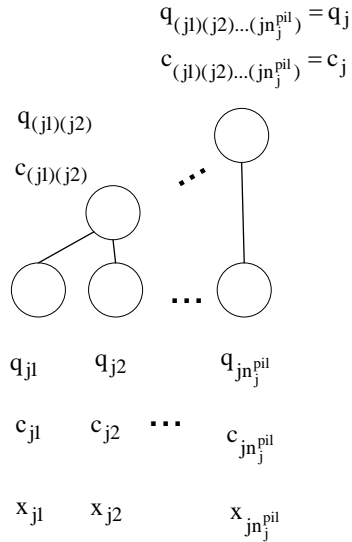


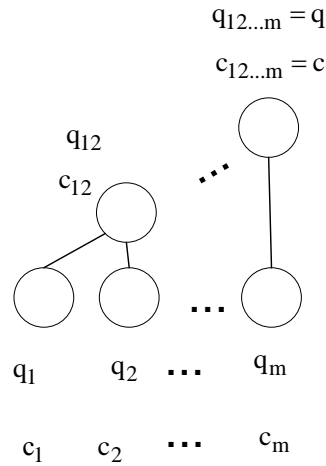
Рисунок 3.5 – Сетевое представление функций q_j и c_j

3. Последовательное решение $(m-1)$ задачи для определения решения задачи:

$$q = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} q_{ji} x_{ji} \rightarrow \max, \quad (3.34)$$

$$c = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} c_{ji} x_{ji} \leq c^*. \quad (3.35)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q и c дано на рисунке 3.6.

Рисунок 3.6 – Сетевое представление функций q и c

Чтобы улучшить полученное на основе предложенной цепочки оценочных задач приближенное решение, можно воспользоваться методом ветвей и границ, в котором в качестве верхней границы использовать значения q найденного приближенного решения, [226].

Пример. Рассмотрим пример с двумя процессами ($m=2$), которые включают, соответственно, три и четыре сервиса ($n_1^{pil} = 3, n_2^{pil} = 4$). Матрица связей между сервисами и соответствующие этим связям затраты на тестирование приведены в таблице 3.28.

Таблица 3.28 – Таблица связей q_{ji}^{rk} между сервисами и соответствующих затрат c_{ji}^{rk} на их тестирование

$s_{ji} \backslash s_{ji}$	s_{11}	s_{12}	s_{13}	s_{21}	s_{22}	s_{23}	s_{24}
s_{11}	8 19	2 8	4 15	0 0	3 12	0 0	3 7
s_{12}	3 11	7 18	4 9	1 5	0 0	2 7	0 0
s_{13}	3 7	2 6	9 30	0 0	2 4	0 0	2 6

s_{21}	2 4	0 0	3 6	6 21	1 4	2 5	1 4
s_{22}	2 6	0 0	1 4	1 4	10 23	3 7	2 4
s_{23}	0 0	2 7	2 8	2 6	3 12	8 27	4 10
s_{24}	1 4	0 0	2 9	0 0	4 12	2 4	11 34

Заметим, что $q_1 = \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^2 \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk} = 55$, $c_1 = \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^2 \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} c_{ji}^{rk} = 164$,

$$q_2 = \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^2 \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk} = 75, \quad c_2 = \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^2 \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} c_{ji}^{rk} = 225, \quad q = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^2 \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} q_{ji}^{rk} = 130,$$

$$c = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^{n_j^{pil}} \sum_{r=1}^2 \sum_{k=1}^{n_r^{pil}} c_{ji}^{rk} = 389.$$

Положим $c^* = 260$, тогда

$$c_1^* = \frac{260 \cdot 55}{130} = 110, \quad (3.36)$$

$$a \quad c_2^* = 260 - 110 = 150.$$

В соответствии со схемой решения на первом этапе решаем семь задач (3.28) – (3.29) для каждого сервисов согласно сетевому представлению рисунка

3.4. Положим $n_1^* = 2$, $\bar{n}_1^* = 1$ для первого процесса и $n_2^* = 3$, $\bar{n}_2^* = 2$ для второго.

Решение для сервиса s_{11} , таблицы 3.29 – 3.32.

Таблица 3.29 – Оценка $q_{11}^{(11)(12)}$ и $c_{11}^{(11)(12)}$

x_{11}^{11}	0	1
x_{11}^{12}		

1	2	10
	8	27
0	0	8
	0	19

Таблица 3.30 – Оценка $q_{11}^{(11)(12)(13)}$ и $c_{11}^{(11)(12)(13)}$

$x_{11}^{11}x_{11}^{12}$ x_{11}^{13}	00	10	01	11
1	4 15	12 34	6 23	14 42
0	0 0	8 19	2 8	10 27

Решение с оценками (8,19) доминирует решение (6,23).

Таблица 3.31 – Оценка $q_{11}^{(11)(12)(13)(21)(22)}$ и $c_{11}^{(11)(12)(13)(21)(22)}$

$x_{11}^{11}x_{11}^{12}x_{11}^{13}x_{11}^{21}$ x_{11}^{22}	0000	1000	0100	1100	0010	1010	1110
1	3 12	11 31	15 20	13 39	7 27	15 46	17 54
0	0 0	8 19	2 8	10 29	4 15	12 34	14 42

Выделенные курсивом решения недопустимы по ограничениям (3.30).

Таблица 3.32 – Оценка $q_{11} = q_{11}^{(11)(12)(13)(21)(22)(23)(24)}$ и $c_{11} = c_{11}^{(11)(12)(13)(21)(22)(23)(24)}$

$x_{11}^{11} x_{11}^{12} x_{11}^{13}$	110	101	111	110	101	111
$x_{11}^{21} x_{11}^{22} x_{11}^{23}$	000	000	000	010	010	010
x_{11}^{24}						
0	13 34	15 41	17 49	16 46	18 53	20 61
1	<i>10</i> <i>27</i>	<i>12</i> <i>34</i>	<i>14</i> <i>42</i>	13 39	15 46	17 54

Выделенные курсивом решения недопустимы по ограничениям (3.31). Решение (13,34) доминирует решение (13,39), решение (18,53) – (17,54), решение (16,46) – (15,46). Шесть итоговых оценочных решений для сервиса s_{11} представлены в таблице 3.33.

Таблица 3.33 – Оценочные решения для сервиса s_{11}

x_{11}^n (n – номер решения)	x_{11}^1	x_{11}^2	x_{11}^3	x_{11}^4	x_{11}^5	x_{11}^6
$x_{11}^{11} x_{11}^{12} x_{11}^{13}$	110	101	111	110	101	111
$x_{11}^{21} x_{11}^{22} x_{11}^{23} x_{11}^{24}$	0001	0001	0001	0101	0101	0101
q_{11}	13	15	17	16	18	20
c_{11}	34	41	49	46	53	61

Аналогичным образом находим решения для других сервисов. В таблицах 3.34 – 3.37 представлены решения для сервисов s_{12} и s_{13} .

Таблица 3.34 – Оценочные решения для сервиса s_{12}

x_{12}^n (n – номер решения)	x_{12}^1	x_{12}^2	x_{12}^3	x_{12}^4	x_{12}^5	x_{12}^6	x_{12}^7	x_{12}^8
$x_{12}^{11}x_{12}^{12}x_{12}^{13}$	101	011	111	101	011	111	011	111
$x_{12}^{21}x_{12}^{22}x_{12}^{23}x_{12}^{24}$	1000	1000	1000	0010	0010	0010	1010	1010
q_{12}	8	12	15	9	13	16	14	17
c_{12}	25	32	43	27	34	45	39	50

Таблица 3.35 – Оценочные решения для сервиса s_{13}

x_{13}^n (n – номер решения)	x_{13}^1	x_{13}^2	x_{13}^3	x_{13}^4	x_{13}^5	x_{13}^6	x_{13}^7	x_{13}^8
$x_{13}^{11}x_{13}^{12}x_{13}^{13}$	110	101	011	111	110	101	011	111
$x_{13}^{21}x_{13}^{22}x_{13}^{23}x_{13}^{24}$	0100	0100	0100	0101	0101	0101	0101	0101
q_{13}	7	14	13	16	9	16	15	18
c_{13}	17	41	40	47	23	47	46	53

На втором этапе решаем для каждого процесса задачи (3.30) – (3.33) в соответствии с сетевым представлением рисунка 3.5.

Решение для первого процесса ($j=1$). Выполнив вычисления, исключая недопустимые по ограничению $c_{(11)(12)} > c_1^* = 110$ и $c_{(11)(12)(13)} > c_1^* = 110$, а также те, которые доминируются другими, получим 3 следующих лучших решения, таблица 3.36.

Таблица 3.36 – Оценка $q_1 = q_{(11)(12)(13)}$ и $c_1 = c_{(11)(12)(13)}$

$x_1 = x_{(11)(12)(13)}$	$x_{11}^1 x_{12}^2 x_{13}^7$	$x_{11}^1 x_{12}^5 x_{13}^7$	$x_{11}^2 x_{12}^6 x_{13}^5$
--------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

$q_1 = q_{(11)(12)(13)}$	40	40	40
$c_1 = c_{(11)(12)(13)}$	110	109	109

Выполнив аналогичные вычисления для второго процесса, исключая недопустимые по ограничению $c_{(21)(22)} > c_2^* = 150$, $c_{(21)(22)(23)} > c_2^* = 150$, $c_{(21)(22)(23)(24)} > c_2^* = 150$, а также те, которые доминируются другими, получим 2 следующих лучших решения, таблица 3.37.

Таблица 3.37 – Оценка $q_2 = q_{(21)(22)(23)(24)}$ и $c_2 = c_{(21)(22)(23)(24)}$

$x_2 = x_{(21)(22)(23)(24)}$	$x_{21}^2 x_{22}^1 x_{23}^2 x_{24}^4$	$x_{21}^3 x_{22}^1 x_{23}^3 x_{24}^3$
$q_2 = q_{(21)(22)(23)(24)}$	54	53
$c_2 = c_{(21)(22)(23)(24)}$	150	148

На третьем этапе решаем задачи (3.34) – (3.35) в соответствии с сетевым представлением рисунка 3.6.

Решение для первых двух процессов ($j=1$ и $j=2$). Выполнив вычисления, исключая решения, которые доминируются другими, получим 3 следующих лучших решения, таблица 3.38.

Таблица 3.38 – Лучшие решения задачи

x	$x_{11}^1 x_{12}^2 x_{13}^7$ $x_{21}^2 x_{22}^1 x_{23}^2 x_{24}^4$	$x_{11}^1 x_{12}^5 x_{13}^7$ $x_{21}^2 x_{22}^1 x_{23}^2 x_{24}^4$	$x_{11}^2 x_{12}^6 x_{13}^5$ $x_{21}^2 x_{22}^1 x_{23}^2 x_{24}^4$
q	94	94	94
c	260	259	259

Рассмотренная задача может быть обобщена посредством учета предпочтений потребителей ИТ-сервисов относительно качества проверки различных

связей сервисов. Эти предпочтения могут быть отражены с помощью «весов» соответствующих связей. Общая схема решения задачи при этом не меняется.

3.3 Формирование и календарное планирование развертывания релизов на основе структурных свойств ИТ-сервисов

Одной из сложных задач внедрения ИТ-сервисов является развертывание конфигурационных компонентов сервисов в эксплуатируемой ИТ-среде, [244-248]. Сложность связана с существенными риском нарушения «базового» состояния среды, которое может вызвать множественные отказы находящихся в эксплуатации ИТ-сервисов. Управлять риском (соответственно, интенсивностью потока отказов сервисов), обусловленным ошибками развертывания, можно посредством формирования релизов (подмножеств ИТ-активов сервисов, встраиваемых в ИТ-среду за один прием). Релизы формируются из поступивших от подразделений, проектирующих сервисы, заявок на развертывание новых ИТ-активов.

В разделе рассмотрены задачи формирования и календарного планирования развертывания релизов, постановки которых основаны на том, что данные о структуре эксплуатируемых ИТ-сервисов, хранящиеся в конфигурационной базе данных поставщика услуг, позволяют оценить количество отказов ИТ-сервисов, которое будет вызвано нарушениями состояния эксплуатационной среды. Управление развертыванием активов ИТ-сервисов включает три последовательно решаемые задачи: задачу определения количества релизов, задачу определения состава релизов и задачу определения календарного плана развертывания релизов.

Предложенный механизм определения количества релизов минимизирует затраты на их развертывание и ограничивает интенсивность отказов ИТ-сервисов величиной пропускной способности канала обслуживания отказов. На основе теоремы о том, что оптимальному использованию ресурсов соответствует выполнение работы с постоянной интенсивностью, сформулирована и решена (как задача о камнях) задача формирования состава релизов – определение подмножеств заявок на развертывание, составляющих содержание каждого релиза, [226]. Предложенный механизм определения календарного плана развертывания релизов использует дискретную версию метода локальной оптимизации и ориентирован на минимизацию среднего времени обслуживания отказа при ограничении на «упущенное время» (длительность времени неполной загрузки канала обслуживания, которое увеличивает общую длительность обработки всех отказов).

Внедрение ИТ-сервисов сопряжено с риском ошибочного изменения «базового» состояния эксплуатационной ИТ-среды при встраивании в нее ИТ-активов (конфигурационных элементов), необходимых для функционирования новых или изменяемых сервисов, [14,16]. Необходимые изменения ИТ-среды проектная служба оформляет в виде специальным образом оформленных заявок на развертывание, в которых описаны подлежащие обновлению ИТ-активы. При значительном количестве обновляемых активов риск нарушений в эксплуатационной среде становится существенным. Для снижения риска ограничивают количество конфигурационных элементов, встраиваемых в ИТ-среду за один прием, то есть разбивают множество заявок на обновление активов на подмножества (релизы). Рассмотрим задачи формирования и календарного планирования развертывания релизов ИТ-сервисов, постановки которых основаны на том, что данные конфигурационной базы поставщика ИТ-услуг (CMDB) позволяют оценить количество ИТ-сервисов, которое станет недоступным для пользователей вследствие развертывания планируемых ИТ-активов.

Оценка количества отказов сервисов из-за некорректного развертывания ИТ-активов. Обозначим через $A = \{A_i \mid i = \overline{1, n}\}$ множество поступивших заявок на обновление ИТ-среды, где $A_i = \{a_{ij} \mid j = \overline{1, n_i}\}$ и a_{ij} – обновляемые конфигурационные элементы. Положим, что каждый a_{ij} принадлежит одному из трех типов: типу h (hard – оборудование), типу s (soft – программное обеспечение), типу u (user – связан с действиями пользователя). Тогда,

$$A_i = A_i^h \cup A_i^s \cup A_i^u,$$

$$A_i^h = \{a_{ij}^h \mid j = \overline{1, n_i^h}\}, A_i^s = \{a_{ij}^s \mid j = \overline{1, n_i^s}\}, A_i^u = \{a_{ij}^u \mid j = \overline{1, n_i^u}\} \quad (3.37)$$

$$n_i = n_i^h + n_i^s + n_i^u.$$

Пусть $S_s = \{s\}$ – множество эксплуатируемых ИТ-сервисов, а $A(s)$ – множество конфигурационных элементов отдельного сервиса s . Выявим зависимость количества отказов эксплуатируемых сервисов от некорректного развертывания активов отдельной заявки A_i , рисунок 3.7.

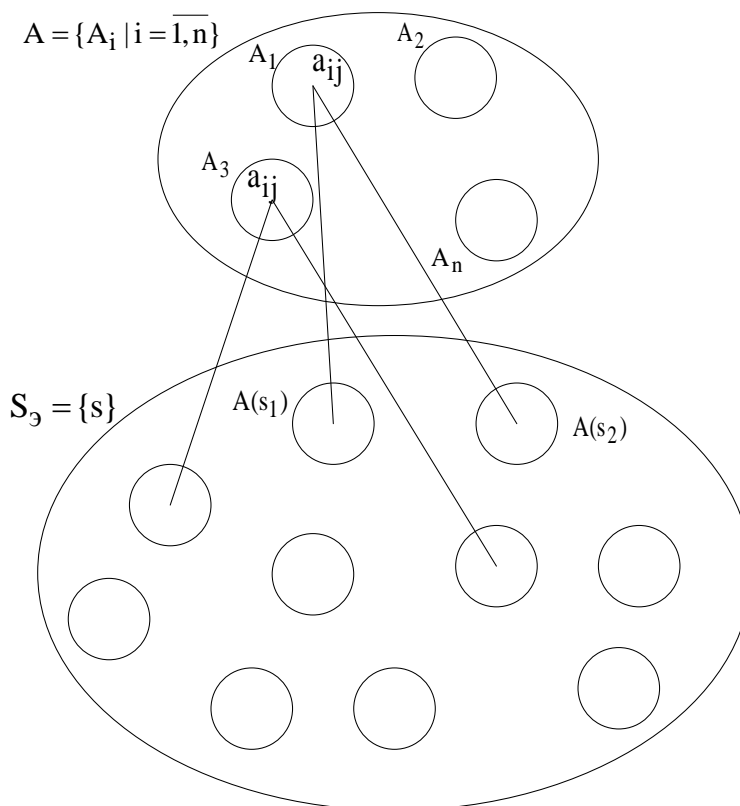


Рисунок 3.7 – Связи активов заявок на развертывание с активами

эксплуатируемых ИТ-сервисов

Обозначим через $S(a_{ij}^h)$, $S(a_{ij}^s)$, $S(a_{ij}^u)$ множества тех сервисов, на функционировании которых может сказаться развертывание активов a_{ij}^h , a_{ij}^s , a_{ij}^u . По определению

$$\begin{aligned} S(a_{ij}^h) &= \{s(a_{ij}^h) \mid A(s) \cap a_{ij}^h \neq \emptyset, s \in S_s\} = \{s_l(a_{ij}^h) \mid l = \overline{1, L(a_{ij}^h)}\}, \\ S(a_{ij}^s) &= \{s(a_{ij}^s) \mid A(s) \cap a_{ij}^s \neq \emptyset, s \in S_s\} = \{s_l(a_{ij}^s) \mid l = \overline{1, L(a_{ij}^s)}\}, \\ S(a_{ij}^u) &= \{s(a_{ij}^u) \mid A(s) \cap a_{ij}^u \neq \emptyset, s \in S_s\} = \{s_l(a_{ij}^u) \mid l = \overline{1, L(a_{ij}^u)}\}. \end{aligned} \quad (3.38)$$

Для того чтобы оценить количество отказов сервисов необходимо знать вероятности некорректного развертывания различных ИТ-активов. Оценка значений этих вероятностей может быть выполнена на основе данных конфигурационной базы и данных процесса управления «проблемами» («проблема» – отказ сервиса, обусловленный ошибкой в его активах). Каждой зарегистрированной «проблеме» процесс присваивает значение категории (типа актива), из-за ошибки в котором произошел отказ сервиса. Таким образом, в конфигурационной базе содержится информация об общем числе зарегистрированных и разрешенных процессом проблем с указанием какие из них какой категории (h , s , u). В качестве оценок для вероятностей некорректного развертывания активов различного типа возьмем относительные доли проблем соответствующей категории и обозначим их через $\overline{P(a^h)}$, $\overline{P(a^s)}$, $\overline{P(a^u)}$. Среднее число ожидаемых отказов сервисов вследствие некорректного развертывания активов множеств A_i^h, A_i^s, A_i^u , соответственно, будет:

$$\begin{aligned} \overline{m(A_i^h)} &= \overline{P(a^h)} \sum_j^{n_i^h} L(a_{ij}^h), & \overline{m(A_i^s)} &= \overline{P(a^s)} \sum_j^{n_i^s} L(a_{ij}^s), \\ \overline{m(A_i^u)} &= \overline{P(a^u)} \sum_j^{n_i^u} L(a_{ij}^u). \end{aligned} \quad (3.39)$$

Прогнозируемые количества $m(A_i)$ и $m(A)$ среднего числа отказов сервисов в результате развертывания активов отдельной заявки A_i и, соответственно, от всего множества заявок $A = \{A_i \mid a_{ij} = \overline{1, n_i}\}$ будет определяться соотношениями:

$$m(A_i) = \overline{m(A_i^h)} + \overline{m(A_i^s)} + \overline{m(A_i^u)}, \quad (3.40)$$

$$m(A) = \sum_{i=1}^n m(A_i). \quad (3.41)$$

В соответствии с определением релиза (совокупность ИТ-активов сервисов, встраиваемых в ИТ-среду за один прием), множество решений задачи формирования релизов представляет собой множество всевозможных разбиений множества $A = \{A_i \mid a_{ij} = \overline{1, n_i}\}$ (количество таких разбиений равно 2^n). Каждое

разбиение $\{A^k \mid k = \overline{1, k(A)}\}$ обладает свойствами: $A^k = \bigcup_{i=1}^{n_k} A_i$ – k -ый релиз, $k(A)$ – количество релизов, $\sum_{k=1}^{k(A)} n_k = n$, $A^k \cap A^{k'} = \emptyset$ для $k' \neq k$, $\bigcup_{k=1}^{k(A)} A^k = A$ и

$k(A) \leq n$. По аналогии с (3.41) обозначим через $m(A^k) = \sum_{i=1}^{n_k} m(A_i)$ – количество отказов сервисов, обусловленных развертыванием релиза A^k .

Механизм определения количества релизов. Примем, что все отказы сервисов, обусловленные развертыванием релизов, выявляются пользователями в непосредственно после развертывания. Тогда величина $m(A^k)$ представляет собой среднее число отказов (интенсивность отказов), обусловленная развертыванием активов релиза A^k в день развертывания. Обозначим через Δt количество рабочих дней между двумя последовательными развертываниями релизов. Расписание развертывания релизов, определяющее величину Δt , формируется по согласованию с проектной, эксплуатационной службами и пользователями. Пусть β – интенсивность обработки отказов каналом обслуживания (среднее количество обрабатываемых отказов сервисов за один день). Для того чтобы

канал справился за Δt дней с потоком отказов сервисов, обусловленных развертыванием релиза A^k , необходимо выполнение условия:

$$\frac{m(A^k)}{\Delta t} \leq \beta, \quad k = \overline{1, k(A)}. \quad (3.42)$$

Процесс развертывания релизов является затратным и требует согласованных действий многих участников. Поэтому количество релизов $k(A)$ должно быть минимально возможным, но таким, которое обеспечивает выполнение неравенств (3.42). Очевидно, при выполнении неравенства

$$\frac{m(A)}{\Delta t} \leq \beta \quad (3.43)$$

все заявки $A_i, i = \overline{1, n}$, могут быть объединены в единственный релиз $A = \bigcup_{i=1}^n A_i$ и развернуты за один прием. Если (3.43) не выполнено, то минимальное количество релизов для множества $\{A^k \mid k = \overline{1, k(A)}\}$ заявок на развертывание, определим как максимальное значение $k(A)$, для которого выполняется неравенство

$$\frac{m(A)}{k(A)\Delta t} \leq \beta. \quad (3.44)$$

Величина $\frac{m(A)}{k(A)}$ характеризует среднее число отказов, приходящихся на один релиз на интервале времени Δt . Так как $\beta = \text{const}$ и $\Delta t = \text{const}$, то условие (3.44) требует следующего правила определения количества релизов:

$$k(A) = \left\lceil \frac{m(A)}{\beta \Delta t} \right\rceil + 1. \quad (3.45)$$

Механизм формирования состава (содержания) релизов, [226,249]. Соотношения (3.45) позволяют сформулировать и решить задачу формирования состава релизов как «задачу о камнях», определив в качестве «веса камня» величины $m(A_i), i = \overline{1, n}$. Введем переменную x_{ik} :

$$x_{ik} = \begin{cases} 1, & A_i \in A^k \\ 0, & A_i \notin A^k \end{cases}. \quad (3.46)$$

Тогда задача формирования состава релизов принимает вид «задачи о камнях»:

$$\max \sum_{i=1}^n m(A_i) x_{ik} \rightarrow \min, \quad (3.47)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ik} = 1, \quad k = \overline{1, k(A)}. \quad (3.48)$$

Применив один из известных алгоритмов решения «задачи о камнях», получим решение $\{A^k \mid k = \overline{1, k(A)}\}$, где $A^k = \bigcup_{i=1}^{n_k} A_i$ – k -ый релиз, а $\{m(A^k) \mid k = \overline{1, k(A)}\}$ – множество ожидаемых отказов от соответствующих релизов.

Механизм построения расписания развертывания релизов $\{A^k \mid k = \overline{1, k(A)}\}$.

Величина $m(A^k)$ описывает число отказов сервисов, обусловленных развертыванием релиза A^k . Разделив эту величину на интенсивность β канала обслуживания (среднее количество отказов, обслуживаемых в единицу времени), получим интервал времени $\tau_k = \tau(A^k)$, который требуется для восстановления доступности ИТ-сервисов, отказавших в результате развертывания k -го релиза:

$$\tau(A^k) = \frac{m(A^k)}{\beta}. \quad (3.49)$$

Если τ_k меньше интервала времени Δt между двумя последовательными развертываниями релизов ($\tau_k < \Delta t$), то канал обслуживания будет иметь «простою» длительностью $(\Delta t - \tau_k)$ на интервале Δt («упущенное время» для обслуживания). Так как

$$\sum_{k=1}^{k(A)} \tau_k = \frac{\sum_{k=1}^{k(A)} m(A^k)}{\beta} = \frac{m(A)}{\beta} \approx k(A) \Delta t, \quad (3.50)$$

то на это время «простою» может быть увеличено общее время обслуживания отказов, обусловленных всеми релизами. Если же $\tau_k > \Delta t$, то канал «задержит» на время $(\tau_k - \Delta t)$ обслуживание отказов, обусловленных развертыванием сле-

дующего релиза, увеличив тем самым на эту величину среднее время обслуживания одного отказа, связанного с очередным релизом. Введем обозначения:

$$\tau_k^+ = (\tau(A^p) - \Delta t) > 0, \quad (3.51)$$

$$\tau_k^- = (\tau(A^p) - \Delta t) \leq 0. \quad (3.52)$$

Разобьем множество релизов $\{A^k | k = \overline{1, k(A)}\}$ на два подмножества $A^{k+} = \{A^k | k = \overline{1, k^+(A)}\}$ и $A^{k-} = \{A^k | k = \overline{1, k^-(A)}\}$, где $k^+(A)$ и $k^-(A)$ количества релизов, для которых справедливы, соответственно, соотношения (3.51) и (3.52). Для разбиения справедливо равенство:

$$k^+(A) + k^-(A) = k(A). \quad (3.53)$$

Пусть $A_p^k = ((A_p^{k+} | p = \overline{1, k^+(A)}), (A_p^{k-} | p = \overline{1, k^-(A)}))$ – последовательность развертывания релизов, для которых соответствующие последовательности $(\tau(A_p^{k+}) | p = \overline{1, k^+(A)})$ и $(\tau(A_p^{k-}) | p = \overline{1, k^-(A)})$ являются не возрастающими. Пусть также $(t^p | p = 1, 2, 3, \dots)$, где $(t^{p+1} - t^p) = \Delta t$, – последовательность моментов времени, в которые выполняется развертывание релизов. Обозначим через $\tau_z(A_p^k | p = \overline{1, k(A)})$ суммарное время задержек начала обслуживания отказов от разворачиваемых релизов, обусловленное незавершенностью обслуживания отказов от развертывания предшествующих релизов. Тогда

$$\begin{aligned} \tau_z(A^p | p = \overline{1, k(A)}) &= (\tau_1 - \Delta t) + (\tau_1 + \tau_2 - 2\Delta t) + \dots + \\ &+ \left(\sum_{k=1}^{k(A)} \tau_k - k(A)\Delta t \right) = \sum_{k=1}^{k(A)} (k(A) - k + 1)\tau_k - \frac{1 + k(A)}{2} k(A)\Delta t. \end{aligned} \quad (3.54)$$

Обозначим также через $\tau_y(A_p^k | p = \overline{1, k(A)})$ суммарное время простоев канала обслуживания при развертывании релизов в соответствии с последовательностью $(A_p^k | p = \overline{1, k(A)})$.

Сформулируем следующую оптимизационную задачу:

$$\tau_z(A_p^k | p = \overline{1, k(A)}) \rightarrow \min, \quad (3.55)$$

$$\tau_y(A_p^k | p = \overline{1, k(A)}) = 0. \quad (3.56)$$

Содержательно задача состоит в нахождении такой последовательности $(A_p^k | p = \overline{1, k(A)})$ развертывания релизов, которая минимизирует суммарное время τ_z задержек начала обслуживания отказов, вызванных развертыванием отдельных релизов, и обеспечивает завершение обслуживания всех отказов в нормативный период времени $(0, \Delta t k(A))$, то есть обеспечивает равенство $\tau_y = 0$.

Для решения задачи (3.55) – (3.56) применим дискретную версию метода локальной оптимизации (последовательного улучшения некоторого выбранного базового решения). В качестве базового решения выберем последовательность $(A_p^k | p = \overline{1, k(A)})$ развертывания релизов, для которой соответствующая последовательность $(\tau(A_p^k) | p = \overline{1, k(A)})$ является невозрастающей (для этой последовательности $\tau_y = 0$).

С целью простоты изложения приведем процедуру применения метода для случая $k(A) = 5$. Пусть также $|A^+| = k^+(A) = 2$ и $|A^-| = k^-(A) = 3$.

1. Формируем произведение множеств A^+ и A^- :

$$A^+ \times A^- = \{(A^{1+}, A^{1-}), (A^{1+}, A^{2-}), (A^{1+}, A^{3-}), (A^{2+}, A^{1-}), (A^{2+}, A^{2-}), (A^{2+}, A^{3-})\} \quad (3.57)$$

2. Разобьем множество $A^+ \times A^-$ на два подмножества A^{++} и A^{--} , определив их следующим образом:

$$A^{++} = \{(A^{p+}, A^{p'-}) | \tau(A^{p+}, A^{p'-}) - 2\Delta t > 0\}, \quad (3.58)$$

$$A^{--} = \{(A^{p+}, A^{p'-}) | \tau(A^{p+}, A^{p'-}) - 2\Delta t \leq 0\}, \quad (3.59)$$

$$A^p, A^{p'} \in \{A^k | k = \overline{1, k(A)}\}. \quad (3.60)$$

3. Упорядочим элементы множеств A^{++} и A^{--} в порядке не возрастания, соответственно, величин $\tau(A^{p+}, A^{p'-})$.

4. Выберем из множества A^{++} элемент $(A^{p+}, A^{p'-})_{\min}$, такой, что

$$(A^{p+}, A^{p'-})_{\min}^1 = \arg \min_{(A^p, A^{p'}) \in A^{++}} \tau(A^{p+}, A^{p'-}) \quad (3.61)$$

5. Включим упорядоченную пару релизов из $(A^{p+}, A^{p'-})_{\min}^1$ в качестве начальной составляющей искомой последовательности развертывания релизов.

6. Исключим из множества A^{--} элементы, содержащиеся в $(A^{p+}, A^{p'-})_{\min}^1$.

7. Выберем из множества A^{--} элемент $(A^{p+}, A^{p'-})_{\min}^2$, такой, что

$$(A^{p+}, A^{p'-})_{\min}^2 = \arg \min_{(A^p, A^{p'}) \in A^{--}} \tau(A^{p+}, A^{p'-}) \quad (3.62)$$

8. Включим упорядоченную пару релизов из $(A^p, A^{p'})_{\min}^2$ в качестве второй составляющей искомой последовательности развертывания релизов.

9. Дополним искомую последовательность развертывания оставшимся пятым релизом.

Пример. Рассмотрим пример решения задачи с исходными данными, приведенными в таблице 3.39.

Таблица 3.39 – Исходные данные для задачи формирования релизов

A_i	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9
n_i	15	12	10	14	8	17	25	20	15
n_i^h	4	3	5	6	1	11	17	2	5
n_i^s	9	6	4	3	5	5	1	15	4
n_i^u	2	3	1	5	2	1	7	3	6
$\overline{p(a^h)}$	0,015	0,037	0,023	0,009	0,043	0,026	0,046	0,049	0,023
$\overline{p(a^s)}$	0,023	0,019	0,049	0,006	0,051	0,009	0,04	0,011	0,044
$\overline{p(a^u)}$	0,031	0,009	0,019	0,044	0,031	0,05	0,04	0,050	0,015
$n^{out}(A_i)$	0,329	0,252	0,33	0,292	0,36	0,381	1,102	0,413	0,381
$L(a_i^h)$	93	70	76	79	45	67	128	55	51

$L(a_1^s)$	112	127	51	155	39	33	55	138	36
$L(a_1^u)$	24	10	25	32	27	34	18	24	31
$m(A_i^h)$	1,395	2,59	1,748	0,711	1,935	1,742	5,888	2,695	1,173
$m(A_i^s)$	2,576	2,413	2,499	0,93	1,989	0,297	2,2	1,518	1,584
$m(A_i^u)$	0,744	0,09	0,475	1,408	0,837	1,7	0,72	1,2	0,465
$m(A_i)$	4,715	5,093	4,722	3,049	4,761	3,739	8,808	5,413	3,222

В соответствие с исходными данными $m(A) = 43,5$. При интенсивности обслуживания $\beta = 1,3$ и $\Delta t = 7$ минимальное число релизов будет

$$k(A) = \lceil \frac{43,5}{7 \cdot 1,3} \rceil = 5. \quad (3.63)$$

Применив один из известных алгоритмов решения «задачи о камнях» для 9 заявок и 5 релизов (в данном примере применен «жадный» алгоритм) и упорядочив полученные релизы по убыванию их «весов», получим следующее базовое решение:

$$\begin{aligned} A^1 &= \{A_1, A_3\}, m(A^1) = 4,7 + 7,7 = 9,4, \\ A^2 &= \{A_7\}, m(A^2) = 8,8, \\ A^3 &= \{A_5, A_6\}, m(A^3) = 4,8 + 3,7 = 8,5, \\ A^4 &= \{A_8, A_4\}, m(A^4) = 5,4 + 3,1 = 8,5, \\ A^5 &= \{A_2, A_9\}, m(A^5) = 5,1 + 3,2 = 8,3. \end{aligned} \quad (3.64)$$

Формируем произведение множеств A^+ и A^- , разбиваем его на подмножества A^{++} , A^{--} и упорядочиваем элементы каждого из них по не возрастанию величин $\tau(A^{p+}, A^{p'-})$, таблица 3.40.

Таблица 3.40 – Результаты формирования и упорядочения множеств A^{++} , A^{--}

A^{++} / A^{--}	$(A^{p+}, A^{p'-})$	$\tau(A^{p+}, A^{p'-})$	Комментарий
-------------------	---------------------	-------------------------	-------------

A^{++}	(A^1, A^3)	$9,4+8,5-17,4=0,5$	
	(A^1, A^4)	$9,4+8,5-17,4=0,5$	
	(A^1, A^5)	$9,4+8,3-17,4=0,3$	min
A^{--}	(A^2, A^3)	$8,8+8,5-17,4=-0,1$	min
	(A^2, A^4)	$8,8+8,5-17,4=-0,1$	min
	(A^2, A^5)	$8,8+8,3-17,4=-0,3$	Исключаем $A^5 \in (A^1, A^5)$

Выполнив действия пунктов 4 – 9 получим два равноценных решения (порядка развертывания релизов):

$$(A^1, A^5), (A^2, A^3), A^4 \text{ и } (A^1, A^5), (A^2, A^4), A^3, \quad (3.65)$$

для которых $\tau_z = 1,6$, а $\tau_y = 0$, в то время как для базового решения

$$(A^1, A^2, A^3, A^4, A^5) \quad (3.66)$$

имеет место

$$\tau_z = 2,5 \text{ и } \tau_y = 0.$$

3.4 Формирование и планирование развертывания релизов с учетом динамики применения ИТ-сервисов пользователями

Для рассмотренной выше задачи формирования релизов существенно предположение о том, что некорректное развертывание активов проявляется через отказы сервисов сразу, в ближайший от момента развертывания период времени. На практике это допущение, как правило, не выполняется, так как применение различных сервисов пользователями носит циклический характер

(ежедневное, еженедельное, ежемесячное, ежеквартальное, ежегодное). Отказы сервисов обнаруживают пользователи в тот момент времени, когда обращаются к ИТ-сервисам для решения задач бизнеса в соответствии со своими должностными обязанностями. Многие отказы сервисов могут быть обнаружены пользователями в периоды времени, достаточно удаленные от периода развертывания ИТ-активов.

Пусть $\{u_r \mid r = \overline{1, R}\}$ множество пользователей сервисов и $S^r = \{s_d^r \mid d = \overline{1, d^r}, s_d^r \in S_d\}, r = \overline{1, R}$, – роли (профили) пользователей (d^r – количество сервисов, применяемых r -ым пользователем).

Обозначим через $S^r(a_{ij})$ множество тех сервисов, которые применяет r -ый пользователь и в состав активов которых входит конфигурационный компонент a_{ij} заявки на развертывание A_i . Согласно определению

$$S^r(a_{ij}) = \{s^r(a_{ij}) \mid s^r(a_{ij}) \in (S(a_{ij}) \cap S^r)\}. \quad (3.67)$$

Некорректное развертывание актива a_{ij} будет обнаружено в случае, когда хотя бы один из пользователей обратится к сервису, в числе конфигурационных элементов которого будет этот актив. Рассмотрим случай, когда процесс управления конфигурациями достаточно развит и база данных конфигураций поставщика ИТ-услуг содержит информацию о частоте использования различных сервисов в различные периоды времени. Эта информация формируется для управления мощностью ИТ-сервисов, так как позволяет прогнозировать нагрузку на систему в различные периоды времени, а также влияет на присвоение приоритета сервиса при его отказе (приоритет задает очередность восстановления сервиса). Целесообразно использовать сведения о динамике применения сервисов при формулировании и решении задачи формирования и календарного планирования развертывания релизов.

Пусть t^p – p -ый момент времени планового развертывания релизов. Обозначим через $t^{ob}(s^r(a_{ij}))$ – ближайшие к t^p ($(t^{ia}(s^r(a_{ij})) \geq t^p)$) момент времени

ожидаемого использования (обнаружения отказа) сервиса $s^r(a_{ij})$ r -ым пользователем, а через $S_{t^p}^r(a_{ij}) = \{s^r(a_{ij}) \mid s^r(a_{ij}) \in S^r(a_{ij}), t^{\hat{1}\hat{a}}(s^r(a_{ij})) = t^p\}$ множество сервисов, отказы которых выявит r -ый пользователь в p -ый интервал времени. Тогда множество $S_{t^p}(A_i) = \bigcup_{j=1}^{n_i} \bigcup_{r=1}^R S_{t^p}^r(a_{ij})$ представляет собой совокупность сервисов, отказы которых ожидаются в t^p -ый интервал в случае развертывания активов заявки A_i . Обозначим через $\mu_{t^p}(A_i)$ количество сервисов в этом множестве, то есть

$$\mu_{t^p}(A_i) = |S_{t^p}(A_i)| = \left| \bigcup_{j=1}^{n_i} \bigcup_{r=1}^R S_{t^p}^r(a_{ij}) \right|, \quad (3.68)$$

а через $m_{ip}(A_i)$ – прогнозируемое число отказов сервисов в период времени Δt_p^{p+1} , обусловленное развертыванием заявки A_i . Тогда последовательность

$$m_i = (m_{ip}(A_i) \mid p = 1, 2, 3, \dots) \quad (3.69)$$

описывает количества прогнозируемых отказов сервисов в отдельные периоды времени, обусловленные развертыванием заявки A_i . Заметим, что значение p может достигать числа дней в году (например, для сервисов, используемых при формировании годового отчета предприятия).

Пусть $(0, T)$ – текущий плановый период, а

$$(t^1, t^2, \dots, t^p, \dots, t^{p_T}) - \quad (3.70)$$

последовательность, описывающая моменты времени регламентного развертывания релизов в этом периоде. Тогда последовательность, описывающая прогнозируемые отказы от заявки A_i на плановом периоде $(0, T)$ будет

$$m_i(T) = (m_{i1}, m_{i2}, m_{i3}, \dots, m_{i(p_T-1)}). \quad (3.71)$$

Обозначим через m_{Ap} число ожидаемых отказов сервисов на p -ом интервале времени Δt_p^{p+1} , как результат развертывания активов всего множества заявок $A = \{A_i \mid i = \overline{1, n}\}$ за один прием:

$$m_{Ap} = \sum_{i=1}^n m_{ip}, p = \overline{1, (p_T - 1)}. \quad (3.72)$$

Помимо отказов (3.68) в плановом периоде реализуется множество отказов, обусловленных развертыванием релизов, выполненных в периоды времени, предшествующие плановому периоду $(0, T)$. Обозначим через

$$m_{-\infty}^0 = (m_{-\infty p}^0 | p = \overline{1, (p_T - 1)}), \quad (3.73)$$

последовательность прогнозируемых количеств таких отказов, приходящихся на соответствующие периоды развертывания в плановом периоде $(0, T)$. Тогда общее количество прогнозируемых отказов в пределах планового периода будет описываться последовательностью:

$$(m_{-\infty}^0(A_p) | p = \overline{1, (p_T - 1)}), \quad (3.74)$$

где,

$$m_{-\infty p}^0(A_p) = m_{Ap} + m_{-\infty p}^0. \quad (3.75)$$

Если β интенсивность канала обслуживания (среднее количество обрабатываемых отказов сервисов за один день), то для того, чтобы канал эффективно справлялся с потоком отказов (успевал обрабатывать отказы соответствующего периода времени в этом же периоде), необходимо выполнение условий

$$m_p \leq \beta(t^{p+1} - t^p), p = \overline{1, (p_T - 1)}. \quad (3.76)$$

Формальная постановка задачи планирования развертывания релизов в плановом периоде $(0, T)$, [250-252]. Прогнозируемая динамика отказов сервисов в результате развертывания активов отдельных заявок A_i описывается, согласно (3.71), совокупностью последовательностей

$$m_i(T) = (m_{i1}, m_{i2}, m_{i3}, \dots, m_{i(p_T-1)}), \quad i = \overline{1, n}. \quad (3.77)$$

Очевидно, сдвигая последовательности (3.77) на различное число η временных интервалов Δt вправо (задавая интервал времени развертывания соответствующей заявки), можно сформировать допустимую нагрузку для канала обслуживания (в том числе, при необходимости, обеспечить выполнение жестких условий (3.76)). Состав релизов будет определяться теми подмножествами заявок, которые подлежат развертыванию в одном временном периоде, а кален-

$$x_i^\eta = \begin{cases} 1, & \text{если } m_i^\eta \text{ выбирается в качестве решения для заявки } A_i \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}. \quad (3.81)$$

Так как каждая заявка A_i может быть представлена в решении только одной из последовательностей (3.80), то имеет место равенство

$$\sum_{\eta=0}^{\eta^*} x_i^\eta = 1. \quad (3.82)$$

Сформулируем следующим образом задачу формирования количества релизов, их состава и календарного плана развертывания:

$$q(A) = \max_p \left[\left(\sum_{i=1}^n \sum_{\eta=0}^{\eta^*} m_{ip}^\eta x_i^\eta \right) + m_{-\infty p}^0 \right] \rightarrow \min, \quad (3.83)$$

$$m(A) = \sum_{p=1}^{p_T-1} \left[\left(\sum_{i=1}^n \sum_{\eta=0}^{\eta^*} m_{ip}^\eta x_i^\eta \right) + m_{-\infty p}^0 \right] \geq m^*, \quad (3.84)$$

$$\sum_{\eta=0}^{\eta^*} x_i^\eta = 1, i = \overline{1, n}. \quad (3.85)$$

Критерий (3.83) на множестве допустимых совокупностей последовательностей выбирает в качестве лучшей ту совокупность, которая минимизирует максимальное число прогнозируемых отказов в отдельном интервале времени планового периода. Ограничение (3.84) делает допустимыми только те совокупности последовательностей из (3.80), для которых суммарное количество прогнозируемых отказов в планируемом периоде (с учетом не сдвигаемой последовательности (3.73), описывающей отказы, обусловленные развертыванием релизов до начала текущего планового периода), превышает заданное значение m^* . То есть (3.84) ограничивает число прогнозируемых отказов, перемещаемых при сдвигах последовательностей за пределы планового периода $(0, T)$.

Задание величины η^* определяет диапазон изменения величины m^* . Действительно, если обозначить через $m_{\max}(A)$ число отказов от развертывания заявок множества A :

$$m_{\max}(A) = \sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^{(p_T-1)} m_{ip}, \quad (3.86)$$

а через $m(\eta^*)$ сумму элементов последовательностей (3.77) последних η^* интервалах периода $(0, T)$:

$$m(\eta^*) = \sum_{i=1}^n \sum_{p=(p_T-1-\eta)}^{(p_T-1)} m_{ip}, \quad (3.87)$$

то, очевидно, имеет место соотношение:

$$m^* \in [(m_{\max}(A) - m(\eta^*)), m_{\max}(A)]. \quad (3.88)$$

С увеличением η^* увеличивается диапазон изменения значений m^* и расширяются возможности по снижению нагрузки на канал обслуживания за счет перемещения большего числа прогнозируемых отказов за пределы планового периода $(0, T)$. Задание значений η^* и m^* в задаче (3.83) – (3.85) является результатом компромисса между руководством процесса управления релизами и руководством канала обслуживания отказов.

Задача (3.83) – (3.85) является дискретной, нелинейной, с множеством ограничений. Для ее решения используется метод полного перебора вариантов. Мощность множества решений задачи равна

$$(\eta^* + 1)^n. \quad (3.89)$$

Перебор вариантов имеет два преимущества:

- гарантирует нахождение глобального оптимума;
- позволяет, при необходимости, решить двухкритериальную задачу:

$$((q(A), m(A)) \rightarrow \text{opt}, \quad (3.90)$$

$$\sum_{\eta=0}^{\eta^*} x_i^\eta = 1, i = \overline{1, n}, \quad (3.91)$$

а значит определить наилучшее сочетание η^* и m^* .

Пример решения задачи (3.83) – (3.85). Пусть плановый период $(0, T)$ включает четыре временных интервала Δt . И пусть исходные данные о множестве $A = \{A_i \mid i = \overline{1, n}\}$, включающем четыре заявки на развертывание ($n=4$) и последовательность (3.73), описывающая отказы, обусловленные реализованным

развертыванием релизов до начала планового периода $(0, T)$, описываются таблицей 3.41.

Таблица 3.41 – Исходные данные о прогнозируемых отказах ИТ-сервисов в интервалах планируемого периода $(0, T)$

Δt^p	Δt^1	Δt^2	Δt^3	Δt^4
m_1^p	4	3	0	2
m_2^p	5	4	1	3
m_3^p	4	2	2	1
m_4^p	1	2	1	1
$m_{-\infty}^0$	1	1	0	3
$m_{-\infty}^0 + \sum_{i=1}^4 m_i^p$	15	12	4	10

Положим, что $\eta^* = 1$, значит $m^* \in [41, (41 - 7)]$. Пусть $m^* = 36$, то есть за пределы периода $(0, T)$ допускается переместить не более пяти прогнозируемых отказов. Мощность множества решений равна $2^4 = 16$.

1. Варианты решений для первых двух заявок и не сдвигаемой последовательности приведены в таблице 3.42.

Таблица 3.42 – Оценочные решения для заявок A_1 и A_2

m_2	m_2^0	m_2^1
m_1	9 (6, 9, 4, 6) 25	10 (1, 10, 7, 4) 22
m_1^0	10 (10, 8, 1, 8)	8 (5, 8, 4, 6)

	27	23
--	----	----

В верхней строке клетки приведено значение максимального элемента последовательности отказов. Сама последовательность размещена в центре клетки, а сумма элементов последовательности – в третьей строке.

2. Варианты решений для первых трех заявок и не сдвигаемой последовательности приведены в таблице 3.43.

Таблица 3.43 – Оценочные решения для заявок A_1 , A_2 и A_3

m_3 $m_1 m_2$	m_3^0	m_3^1
$m_1^1 m_2^1$	12 (5, 12, 9, 5) 30	14 (1, 14, 9, 6) 31
$m_1^1 m_2^0$	11 (10, 11, 6, 7) 34	13 (6, 13, 6, 8) 33
$m_1^0 m_2^1$	10 (9, 10, 6, 7) 32	12 (5, 12, 6, 8) 31
$m_1^0 m_2^0$	14 (14, 10, 3, 9) 36	12 (10, 12, 3, 10) 35

3. Варианты решений для всех четырех заявок и не сдвигаемой последовательности приведены в таблице 3.44.

Таблица 3.44 – Оценочные решения для заявок A_1 , A_2 , A_3 и A_4

m_4 $m_1 m_2 m_3$	m_4^0	m_4^1
$m_1^1 m_2^1 m_3^1$	16	15

	(2, 16, 10, 7) 35	(1, 15, 11, 7) 34
$m_1^1 m_2^1 m_3^0$	<i>14</i> (6, 14, 10, 6) 36	13 (5, 13, 11, 6) 35
$m_1^1 m_2^0 m_3^1$	<i>15</i> (7, 15, 7, 9) 38	<i>14</i> (7, 14, 8, 9) 38
$m_1^1 m_2^0 m_3^0$	<i>13</i> (11, 13, 7, 8) 39	<i>12</i> (10, 12, 8, 8) 38
$m_1^0 m_2^1 m_3^1$	<i>14</i> (6, 14, 7, 9) 36	13 (5, 13, 8, 9) 35
$m_1^0 m_2^1 m_3^0$	<i>12</i> (10, 12, 7, 8) 37	<i>11</i> <i>(9, 11, 8, 8,)</i> <i>36</i>
$m_1^0 m_2^0 m_3^1$	<i>14</i> (11, 14, 4, 11) 40	<i>13</i> (10, 13, 5, 11) 39
$m_1^0 m_2^0 m_3^0$	<i>15</i> (15, 12, 4, 10) 41	<i>14</i> (14, 11, 5, 10) 40

Допустимые решения выделены курсивом. Оптимальное решение обозначено полужирным курсивом. Им является решение $m_1^0 m_2^1 m_3^0 m_4^1$, которое включает два релиза: первый $A^1 = \{m_1^0, m_3^0\}$ (первая и третья заявки, подлежащие развертыванию в момент времени t_1) и второй $A^2 = \{m_2^1, m_4^1\}$ (вторая и четвертая заявки, подлежащие развертыванию в момент времени t_2). Для опти-

мального решения $q(A)=11$, $m=36$, а последовательность количеств отказов сервисов имеет вид (9,11,8,8).

Полученные решения (таблица 3.44) со значениями критерия $q(A)$ и ограничения $m(A)$ могут быть использованы для определения решения двухкритериальной задачи (3.90) – (3.91). Если из 16 решений (q, m) таблицы 3.44 убрать доминируемые решения, останется 5 Парето решений, таблица 3.45.

Таблица 3.45 – Парето решения задачи

$m_1^0 m_2^0 m_3^0 m_4^0$	q	$\sum m_i^0$
$m_1^0 m_2^1 m_3^0 m_4^1$	11	36
$m_1^1 m_2^0 m_3^0 m_4^1$	12	38
$m_1^0 m_2^0 m_3^1 m_4^1$	13	39
$m_1^0 m_2^0 m_3^0 m_4^1$	14	40
$m_1^0 m_2^0 m_3^0 m_4^0$	15	41

ЛПР (лицо, принимающее решение) может непосредственно выбрать вариант с лучшим для него сочетанием q и m , либо задать весовые коэффициенты критериев q и m , позволяющие выполнить свертку критериев и найти единственный оптимум.

3.5 Основные результаты третьей главы

Третья глава посвящена формализациям и процедурам решения ключевых задач стадий проектирования и внедрения ИТ-сервисов: календарного планирования разработки взаимозависимых ИТ-сервисов несколькими параллель-

но работающими проектными группами, пилотного тестирования ИТ-сервисов создаваемой ERP-системы, формирования и развертывания релизов сервисов в эксплуатационной среде.

В качестве критерия эффективности задачи календарного планирования выбрано суммарное время действия проектных решений, вырабатываемых всеми проектными группами. Критерий направлен на максимально возможную синхронизацию периодов времени проектирования взаимосвязанных ИТ-сервисов различными проектными группами (то есть косвенно – на минимизацию работ по перепроектированию сервисов из-за несогласованности разработанных проектных решений). Ограничение описывает общие затраты на разработку сервисов, причем затраты на разработку отдельного сервиса описываются невозрастающей функцией времени. Задача решена методом сетевого программирования.

Задача формирования объема пилотного тестирования ERP-системы состоит в нахождении такого подмножества ИТ-сервисов из разработанных стадией проектирования к началу пилотного тестирования, которое максимизируют количество проверяемых связей между тестируемыми сервисами при ограничении на общие затраты на тестирование, на число тестируемых сервисов отдельного бизнес-процесса и на число сервисов, с которыми проверятся связи тестируемого сервиса. Разработанная процедура решения задачи основана на методе сетевого программирования.

Задача формирования и планирования развертывания релизов на основе структурных свойств ИТ-сервисов состоит в формировании совокупности релизов (из множества заявок стадии проектирования на развертывание сервисных активов в эксплуатационной ИТ-среде) и последующем построении расписания развертывания сформированных релизов. Критерием задачи является «равномерность» нагрузки на процесс управления инцидентами стадии эксплуатации, порожденной некорректным развертыванием ИТ-активов. Задача декомпозирована на три подзадачи: определение числа релизов, формирование состава релизов и построение расписания их развертывания. Вторая задача сведена к за-

даче о камнях. При решении третьей задачи использован дискретный вариант метода локальной оптимизации.

В главе также рассмотрен вариант задачи формирования и планирования развертывания релизов, который базируется на учете динамики применения эксплуатируемых ИТ-сервисов пользователями. Применение этой модели задачи возможно, если процесс управления конфигурациями ЖЦС достаточно развит, и база данных конфигураций содержит информацию о частоте использования пользователями различных сервисов в различные периоды времени. Формально задача является дискретной, нелинейной, с множеством ограничений. Для ее решения разработана схема декомпозиции, предусматривающая использование метода сетевого программирования, и разработан комплекс программ, реализующий полный перебор вариантов.

4 РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ИТ-СЕРВИСОВ

4.1 Построение унифицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов

Важнейшим критическим фактором успеха конкурентоспособности ИТ-провайдера является компетентность ИТ-персонала всех стадий жизненного цикла сервиса [253-269]. В частности, одним из факторов, определяющих длительность начальной (опытно-промышленной) эксплуатации ERP-системы, является качество подготовки пользователей к совместной работе в корпоративной информационной системе управления. На рисунке 4.1 приведены два графика зависимости количества инцидентов, возникающих по вине пользователей на начальном периоде эксплуатации, от качества обучения пользователей (А – хорошее обучение, В – неудовлетворительное) [14].



Рисунок 4.1 – Зависимость количества инцидентов, порождаемых пользователями, от времени на начальном периоде эксплуатации при хорошем и неудовлетворительном обучении

Очевидно, что длительность начальной эксплуатации и соответствующие потери от инцидентов могут быть существенно уменьшены не только за счет качественного проектирования и тестирования ERP-системы, но в значительной мере за счет повышения уровня компетенций пользователей. Рассмотрим следующую модель задачи формирования программы обучения пользователей, [270-274].

Пусть $\{ \{p_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid j = \overline{1, m} \}$ – множество программ обучения, реализуемых консалтинговой компанией, участвующей в создании ERP-системы. Здесь j – номер бизнес-процесса, i – номер программы обучения, p_{ji} – i -ая программа обучения для j -го бизнес-процесса, n_j – количество программ обучения для j -го процесса, m – количество бизнес-процессов. Обозначим через $c_{ji} = c(p_{ji})$ стоимость обучения одного пользователя по программе p_{ji} , через $q_{ji} = q(p_{ji})$ – «приращение» компетенции пользователя (которое будем оценивать в баллах) в результате обучения по программе p_{ji} , через $k_{ji} = k(p_{ji})$ – количество пользователей, которых желательно обучить по программе p_{ji} , $k_j = \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji}$. Положим также, что руководство каждого бизнес-процесса накладывает ограничение на минимальное количество k_j^* подлежащих обучению пользователей, при котором оно может приступить к начальной эксплуатации. Обозначим через s^* предельный объем средств, который может быть направлен на обучение.

Формализация задачи. Введем переменную

$$x_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_{ji} \text{ включена в программу обучения пользователей} \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$$

Рассмотрим следующую математическую модель рассматриваемой задачи:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} q_{ji} x_{ji} \rightarrow \max, \quad (4.1)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} c_{ji} x_{ji} \leq c^*, \quad (4.2)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} x_{ji} \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (4.3)$$

Решением задачи (4.1) – (4.3) является такая программа $\{ \{x_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid j = \overline{1, m} \}$ обучения пользователей, которая максимизирует суммарное «приращение» компетенций пользователей (соотношение (4.1)) при заданном ограничении c^* на предельный объем средств, выделенных на обучение (соотношение (4.2)), и которая удовлетворяет заданным руководством бизнес-процессов ограничениям на минимально необходимое количество пользователей, подлежащих обучению (m соотношений (4.3)).

Схема решения задачи. Для решения задачи (4.1) – (4.3) применим метод сетевого программирования, который предполагает последовательное решение цепочки оценочных задач, формируемой на основе структурно подобного сетевого представления критерия и первого ограничения [226,275-277]. Такое представление сводит решение задачи (4.1) – (4.3) к последовательностям задач, выполняемых на следующих двух этапах.

1. Решение методом дихотомического программирования m задач формирования программ $x_j = \{x_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\}, j = \overline{1, m}$, обучения пользователей для каждого бизнес-процесса:

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} q_{ji} x_{ji} \rightarrow \max, \quad (4.4)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} c_{ji} x_{ji} \leq c^*, \quad (4.5)$$

$$k_j = \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} x_{ji} \geq k_j^* . \quad (4.6)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q_j, c_j, k_j , используемое для определения последовательности оценочных подзадач для задач (4.4) – (4.6), дано на рисунке 4.2.

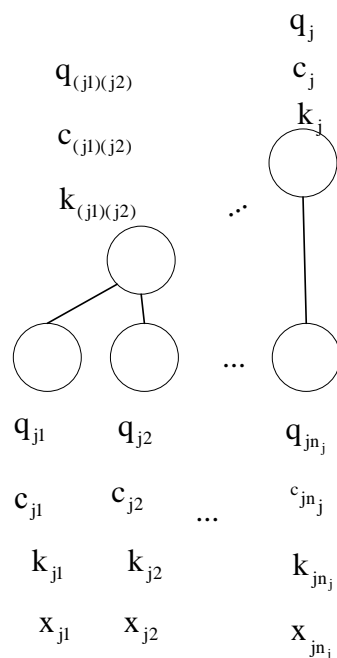


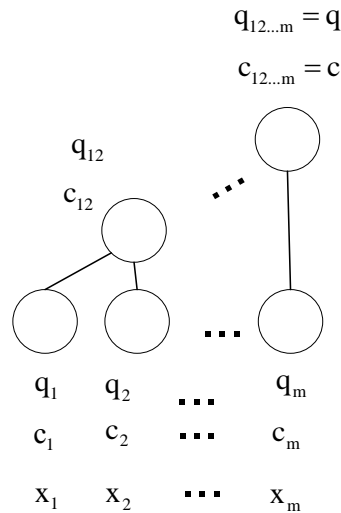
Рисунок 4.2 – Сетевое представление функций q_j, c_j, k_j

2. Решение методом дихотомического программирования задачи:

$$q = \sum_{j=1}^m q_j x_j \rightarrow \max \quad (4.7)$$

$$c = \sum_{j=1}^m c_j x_j \leq c^* . \quad (4.8)$$

Структурно-подобное сетевое представление функций q и c дано на рисунке 4.3.

Рисунок 4.3 – Сетевое представление функций q и c

Это представление сводит решение задачи (4.7) – (4.8) к последовательному решению $(m-1)$ задачи на основе m решений, полученных на этапе 1.

Пример. Рассмотрим случай с тремя бизнес-процессами ($m = 3$) и, соответственно, с тремя ($n_1 = 3$), двумя ($n_2 = 2$) и двумя ($n_3 = 2$) программами обучения для этих процессов, [313]. Исходные данные для программ обучения приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные программ обучения

p_{ji}	p_{11}	p_{12}	p_{13}	p_{21}	p_{22}	p_{31}	p_{32}
q_{ji}	4	3	5	3	4	5	3
k_{ji}	3	2	3	4	3	4	2
c_{ji}	60	64	90	54	90	90	54

Положим, что $k_1^* = 5$, $k_2^* = 3$, $k_3^* = 2$ и $c^* = 1100$. Заметим, что

$$c = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^{n_j} c_{ji} = 1532, \text{ то есть выделенных ресурсов не хватает для обучения всех}$$

пользователей по всем программам. В соответствии со схемой рисунка 4.2 решаем задачи (4.4) – (4.6) для каждого j , $j = \overline{1, 3}$.

1. Решение оценочных задач для $j = 1$ приведены в таблицах 4.2 – 4.4.

Таблица 4.2 – Оценка значений $q_{(11)(12)}$, $k_{(11)(12)}$, $c_{(11)(12)}$

$x_{11} \backslash x_{12}$	0	1
1	6 2 128	18 5 308
0	0 0 0	12 3 180

Таблица 4.3 – Оценка значений

$q_1 = q_{(11)(12)}(13)$, $k_1 = k_{(11)(12)(13)}$, $c_1 = c_{(11)(12)}(13)$

$x_{11}x_{12} \backslash x_{13}$	00	10	01	11
1	<i>15</i> <i>3</i> <i>270</i>	<i>27</i> <i>6</i> <i>450</i>	<i>21</i> <i>5</i> <i>398</i>	<i>33</i> <i>8</i> <i>578</i>
0	<i>0</i> <i>0</i> <i>0</i>	<i>12</i> <i>3</i> <i>180</i>	<i>6</i> <i>2</i> <i>128</i>	<i>18</i> <i>5</i> <i>308</i>

Решения, выделенные курсивом, недопустимы по ограничению $k_1 \geq k_1^* = 5$.

Таблица 4.4 – Допустимые решение задачи для первого процесса

$x_1 = x_{11}x_{12}x_{13}$	101	110	011	111
q_1	27	18	21	33
k_1	6	5	5	8

c_1	450	308	398	578
-------	-----	-----	-----	-----

Аналогично решаем задачу для $j = 2$, таблицы 4.5 – 4.6.

Таблица 4.5 – Оценка значений

$$q_2 = q_{(21)(22)}, k_2 = k_{(21)(22)}, c_2 = c_{(21)(22)}$$

$x_{21} \backslash x_{22}$	0	1
1	12 3 270	24 7 486
0	0 0 0	12 4 216

Решение (12,4,216) доминирует решение (12,3,270).

Таблица 4.6 – Допустимые решение задачи для второго процесса

$x_2 = x_{21}x_{22}$	10	11
q_2	12	24
k_2	4	7
c_2	216	486

Решение задачи для $j = 3$ приведено в таблицах 4.7 – 4.8.

Таблица 4.7 – Оценка значений

$$q_3 = q_{(31)(32)}, k_3 = k_{(31)(32)}, c_3 = c_{(31)(32)}$$

$x_{31} \backslash x_{32}$	0	1
1	6	26

	2	6
	108	468
0	0	20
	0	4
	0	360

Таблица 4.8 – Допустимые решение задачи для
третьего процесса

$x_3 = x_{31}x_{32}$	01	10	11
q_3	6	20	26
k_3	2	4	6
c_3	108	360	468

2. Решение задачи (4.7) – (4.8), таблицы 4.9, 4.10.

Таблица 4.9 – Оценка значений q_{12} , k_{12} , c_{12} допустимых
и не доминируемых решений

x_1	101	101	110	011	111	111
x_2	10	11	10	10	10	11
q_{12}	39	51	30	33	45	57
k_{12}	10	12	9	9	12	15
c_{12}	666	936	524	614	794	1064

Таблица 4.10 – Оценка значений $q = q_{123}$, $k = k_{123}$, $c = c_{123}$
для допустимых и не доминируемых решений

x_1	101	111	011	110	<u>101</u>	110	011	110
x_2	10	10	10	10	<u>10</u>	10	10	10
x_3	01	01	01	01	<u>10</u>	10	10	11

$q = q_{123}$	45	51	39	36	<u>59</u>	50	53	56
$k = k_{123}$	12	14	11	11	<u>14</u>	13	13	15
$c = c_{123}$	774	902	722	632	<u>1026</u>	884	974	992

Лучшее решение выделено подчеркиванием.

При необходимости полученное решение задачи, являющееся в общем случае приближенным, может быть улучшено посредством применения метода ветвей и границ, [226].

Многие задачи ресурсного планирования могут быть сформулированы в виде прямой или обратной задачи управления. Так для прямой задачи (4.1) – (4.3) формирования программы обучения пользователей обратной будет задача:

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} c_{ji} x_{ji} \rightarrow \min, \quad (4.9)$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} q_{ji} x_{ji} \geq q^*, \quad (4.10)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} x_{ji} \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (4.11)$$

в которой требуется определить такую программу обучения пользователей $\{ \{x_{ji} \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid j = \overline{1, m} \}$, которая минимизирует затраты для достижения заданного значения q^* приращения компетентности пользователей. В силу структурного подобия функций c и q она может быть решена по той же схеме, что и прямая задача.

В таблице 4.11 приведены результаты решения этой задачи для исходных данных решенной выше прямой задачи (таблица 4.1) и $q^* = 55$.

Таблица 4.11 - Допустимые и недоминируемые решения
для процессов 1, 2, 3

x_1	1 1 1	1 0 1	1 1 1	1 0 1	1 0 1	<u>1 1 0</u>
-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------------

x_2	1 1	1 1	1 0	1 0	1 0	<u>1 0</u>
x_3	1 1	1 1	1 1	1 1	1 0	<u>1 1</u>
q_{123}	83	77	71	65	59	<u>56</u>
k_{123}	21	19	18	16	14	<u>15</u>
c_{123}	1532	1404	1262	1134	1026	<u>992</u>

Лучшее решение выделено подчеркиванием.

Отметим следующую важную особенность метода сетевого программирования: при решении каждой из последовательности оценочных задач формируется подмножество решений, которые допустимы по ограничениям и не доминируются другими решениями подмножества. Подмножества решений последних оценочных задач прямой и обратной задачи, в силу отмеченной особенности, представляют собой отдельные подмножества множества Парето-решений задачи векторной оптимизации:

$$(q, c) \rightarrow \max, \quad (4.12)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} k_{ji} x_{ji} \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (4.13)$$

Каждое из этих подмножеств (а также их объединение) с разной степенью обоснованности может быть использовано для получения решения задачи векторной оптимизации.

Пусть $\{\{x_{ji} | i = \overline{1, n_j}\} | j = \overline{1, m}\}$ является объединением Парето решений прямой и обратной задачи формирования программы обучения пользователей. Для рассматриваемого нами примера это объединение представляет собой объединение решений таблиц 4.10 и 4.11. Оно представлено в таблице 4.12 и на рисунке 4.4.

Таблица 4.12 – Объединение Парето решений прямой и обратной задачи

x_1	1 1 1	1 0 1	1 1 1	1 0 1	<u>1 0 1</u>	<u>1 1 0</u>
x_2	1 1	1 1	1 0	1 0	<u>1 0</u>	<u>1 0</u>

x_3	1 1	1 1	1 1	1 1	<u>1 0</u>	<u>1 1</u>
q_{123}	83	77	71	65	<u>59</u>	<u>56</u>
k_{123}	21	19	18	16	<u>14</u>	<u>15</u>
c_{123}	1532	1404	1262	1134	<u>1026</u>	<u>992</u>

Продолжение таблицы 4.12

x_1	0 1 1	1 1 1	1 1 0	1 0 1	0 1 1	1 1 0
x_2	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
x_3	1 0	0 1	1 0	0 1	0 1	0 1
q_{123}	53	51	50	45	39	36
k_{123}	13	14	13	12	11	11
c_{123}	974	902	884	774	722	632

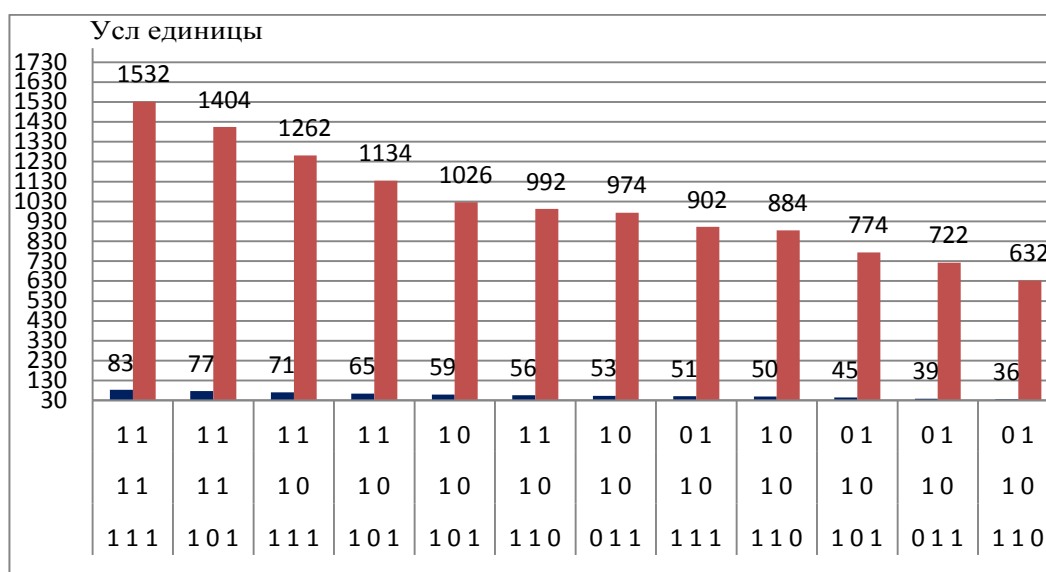


Рисунок 4.4 – Графическое представление Парето решений задачи (4.12) –(4.13) Усл единицы

Используя подмножество Парето решений, ЛПР (лицо, принимающее решение) с большим основанием может выбрать лучший вариант.

Процедуру определения лучшего решения можно упростить посредством применения механизма комплексного оценивания, [217]. В приложении к рассматриваемой задаче механизм включает операции:

1. Приведение шкал измерения локальных показателей эффективности q и c к единой дискретной балльной шкале заданного ранга R (положим $R=100$):

1.1 Определение диапазонов измерения q и c (в нашем примере: $q_{\min}=36$, $q_{\max}=83$, пусть $q \in [35,85]$; $c_{\min}=632$, $c_{\max}=1532$, пусть $c \in [630,1540]$).

1.2 Определение длин интервалов q и c , приходящихся на один балл шкалы измерения

$$\delta_q = \frac{85-35}{100} = 0,5, \quad \delta_c = \frac{1540-630}{100} = 9,1. \quad (4.14)$$

2. Вычисление значений $q^b(q)$ и $c^b(c)$ в новой шкале измерения (для $q^b(q)$ прямая шкала измерения, для $c^b(c)$ – обратная).

3. Вычисление средневзвешенных значений интегрального показателя $(q,c)^b = \alpha_q q^b + \alpha_c c^b$, описывающего эффективность решения, полученную на основе аддитивной свертки локальных показателей и их относительных весов α_q и α_c ($\alpha_q + \alpha_c = 1$).

В таблице 4.13 приведены результаты преобразования значений показателей таблицы 4.12 из естественных шкал измерения в единую 100-балльную шкалу (на месте показателя k размещен интегрированный показатель $(q,c)^b = \alpha_q q^b + \alpha_c c^b$ (где $\alpha_q = 0,34$ и $\alpha_c = 0,66$).

Таблица 4.13 – Оценка Парето решений в баллах

Номер решения	1	2	3	4	5	6
x_1	1 1 1	1 0 1	1 1 1	1 0 1	<u>1 0 1</u>	<u>1 1 0</u>
x_2	1 1	1 1	1 0	1 0	<u>1 0</u>	<u>1 0</u>
x_3	1 1	1 1	1 1	1 1	<u>1 0</u>	<u>1 1</u>
q^b_{123}	96	84	72	60	<u>48</u>	<u>42</u>
$(q,c)^b$	98,64	85,32	71	57	<u>45,36</u>	<u>40,68</u>
c^b_{123}	100	86	70	56	<u>44</u>	<u>40</u>

Продолжение таблицы 4.13

Номер решения	7	8	9	10	11	12
x_1	0 1 1	1 1 1	1 1 0	1 0 1	0 1 1	1 1 0
x_2	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0	1 0
x_3	1 0	0 1	1 0	0 1	0 1	0 1
q_{123}^b	36	32	30	20	8	2
$(q,c)^b$	37,32	30,68	28,68	17,36	9,98	1,34
c_{123}^b	38	30	28	16	11	1

На рисунке 4.5 приведена диаграмма, описывающая полученные Парето-решения в единой балльной шкале измерения ранга 100. Представляет интерес третье решение ($x_1 = 111$, $x_2 = 10$, $x_3 = 11$), которое является наиболее сбалансированным и характеризуется тем, что при расходе 70% от максимума ресурсов получаем 72% от максимума возможного результата.

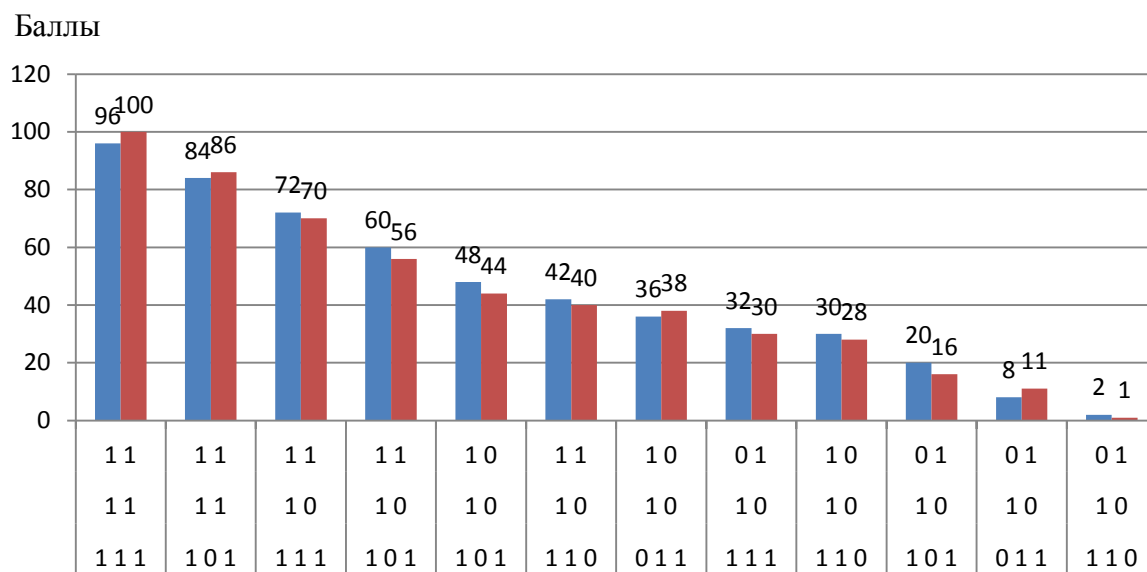


Рисунок 4.5 – Графическое представление Парето решений задачи (4.12) –(4.13) в единой балльной шкале измерения

4.2 Построение персонифицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов

Рассмотрим задачи формирования персонифицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов, которые отличаются от задач формирования унифицированных программ тем, что учитывают индивидуальные особенности (компетенции) отдельных пользователей, и результатом их применения являются программы обучения для каждого конкретного пользователя каждой функциональной группы.

В разделе 4.1 рассмотрены механизмы формирования программ унифицированного обучения пользователей ИТ-сервисов различных функциональных групп при отсутствии возможности оценить эффективность обучения конкретного пользователя по конкретной программе, когда приходится ориентироваться на усредненные оценки эффекта обучения, предоставляемые консалтинговой компанией. Рассмотрим случай, когда возможность оценить такую эффективность имеется [278-282].

Пусть $\{ \{ p_{ji} \mid i = \overline{1, n_j} \} \mid j = \overline{1, m} \}$ – множество программ обучения. Здесь j – номер бизнес-процесса, i – номер программы обучения, p_{ji} – i -ая программа обучения для j -го бизнес-процесса, n_j – количество программ обучения для j -го процесса, m – количество бизнес-процессов. Обозначим через $c_{ji} = c(p_{ji})$ – стоимость обучения одного пользователя по программе p_{ji} , через $q_{ji}^k = q_{ji}^k(p_{ji})$ – «приращение» компетенции k -го пользователя (оцениваемого в баллах) в результате обучения по программе p_{ji} . Обозначим через k_j количество пользователей j -го бизнес-процесса, через k_j^* – минимальное число пользователей j -го бизнес-процесса, которое должно быть обучено, а через c^* – предельный объем средств, которое ЛПР может направить на обучение пользователей.

Формализация задачи и схема решения. Введем дискретную переменную x_{ji}^k , которая равна 1, если k -ый пользователь j -го процесса подлежит обучению по программе p_{ji} , и равна 0 в противном случае. Тогда прямая задача оптимального управления компетенциями формализуется следующим образом:

$$q = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k \rightarrow \max, \quad (4.15)$$

$$c = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji}^k x_{ji}^k \leq c^*, \quad (4.16)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_{ji}} x_{ji}^k \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (4.17)$$

Решением задачи (4.15) – (4.17) является такое множество программ $\{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\} \mid j = \overline{1, m}\}$ обучения пользователей, которое максимизирует суммарное «приращение» компетенций q пользователей при заданном ограничении на предельный объем средств c^* , выделенных на обучение, и которое удовлетворяет заданным ограничениям на минимально необходимые количества k_j^* пользователей, подлежащих обучению.

Заметим, что мощность множества решений задачи равна $\prod_{j=1}^m 2^{n_j k_j}$. Схема

решения задачи (4.15) – (4.17) аналогична решению задачи формирования унифицированных программ обучения и включает последовательное решение следующих задач:

$$1. \text{ Определение значений } c_j^* = c^* \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji}^k \left(\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji}^k \right)^{-1}. \quad (4.18)$$

2. Решение m задач (для каждого $j = \overline{1, m}$):

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k \rightarrow \max, \quad (4.19)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji} x_{ji}^k \leq c_j^*, \quad (4.20)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_{ji}} x_{ji}^k \geq k_j^*. \quad (4.21)$$

3. Решение задачи

$$q = \sum_j^m q_j(x_j) \rightarrow \max, \quad (4.22)$$

$$c = \sum_j^m c_j(x_j) \leq c^*, \quad (4.23)$$

которое выполняется (m-1)-ой последовательной интеграцией решений m оценочных задач (4.19) – (4.21) (интеграция решений для j=1 и j=2, интеграции полученного решения с решением задачи для j=3 и т.д.).

Для решения задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями разработан единый программный комплекс, на который получено свидетельство о регистрации программ ФИПС.

4.3 Итеративная процедура решения обобщенной двойственной задачи сетевого программирования

Сложность поиска глобального оптимума задачи (4.15) – (4.17) состоит в нахождении таких c_j^* , значения которых минимизируют значение критерия, получаемого методом сетевого программирования. При любых $c_j^*, j = \overline{1, m}$, для которых имеет место $\sum_{j=1}^m c_j^* = c^*$, значение критерия дает оценку сверху для значения критерия оптимального решения исходной задачи (4.15) – (4.17). Опреде-

ление значений c_j^* часто выполняется методом множителей Лагранжа, который позволяет получить допустимые значения c_j^* (этот метод был применен при решении задачи формирования функционального объема ERP-проекта предприятия в данном исследовании), или использованием различных эвристических процедур (как, например, в задаче формирования унифицированных и персонифицированных программ обучения (соотношение (4.18)). Представляет интерес построить механизм определения таких значений $c_j^*, j = \overline{1, m}$, которые минимизируют значение критерия оптимального решения. Эта задача сформулирована Бурковой И.В. и названа обобщенной двойственной задачей (ОДЗ) сетевого программирования [226, 283]. Ей же сформулирована и доказана теорема о необходимых и достаточных условиях оптимальности ОДЗ для случая, когда целевые функции оценочных задач являются линейными. Однако не доказан факт, что оптимальное решение ОДЗ в классе линейных целевых функций оценочных задач существует.

Для проверки существования и нахождения решения ОДЗ, порождаемой задачей (4.15) – (4.17), в исследовании применено компьютерное моделирование, в основу которого положена программная реализация процедуры (4.18) – (4.23) решения задачи (4.15) – (4.17) при заданных значениях $c_j^*, j = \overline{1, m}$.

Формальная постановка обобщенной двойственной задачи имеет вид:

$$\min_{\{c_j^* | j = \overline{1, m}; \sum_{j=1}^m c_j^* = c^*\}} (\max q(x) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k) \quad (4.24)$$

$$c(x) = \sum_{j=1}^m c_j(x_j) \leq c^*, \quad c_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji} x_{ji}^k \leq c_j^*, \quad \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} x_{ji}^k \geq k_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (4.24a)$$

Итеративная процедура решения ОДЗ. Для нахождения решения ОДЗ применена следующая итеративная процедура.

1. Положим на первой итерации $c_{ij}^* = c^* \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji}^k (\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji}^k)^{-1}$. То есть бюджет распределен пропорционально тем потребностям на обучение, которые не-

обходимы для того, чтобы каждый пользователь прошел обучение по всем программам.

2. Решаем задачу (4.15) – (4.17) для полученных значений $c_{1j}^*, j = \overline{1, m}$. Пусть множество

$$\{ \{ \{ x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j} \} \mid k = \overline{1, k_j} \} \mid j = \overline{1, m} \}_1^0, \theta = \overline{1, \theta_1}, \quad (4.25)$$

описывает оптимальные решения задачи, найденные на первой итерации (θ_1 – количество решений).

3. Для выполнения второй итерации увеличим значения каждого $c_{1j}^*, j = \overline{1, m}$, на величину максимальной стоимости программы обучения пользователя соответствующего процесса j :

$$c_{2j}^* = c_{1j}^* + \max_{i=1, n_j} c_{ji}, j = \overline{1, m}. \quad (4.26)$$

Решаем задачу (4.15) – (4.17) для новых значений $c_{2j}^*, j = \overline{1, m}$. Пусть множество

$$\{ \{ \{ x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j} \} \mid k = \overline{1, k_j} \} \mid j = \overline{1, m} \}_2^0, \theta = \overline{1, \theta_2}, \quad (4.27)$$

описывает оптимальные решения задачи, найденные на второй итерации.

4. Если множества (4.25) и (4.27) не совпадают, то на второй итерации найдены новые решения с не большей верхней границей для глобального оптимума. В этом случае необходима следующая итерация с новыми значениями $c_j^*, j = \overline{1, m}$. Для ее реализации переходим к пункту 2.

При совпадении множеств (4.25) и (4.27) процедура поиска решения ОДЗ завершена, так как добавление ресурсов в объеме максимальной стоимости программ обучения пользователей не приводит к уменьшению верхней границы.

Пример. Рассмотрим случай с тремя бизнес-процессами, соответственно, с тремя, двумя и двумя программами обучения для них, а также с восемью, семью и шестью пользователями бизнес-процессов [314]. Исходная информация о стоимости обучения по соответствующим программам и об увеличении уровня компетенций в результате обучения пользователя по соответствующей программе приведена в таблице 4.14.

Таблица 4.14 – Исходные данные для задачи ОДЗ

p_{li}	p_{11}	p_{12}	p_{13}	p_{2i}	p_{21}	p_{22}	p_{3i}	p_{31}	p_{32}
q_{li}^1	4	3	5	q_{2i}^1	3	4	q_{3i}^1	5	3
q_{li}^2	5	4	3	q_{2i}^2	4	3	q_{3i}^2	3	4
q_{li}^3	3	2	4	q_{2i}^3	2	4	q_{3i}^3	2	2
q_{li}^4	4	3	2	q_{2i}^4	3	5	q_{3i}^4	4	4
q_{li}^5	3	3	5	q_{2i}^5	2	4	q_{3i}^5	5	2
q_{li}^6	5	4	3	q_{2i}^6	3	3	q_{3i}^6	4	3
q_{li}^7	4	2	4	q_{2i}^7	4	5	-	-	-
q_{li}^8	4	3	2	-	-	-	-	-	-
c_{li}^*	60	64	90	c_{2i}	54	90	c_{3i}	90	54

Положим, что $k_1 \geq 5$, $k_2 \geq 3$, $k_3 \geq 2$.

Мощность множества всех решений задачи для этих исходных данных составляет $(2^3)^8(2^2)^7(2^2)^6 = 2^{50}$.

1. Выполнив вычисления в соответствии с (4.24), получим:

$$\begin{aligned}
 c_{11}^* &= \frac{1712}{3584} 1100 \approx 528, \\
 c_{12}^* &= \frac{1008}{3584} 1100 \approx 308, \\
 c_{13}^* &= \frac{864}{3584} 1100 \approx 264.
 \end{aligned} \tag{4.28}$$

Решаем задачи (4.19) – (4.21) и (4.22) – (4.23) для полученных значений (4.28). Получаем единственное решение ($\theta_1=1$), таблица 4.15.

Таблица 4.15 – Оптимальное решение задачи на первой итерации

k	x_{li}^k	x_{2i}^k	x_{3i}^k	q (q_1, q_2, q_3)	k (k_1, k_2, k_3)	c (c_1, c_2, c_3)
-----	------------	------------	------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

1	101	10	11	70 (35, 19, 16)	13 (6, 4, 3)	1072 (514, 306, 252)
2	110	10	01			
3	000	00	00			
4	100	11	01			
5	000	00	00			
6	100	00	00			
7	100	10				
8	100					

2. Значения $c_{2j}^*, j = \overline{1, m}$, для второй итерации определяем в соответствии с формулами (4.26):

$$\begin{aligned}
 c_{21}^* &= 528 + 90 = 618, \\
 c_{22}^* &= 308 + 90 = 398, \\
 c_{23}^* &= 264 + 90 = 354.
 \end{aligned}
 \tag{4.29}$$

Решаем задачи (4.19) – (4.21) и (4.22) – (4.23) для значений $c_{2j}^*, j = \overline{1, m}$.

Получаем пять оптимальных решений ($\theta_2 = 5$), таблица 4.16.

Таблица 4.16 – Оптимальные решения задачи на второй итерации

Номер решения	1	2	3	4	5
x_{li}^1	101	101	101	101	100
x_{li}^2	110	110	110	110	110
x_{li}^3	000	000	000	000	000
x_{li}^4	100	100	100	100	100
x_{li}^5	000	000	000	000	000
x_{li}^6	110	110	110	110	110
x_{li}^7	100	100	100	100	100
x_{li}^8	100	100	100	100	100
x_{2i}^1	10	10	10	10	10
x_{2i}^2	10	10	10	10	10

x_{2i}^3	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	11	11	10	10	10
x_{2i}^5	00	00	00	00	00
x_{2i}^6	10	00	10	00	10
x_{2i}^7	10	10	10	10	10
x_{3i}^1	01	01	11	11	11
x_{3i}^2	01	01	01	01	01
x_{3i}^3	00	00	00	00	00
x_{3i}^4	01	01	01	01	01
x_{3i}^5	00	00	00	00	10
x_{3i}^6	00	01	00	01	00
q	72	72	72	72	72
k	14	14	14	14	15
c	1100	1100	1100	1100	1100

Множества решений на первой и второй итерациях не совпадают.

3. На третьей итерации положим:

$$c_{31}^* = 618 + 64 = 682,$$

$$c_{32}^* = 398 + 54 = 452, \quad (4.30)$$

$$c_{33}^* = 354 + 54 = 408.$$

Решаем задачи (4.19) – (4.21) и (4.22) – (4.23) для значений $c_{3j}^*, j = \overline{1, m}$. Получаем шесть оптимальных решений ($\theta_3=6$), таблица 4.17.

Таблица 4.17 – Оптимальные решения задачи на третьей итерации

Номер решения	1	2	3	4	5	6
x_{li}^1	101	101	101	101	100	100
x_{li}^2	110	110	110	110	110	110
x_{li}^3	000	000	000	000	000	000
x_{li}^4	100	100	100	100	100	100
x_{li}^5	001	001	000	000	000	000

x_{li}^6	110	110	110	110	110	110
x_{li}^7	100	100	100	100	100	100
x_{li}^8	100	100	100	100	100	100
x_{2i}^1	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^2	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^3	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^5	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^6	10	00	10	00	10	00
x_{2i}^7	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^1	01	01	11	11	11	11
x_{3i}^2	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^3	00	00	00	00	00	00
x_{3i}^4	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^5	00	00	00	00	10	10
x_{3i}^6	00	01	00	01	00	01
q	72	72	72	72	72	72
k	15	15	14	14	15	15
c	1100	1100	1100	1100	1100	1100

Множества решений, полученных на второй и третьей итерации, не совпадают.

4. Положим далее

$$c_{41}^* = 682 + 90 = 772,$$

$$c_{42}^* = 452 + 90 = 542, \quad (4.31)$$

$$c_{43}^* = 408 + 90 = 498.$$

Решаем задачи (4.19) – (4.21) и (4.22) – (4.23) для значений $c_{4j}^*, j = \overline{1, m}$.

Получаем шесть оптимальных решений ($\theta_4 = 6$), таблица 4.18.

Таблица 4.18 – Оптимальные решения задачи на четвертой итерации

Номер решения	1	2	3	4	5	6
---------------	---	---	---	---	---	---

x_{li}^1	101	101	101	101	100	100
x_{li}^2	110	110	110	110	110	110
x_{li}^3	000	000	000	000	000	000
x_{li}^4	100	100	100	100	100	100
x_{li}^5	001	001	000	000	000	000
x_{li}^6	110	110	110	110	110	110
x_{li}^7	100	100	100	100	100	100
x_{li}^8	100	100	100	100	100	100
x_{2i}^1	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^2	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^3	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^5	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^6	10	00	10	00	10	00
x_{2i}^7	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^1	01	01	11	11	11	11
x_{3i}^2	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^3	00	00	00	00	00	00
x_{3i}^4	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^5	00	00	00	00	10	10
x_{3i}^6	00	01	00	01	00	01
q	72	72	72	72	72	72
k	15	15	14	14	15	15
c	1100	1100	1100	1100	1100	1100

Множества решений, полученных на третьей и четвертой итерациях, полностью совпадают. Они определяют совокупность оптимальных решений ОДЗ. Оптимальные решения ОДЗ (совокупности значений $c_j^*, j = \overline{1, m}$) доставляющих минимум верхней границе, приведены в таблице 4.19.

Таблица 4.19 – Множество решений обобщенной двойственной задачи

Номер	1	2	3	4	5	6
-------	---	---	---	---	---	---

решения						
c	1100	1100	1100	1100	1100	1100
c ₁	668	668	578	578	488	488
c ₂	270	216	270	216	270	216
c ₃	162	216	252	306	342	366

Все полученные решения ОДЗ обеспечивают достижение одинаковых значений критерия эффективности в 72 балла с количеством обучаемых 15 или 14 человек из 21.

Для решения рассмотренной ОДЗ разработан комплекс программ, на который получено свидетельство о регистрации программ ФИПС.

Разработанный программный комплекс решения обобщенной двойственной задачи сетевого программирования применяется в учебном процессе СибГИУ с 2019 года на практических занятиях и при выполнении курсовых работ с применением компьютерного моделирования для экспериментальной проверки эффективности разработанного механизма поиска решения ОДЗ и проведения исследований зависимости решений ОДЗ при изменении исходных данных по направлению подготовки:

- 09.04.02 Информационные системы и технологии (дисциплины «Интеллектуальные информационные системы», «Методы дискретной оптимизации», «Разработка и реализация проектов»).

Обучение прошли 25 магистрантов, 6 из них выполнили курсовые работы по рассматриваемой теме.

4.4 Основные результаты четвертой главы

В четвертой главе исследуются задачи, решаемые на всех стадия ЖЦС и связанные с оптимизацией показателей одного из важнейших критических факторов успеха – компетенций ИТ-персонала. Рассмотрены скалярные и векторные оптимизационные модели унифицированного и персонифицированного управления компетенциями на примере обучения пользователей ИТ-сервисов, а также поставлена и решена обобщенная двойственная задача, порождаемая прямой задачей персонифицированного управления компетенциями.

Задача унифицированного управления компетенциями состоит в формировании таких подмножеств программ обучения (из заданных множеств) различных групп пользователей, которые максимизируют суммарный прирост компетенций и удовлетворяют ограничению на суммарные затраты на обучение. Формализованы прямая, обратная и двухкритериальная постановки задачи. Первая и вторая задачи решены с применением метода сетевого программирования. Решение двухкритериальной задачи найдено путем определения оптимума на объединении Парето решений прямой и обратной задачи.

Задача персонифицированного управления компетенциями состоит в формировании таких подмножеств программ обучения (из заданных множеств) каждого пользователя каждой группы, которые максимизируют суммарный прирост компетенций и удовлетворяют ограничению на суммарные затраты на обучение. Сформулированы и формализованы прямая и обратная модели задачи. Обе задачи решены методом сетевого программирования.

В последнем разделе главы исследуется обобщенная двойственная задача сетевого программирования, порождаемая прямой задачей персонифицированного управления компетенциями. Обобщенная двойственная задача (ОДЗ) формулируется как задача поиска минимума верхней границы (максимума нижней границы) для оптимума, получаемого при решении дискретных линейных и нелинейных задач методом сетевого программирования. Необходимость в решении ОДЗ возникает, в частности, когда для выполнения условий применимости метода, правая часть ограничения разбивается на несколько неизвестных слагаемых. ОДЗ состоит в нахождении такого разбиения, которое обеспечивает

достижение соответствующего минимума (максимума). В работе выполнена формализация рассматриваемой ОДЗ, разработана и программно реализована итеративная процедура поиска оптимального решения обобщенной двойственной задачи, приведен пример ее решения.

5 ИГРОВЫЕ ПОСТАНОВКИ, РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЯМИ И СТИМУЛИРОВАНИЕМ ПЕРСОНАЛА

5.1 Игровая задача управления компетенциями с делегированием игрокам полномочий по формированию стратегий

Оптимизационный подход к решению задач опирается на положение, которое утверждает, что лица, интересы которых затрагивает решаемая задача (в нашем случае это центр, распоряжающийся средствами на обучение и руководители бизнес-процессов, которых далее будем называть агентами), достигли соглашения о полном совпадении интересов. Совпадение, в конечном счете, выражается в единой для всех участников математической постановке задачи (то есть в принятии: единой для всех целевой функции, ограничений задачи и в принятии всеми участниками результатов решения задачи). В общем случае предположение о совпадении интересов неверно. Когда совпадения предпочтений невозможно достичь, решаемую задачу следует рассматривать как теоретико-игровую, в которой центр и каждый агент преследуют собственные несовпадающие, но и не противоположные цели. При игровой постановке задачи понятие оптимального решения теряет смысл [284-293].

Концепции решения игры, в соответствии с [292,293], включают, в частности, определение аксиом о рациональном поведении игроков, построение механизма нахождения решения игры, разработку алгоритма вычисления решения. При этом решение игры является результатом некоторого компромисса, устраивающего всех игроков.

Рассмотрим теоретико-игровую постановку и соответствующий механизм определения решения игры для задачи формирования программ обучения пользователей ИТ-сервисов [294-295]. Будем считать, что интересам агентов (руководителей бизнес-процессов $j, j = \overline{1, m}$), обуславливающих рациональность их поведения, по-прежнему соответствуют рассмотренные в предыдущем разделе постановки задач (*аксиома 1*):

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k \rightarrow \max, \quad (5.1)$$

$$c_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji}^k x_{ji}^k \leq c_j^*, \quad (5.2)$$

$$\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_{ji}} x_{ji}^k \geq k_j^*. \quad (5.3)$$

Интересы центра не противоречат интересам агентов (он также заинтересован в максимально эффективном использовании агентами выделенных им ресурсов), но его задача состоит в таком распределении бюджета c^* между агентами, которое обеспечивает «одинаковую» (в некотором смысле) степень подготовленности пользователей, реализующих различные бизнес-процессы.

Определим величины q_j^{\max} , c_j^{\max} и $q_j^{\text{уд}}$ следующим образом:

$$q_j^{\max} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k, \quad (5.4)$$

$$c_j^{\max} = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji}^k, \quad (5.5)$$

$$q_j^{\text{уд}} = \frac{q_j^{\max}}{c_j^{\max}}. \quad (5.6)$$

Содержательно q_j^{\max} и c_j^{\max} описывают, соответственно, максимально возможный прирост компетенций пользователей j -го процесса и требующиеся для этого ресурсы, что соответствует случаю, когда каждый пользователь проходит обучение по всем программам соответствующего бизнес-процесса. Вели-

чины $q_j^{yd}, j = \overline{1, m}$, описывают «удельные» эффективности (эффективности, приходящиеся на единицу затрат) использования ресурсов агентами.

Положим, что, с точки зрения центра, совокупность значений удельных эффективностей (5.6) соответствует «равноценной» подготовке агентов (аксиома 2). Тогда в качестве критерия задачи, решаемой центром, можно выбрать показатель

$$\Delta q^{yd} = \sum_{j=1}^m |q_j^{yd} - \frac{q_j(x_j)}{c_j(x_j)}|, \quad (5.7)$$

где $(q_j(x_j), c_j(x_j)), j = \overline{1, m}$, – показатели оптимальных решений соответствующих задач (5.1) – (5.3).

Теперь задачу центра можно формализовать следующим образом:

$$\Delta q(x) = \sum_{j=1}^m \left| \frac{q_j(x_j)}{c_j^*} - \frac{q_j^{max}}{c_j^{max}} \right| \rightarrow \min_{\{c_j^* | j=1, m; \sum_{j=1}^m c_j^* = c^*\}}, \quad (5.8)$$

задачи агентов будут:

$$q_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}^k x_{ji}^k \rightarrow \max, \quad c_j = \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} c_{ji} x_{ji}^k \leq c_j^*, \quad j = \overline{1, m}. \quad (5.9)$$

Механизм поиска решения игры. Решение игры построим в соответствии со следующей итеративной процедурой:

1. Центр распределяет ресурсы в соответствии с правилом:

$$c_{1j}^* = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{k_j} q_{ji}} c^*. \quad (5.10)$$

Распределение (5.10) согласуется с аксиомой 2, так как ресурсы агентам выделяются пропорционально тем потребностям на обучение, которые необходимы для того, чтобы каждый пользователь прошел обучение по всем программам.

2. Каждый агент, в соответствии с аксиомой 1, решает свою задачу (5.1) – (5.2) (в том числе с использованием метода сетевого программирования), ис-

ходя из выделенных ему ресурсов $c_{ij}^*, j = \overline{1, m}$, соотношение (5.10). Пусть множества

$$\{ \{ \{ x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j} \} \mid k = \overline{1, k_j} \}^\theta \mid \theta = \overline{1, \theta_j} \}_{c_{ij}^*}, j = \overline{1, m}, \quad (5.11)$$

описывают рациональные стратегии, сформированные агентами (θ_j – количество стратегий у j -го агента).

3. Центр, используя полученные агентами решения (5.11), решает (простым перебором) задачу:

$$q = \sum_{j=1}^m \left| \frac{q_j}{c_j^*} - \frac{q_j^{\max}}{c_j^{\max}} \right| \rightarrow \min_{\prod_{j=1}^m \{ \{ \{ x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j} \} \mid k = \overline{1, k_j} \}^\theta \mid \theta = \overline{1, \theta_j} \}_{c_{ij}^*}}, \quad (5.12)$$

$$c^* = \sum_{j=1}^m c_j^*. \quad (5.13)$$

Если значение критерия (5.12) для полученного оптимального решения его удовлетворяет, то итерационная процедура завершается. В противном случае центр увеличивает в (5.10) значение c^* (увеличивая тем самым множество допустимых решений для агентов), и организует новую итерацию (переход к пункту 1).

За несколько итераций процедура завершается (ограничения (5.5)), и центр объявляет о найденном решении игры. В рассмотренной модели каждый агент самостоятельно:

- определяет способ решения задачи (5.1) – (5.3);
- принимает решение о рациональных стратегиях (5.11).

Для определения оптимальных стратегий центра и агентов программно реализована изложенная итеративная процедура согласования их интересов. На основе разработанного ПО выполнено компьютерное моделирование рассматриваемой игровой задачи управления компетенциями [315]. В таблице 5.1 приведены результаты этого моделирования. Проведена имитация 10 игр с двумя уровнями базовых компетенций пользователей (высоким – В и низким – Н) и двумя уровнями величины бюджета на обучение (в 1100 и 1380 единиц, что

соответствует 50% и 66% максимального значения бюджета). Всего потребовалось реализовать 34 итерации, на каждой из которых формировалось решение путем выбора из 2^{50} альтернатив.

Таблица 5.1 – Результаты компьютерного моделирования

Тип игры	ВВВ	ВВН	ВНВ	ВНН	ННН	ВВВ	ВВН	ВНВ	ВНН	ННН
c^*	1100	1380	1100	1380	1100	1380	1100	1380	1100	1380
Δq_3	0,0492	0,0377	0,0423	0,0324	0,0354	0,0280	0,0375	0,0328	0,0479	0,0379
$q_3^{\text{опт}}$	72	86	84	95	78	99	91	106	106	102
c_{13}	544	676	433	676	433	631	383	676	518	655
c_{23}	265	335	230	335	250	390	365	355	295	365
c_{33}	237	301	380	299	380	348	301	301	252	301
$\sum c_{j3}$	1046	1312	1043	1310	1063	1369	1049	1332	1065	1321
$n_{\text{итер}}$	3	3	3	2	3	4	3	5	3	5
$\Delta q^{\text{опт}}$	0,0401	0,0316	0,0356	0,0296	0,0301	0,0193	0,0232	0,0168	0,0421	0,0323
$q^{\text{опт}}$	74	88	88	103	84	100	97	112	108	131
$c_1^{\text{опт}}$	396	631	359	581	259	433	296	359	444	581
$c_2^{\text{опт}}$	300	335	300	300	445	560	435	525	275	400
$c_3^{\text{опт}}$	595	395	427	474	395	380	269	474	380	395
$\sum c_j^{\text{опт}}$	1091	1361	1086	1355	1099	1373	1096	1358	1099	1376
Q	18,5	16,2	15,8	8,6	14,9	31,1	38,1	48,8	12,1	14,8

Здесь $Q = 100 * (\Delta q_3 - \Delta q_3^{\text{опт}}) / \Delta q_3$.

Сравнение эффективностей Δq_3 решений, полученных на основе эвристической процедуры распределения ресурсов, и эффективностей $\Delta q^{\text{опт}}$ решений, найденных с использованием предложенной итерационной процедуры распределения ресурсов, показывает, что последняя улучшает значение показателя эффективности на 8,6 – 48,8% (в среднем на 21,9%), рисунок 5.1.

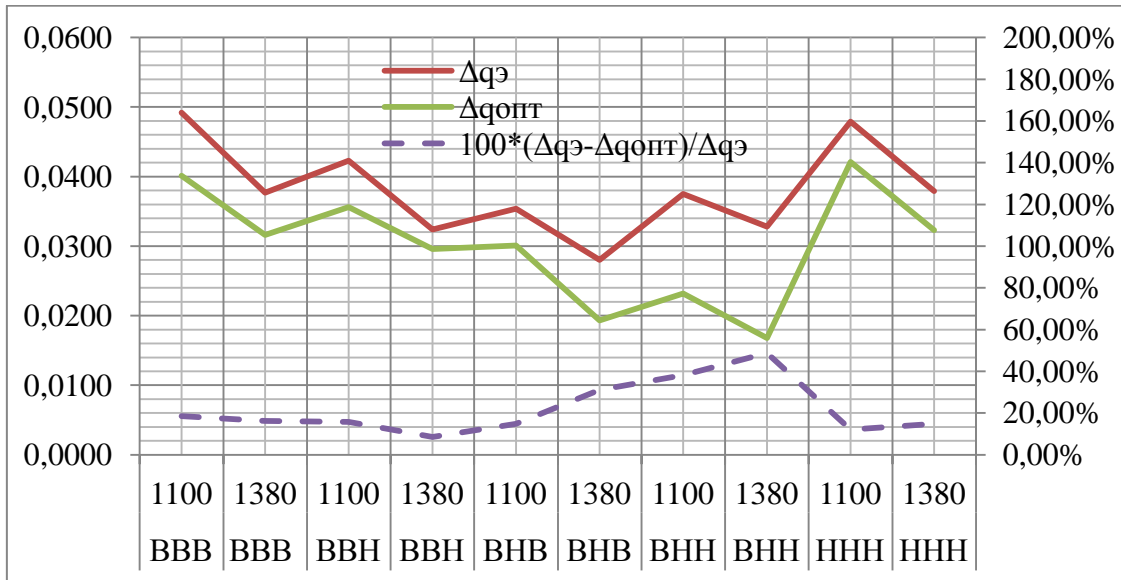


Рисунок 5.1 – Сравнение эффективностей эвристической и итерационной процедур

Во всех случаях улучшается суммарный показатель $q^{\text{опт}}$ компетенций и размер $\sum c_j^{\text{опт}}$ использованных ресурсов.

В таблицах 5.2 – 5.11 приведены исходные данные и решения для всех итераций варианта игры BBV при бюджете на обучение $s^* = 1100$ (~ 50% от максимума, равного 2090) и эвристической процедуре (5.10) распределения ресурсов. Заметим, что одна итерация игры предполагает выбор решения из 2^{50} альтернатив. Итоговые результаты игры приведены во втором столбце таблицы 5.1.

Таблица 5.2 – Исходные данные
для $j=1$

p_{li}	p_{11}	p_{12}	p_{13}
q_{li}^1	2	3	3
q_{li}^2	1	2	2
q_{li}^3	2	2	3
q_{li}^4	3	2	2
q_{li}^5	3	2	3
q_{li}^6	3	2	2
q_{li}^7	1	2	3
q_{li}^8	2	3	2

Таблица 5.3 – Исходные данные
для $j=2$

p_{2i}	p_{21}	p_{22}
q_{2i}^1	3	2
q_{2i}^2	3	3
q_{2i}^3	1	2
q_{2i}^4	3	1
q_{2i}^5	2	3
q_{2i}^6	3	1
q_{2i}^7	2	1
c_{2i}	35	45

c_{1i}	45	37	50
c_1^*	k_1^*	n_1	k_1
555	5	3	8

c_2^*	k_2^*	n_2	k_2
294	3	2	7

Таблица 5.4 – Исходные данные
для $j=3$

p_{3i}	p_{31}	p_{32}
q_{3i}^1	2	3
q_{3i}^2	3	1
q_{3i}^3	2	2
q_{3i}^4	4	2
q_{3i}^5	1	2
q_{3i}^6	3	3
c_{3i}	47	32

c_3^*	k_3^*	n_3	k_3
251	2	2	6

Для приведенных исходных данных $q_1^{уд} = \frac{q_1^{\max}}{c_1^{\max}} = 0,05208$,

$q_2^{уд} = \frac{q_2^{\max}}{c_2^{\max}} = 0,05357$, $q_3^{уд} = \frac{q_3^{\max}}{c_3^{\max}} = 0,05907$. В таблице 5.5 приведены различные

варианты решения игры при эвристическом распределении ресурсов (5.10).

Таблица 5.5 – Решение игры для эвристического распределения ресурсов

Номер решения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{1i}^1	011	011	011	011	011	011	011	011	011
x_{1i}^2	010	010	010	010	010	010	010	010	010
x_{1i}^3	011	011	011	011	011	011	011	011	011
x_{1i}^4	110	110	110	110	110	110	110	110	110
x_{1i}^5	111	111	101	111	111	101	111	111	101
x_{1i}^{16}	110	110	100	110	100	100	110	100	100

x_{1i}^7	000	000	001	000	000	001	000	000	001
x_{1i}^8	010	010	010	010	010	010	010	010	010
x_{2i}^1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^2	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^3	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^5	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^6	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^7	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{3i}^1	01	01	01	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^3	01	01	01	00	01	01	01	01	00
x_{3i}^4	10	11	10	10	10	11	10	11	10
x_{3i}^5	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{3i}^6	11	01	11	11	11	01	01	01	11
q	72	71	71	70	70	70	69	69	69
k	17	17	18	16	17	18	17	17	17
c	1046	1031	1022	1014	1009	1007	999	994	990
q_1^r	34	34	33	34	32	33	34	32	33
q_2^r	20	20	20	20	20	20	20	20	20
q_3^r	18	17	18	16	18	17	15	17	16
c_1^r	544	544	520	544	507	520	544	507	520
c_2^r	265	265	265	265	265	265	265	265	265
c_3^r	237	222	237	205	237	222	190	222	205
Δq_1^r	0,0104	0,0104	0,0114	0,0104	0,0110	0,0114	0,0104	0,0110	0,0114
Δq_2^r	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219	0,0219
Δq_3^r	0,0169	0,0175	0,0169	0,0190	0,0169	0,0175	0,0199	0,0175	0,0190
Δq	0,0492	0,0498	0,0502	0,0513	0,0498	0,0508	0,0522	0,0504	0,0523
min					0,0492				

Таблица 5.6 – Распределение ресурсов для 1-ой итерации

c_1^*	k_1^*	n_1	k_1	c_2^*	k_2^*	n_2	k_2	c_3^*	k_3^*	n_3	k_3
655	5	3	8	384	3	2	7	335	2	2	6

Таблица 5.7 – Решение игры, полученное на первой итерации

Номер решения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{1i}^1	011	011	011	011	011	011	011	011	011
x_{1i}^2	010	010	010	010	010	010	010	010	010
x_{1i}^3	011	011	011	011	011	011	011	011	011
x_{1i}^4	110	110	110	110	100	110	110	110	110
x_{1i}^5	111	111	111	101	101	111	111	111	111
x_{1i}^{16}	110	110	100	100	100	110	110	110	100
x_{1i}^7	001	000	001	001	001	010	001	000	001
x_{1i}^8	010	010	010	010	010	010	010	010	010
x_{2i}^1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^2	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^3	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^5	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^6	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^7	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^1	01	01	01	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^2	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^3	00	01	01	01	01	00	01	01	01
x_{3i}^4	10	11	10	11	11	10	10	10	11
x_{3i}^5	00	01	00	00	01	00	00	00	00
x_{3i}^6	11	01	11	11	11	11	01	11	01
q	75	75	75	75	75	74	74	74	74
k	18	19	19	19	20	18	19	18	19
c	1099	1098	1094	1089	1084	1086	1084	1081	1079
q_1^r	37	34	35	33	31	36	37	34	35
q_2^r	22	22	22	22	22	22	22	22	22
q_3^r	16	19	18	20	22	16	15	18	17

c_1^r	594	544	557	520	483	581	594	544	557
c_2^r	300	300	300	300	300	300	300	300	300
c_3^r	205	254	237	269	301	205	190	237	222
Δq_1^r	0,0102	0,0104	0,0108	0,0114	0,0121	0,0099	0,0102	0,0104	0,0108
Δq_2^r	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198
Δq_3^r	0,0190	0,0157	0,0169	0,0153	0,0140	0,0190	0,0199	0,0169	0,0175
Δq	0,0489	0,0459	0,0474	0,0464	0,0459	0,0486	0,0498	0,0471	0,0480
min					0,0459				

Таблица 5.8 – Распределение ресурсов для второй итерации

c_1^*	k_1^*	n_1	k_1	c_2^*	k_2^*	n_2	k_2	c_3^*	k_3^*	n_3	k_3
710	5	3	8	464	3	2	7	415	2	2	6

Таблица 5.9 – Решение игры, полученное на второй итерации

Номер решения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{1i}^1	011	011	011	011	011	011	011	011	011
x_{1i}^2	010	010	010	010	010	010	010	000	010
x_{1i}^3	011	011	011	001	011	011	001	001	011
x_{1i}^4	110	110	110	100	110	100	100	100	110
x_{1i}^5	111	111	111	101	101	101	101	101	111
x_{1i}^{16}	110	110	100	100	100	100	100	100	110
x_{1i}^7	001	000	001	001	001	001	000	001	010
x_{1i}^8	010	010	010	010	010	010	010	010	010
x_{2i}^1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^2	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^3	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^5	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^6	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^7	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^1	01	01	01	11	01	01	11	11	01
x_{3i}^2	10	10	10	10	10	10	10	11	10
x_{3i}^3	00	01	01	01	01	01	11	01	00

x_{3i}^4	10	11	10	11	11	11	11	11	10
x_{3i}^5	00	01	00	01	00	01	01	01	00
x_{3i}^6	11	01	11	11	11	11	11	11	11
q	75	75	75	75	75	75	74	74	74
k	18	19	19	20	19	20	19	19	18
c	1099	1098	1094	1094	1089	1084	1091	1089	1086
q_1^r	37	34	35	29	33	31	26	27	36
q_2^r	22	22	22	22	22	22	22	22	22
q_3^r	16	19	18	24	20	22	26	25	16
c_1^r	594	544	557	446	520	483	396	409	581
c_2^r	300	300	300	300	300	300	300	300	300
c_3^r	205	254	237	348	269	301	395	380	205
Δq_1^r	0,0102	0,0104	0,0108	0,0129	0,0114	0,0121	0,0136	0,0139	0,0099
Δq_2^r	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198
Δq_3^r	0,0190	0,0157	0,0169	0,0099	0,0153	0,0140	0,0068	0,0067	0,0190
Δq	0,0489	0,0459	0,0474	0,0426	0,0464	0,0459	0,0401	0,0404	0,0486
min							0,0401		

Таблица 5.10 – Распределение ресурсов для третьей итерации

c_1^*	k_1^*	n_1	k_1	c_2^*	k_2^*	n_2	k_2	c_3^*	k_3^*	n_3	k_3
800	5	3	8	510	3	2	7	465	2	2	6

Таблица 5.11 – Решение игры, полученное на третьей итерации

Номер решения	1	2	3	4	5	6	7	8	9
x_{1i}^1	011	011	011	011	011	011	011	011	011
x_{1i}^2	010	010	010	010	010	010	010	000	010
x_{1i}^3	011	011	011	001	011	011	001	001	011
x_{1i}^4	110	110	110	100	110	100	100	100	110
x_{1i}^5	111	111	111	101	101	101	101	101	111
x_{1i}^{16}	110	110	100	100	100	100	100	100	110
x_{1i}^7	001	000	001	001	001	001	000	001	010
x_{1i}^8	010	010	010	010	010	010	010	010	010
x_{2i}^1	10	10	10	10	10	10	10	10	10

x_{2i}^2	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^3	00	00	00	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^5	11	11	11	11	11	11	11	11	11
x_{2i}^6	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^7	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^1	01	01	01	11	01	01	11	11	01
x_{3i}^2	10	10	10	10	10	10	10	11	10
x_{3i}^3	00	01	01	01	01	01	11	01	00
x_{3i}^4	10	11	10	11	11	11	11	11	10
x_{3i}^5	00	01	00	01	00	01	01	01	00
x_{3i}^6	11	01	11	11	11	11	11	11	11
q	75	75	75	75	75	75	74	74	74
k	18	19	19	20	19	20	19	19	18
c	1099	1098	1094	1094	1089	1084	1091	1089	1086
q_1^r	37	34	35	29	33	31	26	27	36
q_2^r	22	22	22	22	22	22	22	22	22
q_3^r	16	19	18	24	20	22	26	25	16
c_1^r	594	544	557	446	520	483	396	409	581
c_2^r	300	300	300	300	300	300	300	300	300
c_3^r	205	254	237	348	269	301	395	380	205
Δq_1^r	0,0102	0,0104	0,0108	0,0129	0,0114	0,0121	0,0136	0,0139	0,0099
Δq_2^r	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198	0,0198
Δq_3^r	0,0190	0,0157	0,0169	0,0099	0,0153	0,0140	0,0068	0,0067	0,0190
Δq	0,0489	0,0459	0,0474	0,0426	0,0464	0,0459	0,0401	0,0404	0,0486
min							0,0401		

Разработанный программный комплекс решения игровой задачи управления компетенциями, на который получено свидетельство ФИПС, применяется в учебном процессе СибГИУ с 2018 года на практических занятиях и при выполнении курсовых работ при организации и проведении деловых игр с целью экспериментальной проверки эффективности разработанных механизмов и приобретения навыков их применения, а также для проведения исследований зависи-

мости стратегий игроков от начального уровня компетенций персонала и от размера бюджета на обучение по следующим направлениям подготовки очного и заочного обучения:

- 09.03.02 Информационные системы и технологии (дисциплины «Проектная деятельность - 2,3,4», «Управление жизненным циклом ИТ-сервисов», «Корпоративные информационные системы», «Теория информационных процессов и систем»);

- 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (дисциплины «Управление жизненным циклом систем автоматизации», «Системы автоматизированного управления предприятием»);

Обучение прошли 237 бакалавров, 12 из них выполнили курсовые работы по рассматриваемой теме, 2 – защитили выпускные квалификационные работы.

5.2 Игровая задача управления компетенциями на основе базовых решений центра

Рассмотрим игровую задачу управления компетенциями, опирающуюся на результат решения ОДЗ, порождаемой исходной задачей (4.15) – (4.17) [226, 283]. Под базовыми будем понимать решения исходной задачи, соответствующие оптимальным решениям ее ОДЗ. Эти решения отвечают наилучшему использованию ресурсов для максимально возможного увеличения компетенций. Однако при игровой постановке задачи (при несовпадении интересов игроков) эти решения не учитывают целевые предпочтения центра и агентов.

Пусть множество:

$$\{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\} \mid j = \overline{1, m}\}^\theta, \theta = \overline{1, \theta^b} \quad (5.14)$$

описывает совокупность θ^b решений исходной задачи, соответствующих решениям ее ОДЗ. Эти решения будем называть базовым множеством. Решения (5.14) эффективны по критерию $q = \sum_{j=1}^m q_j(x_j)$.

Примем следующую аксиому 3: центр и агенты могут найти решение игры, модифицируя решения базового множества (5.14), или синтезируя на их основе новые решения. Заметим, что каждое из базовых решений имеет различную ценность для агентов, так, как каждый из них оценивает его по соответствующему фрагменту решения $(q_j, c_j, \{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\})$, $j = \overline{1, m}$. Положим, что центр (как и в предыдущей задаче) оценивает эффективность базового решения по критерию

$$\Delta q^{уд} = \sum_{j=1}^m \left| q_j^{уд} - \frac{q_j(x_j)}{c_j(x_j)} \right|. \quad (5.15)$$

Процедура поиска решения игры. Решение игры построим в соответствии со следующей процедурой.

1. Центр:

1.1 решает задачу ОДЗ, порождаемую исходной задачей персонифицированного управления компетенциями (4.15) – (4.17), формируя множество (5.14) базовых решений;

1.2 вычисляет для каждого базового решения значение критерия (5.15) и сообщает агентам перечень базовых решений и свои оценки эффективности решений.

2. Агенты:

2.1 корректируют (если сочтут целесообразным) «свои» фрагменты $\{\{x_{ji}^k \mid i = \overline{1, n_j}\} \mid k = \overline{1, k_j}\}$ базовых решений, сохраняя неизменными затраты c_j для этих решений (такие корректировки могут изменить эффект от обучения);

2.2 корректируют, вступая в коалиции с другими агентами, фрагменты базовых решений, сохраняя неизменными соответствующие суммарные коали-

ционные затраты (такие корректировки изменяют не только эффект от обучения, но и бюджеты агентов, вступивших в коалицию);

2.3 корректируют, вступая в коалиции с другими агентами и центром, различные фрагменты отдельных базовых решений, вплоть до синтеза новых решений (посредством изменения базовых).

2.4 вычисляют значения $q_{j\theta}^0, j = \overline{1, m}$, для соответствующих фрагментов каждого сформированного решения (посредством изменения базового или явившегося результатом синтеза) и оценивают эти значения в бальной шкале измерения заданного ранга R.

3. Центр:

3.1 вычисляет значения критерия (5.15) для сформированных агентами решений и также оценивает эти значения в бальной шкале измерения заданного ранга R;

3.2 вычисляет (опираясь на собственные оценки и оценки агентов и используя механизм комплексного оценивания) значение показателя эффективности Q^0 для каждого предложенного агентами решения:

$$Q^0 = \alpha_{\text{ц}} \Delta q_{\theta}^{\text{уд}} + \sum_{j=1}^m \alpha_j q_{j\theta}^0, \theta = \overline{1, \theta^{\text{ag}}}. \quad (5.16)$$

Здесь $\alpha_{\text{ц}}$ и $\alpha_j, j = \overline{1, m}$, – весовые коэффициенты для оценок центра и агентов:

$$\alpha_{\text{ц}} + \sum_{j=1}^m \alpha_j = 1. \quad (5.17)$$

4. На основе оценок (5.16) центр определяет лучшее решение и объявляет его решением игры.

Пример. 1. Пусть базовые решения, полученные центром в результате решения задачи ОДЗ, порождаемой исходной задачей персонифицированного управления компетенциями (4.15) – (4.17), описываются таблицей 5.12.

Таблица 5.12 – Базовые решения игровой модели
управления компетенциями

Номер решения	1	2	3	4	5	6
x_{li}^1	101	101	101	101	100	100
x_{li}^2	110	110	110	110	110	110
x_{li}^3	000	000	000	000	000	000
x_{li}^4	100	100	100	100	100	100
x_{li}^5	001	001	000	000	000	000
x_{li}^6	110	110	110	110	110	110
x_{li}^7	100	100	100	100	100	100
x_{li}^8	100	100	100	100	100	100
x_{2i}^1	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^2	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^3	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^4	10	10	10	10	10	10
x_{2i}^5	00	00	00	00	00	00
x_{2i}^6	10	00	10	00	10	00
x_{2i}^7	10	10	10	10	10	10
x_{3i}^1	01	01	11	11	11	11
x_{3i}^2	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^3	00	00	00	00	00	00
x_{3i}^4	01	01	01	01	01	01
x_{3i}^5	00	00	00	00	10	10

x_{3i}^6	00	01	00	01	00	01
q	72	72	72	72	72	72
k	15	15	14	14	15	15
c	1100	1100	1100	1100	1100	1100

Некоторые характеристики фрагментов базовых решений приведены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 – Характеристики базовых решений

Номер решения	1	2	3	4	5	6
q	72	72	72	72	72	72
k	15	15	14	14	15	15
c	1100	1100	1100	1100	1100	1100
q_1^θ	44	44	39	39	34	34
c_1^θ	668	668	578	578	488	488
q_2^θ	17	14	17	14	17	14
c_2^θ	270	216	270	216	270	216
q_3^θ	11	14	16	19	21	24
c_3^θ	162	216	252	306	342	396

Вычисленные центром значения показателей эффективности базовых решений и результаты перевода этих значений в 10-балльную шкалу измерения по формуле:

$$\Delta q_{\theta}^{\text{уд}} = \frac{10(\Delta q_{\text{max}}^{\text{уд}} - \Delta q^{\text{уд}})}{\Delta q_{\text{max}}^{\text{уд}} - \Delta q_{\text{min}}^{\text{уд}}}, \quad (5.18)$$

где $\Delta q_{\text{max}}^{\text{уд}}$ и $\Delta q_{\text{min}}^{\text{уд}}$ – максимальное и минимальное значения $\Delta q^{\text{уд}}$ на множестве базовых решений, приведены в таблице 5.14.

Таблица 5.14 – Оценки $\Delta q^{\text{уд}}$ и $\Delta q_6^{\text{уд}\theta}$, данные центром базовым решениям

Номер решения	1	2	3	4	5	6
$\Delta q^{\text{уд}\theta}$	0,0516	0,0504	0,0488	0,0492	0,0489	0,0500
$\Delta q_6^{\text{уд}\theta}$	0,00	4,41	10,00	8,39	9,61	5,85

Заметим, что по критерию $q = \sum_{j=1}^m q_j(x_j)$ (таблица 5.1), все базовые решения одинаково хороши, а по критерию (5.15), которым руководствуется центр, они существенно разнятся. Этот критерий выделяет в качестве лучших решений третье, пятое и четвертое.

2. Пусть результатом автономной и коалиционной работы игроков по корректировке и синтезу решений, будет множество из 4 решений, таблица 5.4. Первые два и шестое базовое решения агентами исключены из рассмотрения, третье и четвертое откорректированы (в таблице 5.15 это первое и второе решения), пятое базовое решение осталось без изменений (в таблице это третье решение). Последнее (четвертое) решение, построено агентами самостоятельно.

Таблица 5.15 – Результаты преобразования агентами базовых решений

Номер решения	1	2	3	4
x_1	101 <u>1000</u> 10	1011 <u>10000</u>	1001 <u>10000</u>	1011 <u>10000</u>
	<u>100000</u> 110	<u>100000</u> 110	<u>100000</u> 110	<u>10000</u> 1110
	100 <u>100</u>	100 <u>100</u>	100 <u>100</u>	100 <u>100</u>
x_2	10 <u>1000</u> 10	10 <u>1000</u> 10	10 <u>1000</u> 10	00 <u>10000</u> 1
	00 <u>10</u> 10	00 <u>00</u> 10	00 <u>10</u> 10	00 <u>00</u> 11
x_3	11 <u>01000</u> 1	10 <u>01010</u> 1	11 <u>01000</u> 1	100 <u>10000</u>

	0000	0001	1000	0000
q	72	72	72	71
k	14	14	15	12
c	1100	1100	1100	1100

В таблице 5.16 приведены характеристики решений, предложенных агентами.

Таблица 5.16 – Характеристики решений, сформированных агентами

Номер решения	1	2	3	4
q	72	72	72	71
k	14	14	15	12
c	1100	1100	1100	1100
q_1^θ	37	39	34	39
c_1^θ	578	578	488	578
q_2^θ	17	14	17	14
c_2^θ	270	216	270	216
q_3^θ	16	18	21	19
c_3^θ	252	306	342	306

Оценки $q_{j\theta}^\theta, j = \overline{1, m}$, (в 10-балльной шкале) решений, предложенные агентами, приведены в таблице 5.17.

Таблица 5.17 – Оценки агентов выработанным решениям

Номер решения	1	2	3	4
q_{16}^θ	7	8	6	7

q_{26}^0	8	5	8	5
q_{36}^0	5	7	8	7

3. Оценки центра предложенным решениям агентов (в том числе в 10 – балльной шкале измерения) приведены в таблице 5.18.

Таблица 5.18 – Оценки центра предложенным решениям агентов

Номер решения	1	2	3	4
$\Delta q_{уд}^0$	0,0453	0,0460	0,0489	0,0457
$\Delta q_6^{уд0}$	7,30	6,00	0,00	6,50

5. Пусть $\alpha_{ц} = 0,40$ и $\alpha_j = 0,15, j = \overline{1,3}$. На основе соотношения (5.16) центр с оценкой $Q^1 = 6,92$ объявляет решением игры первое из предложенных агентами решений.

В соответствии с принципом открытого управления, сформулированного Бурковым В.Н., использование игрового подхода предпочтительнее, так как он позволяет лучше отразить интересы тех, кто участвует в решении задачи. При оптимизационном подходе участники, в лучшем случае, причастны к формированию общей для всех формальной модели задачи (выбору критерия и ограничений) и вынуждены согласиться как с процедурой формирования оптимального решения, так и с ее результатом (полученным решением).

5.3 Игровая задача синтеза сбалансированной и согласованной функции стимулирования проектной команды

Математическая постановка и декомпозиция задачи синтеза сбалансированной функции стимулирования проектной команды, [296-310]. Пусть B^* , T^* , K^* – заданные заказчиком проекта значения, соответственно, бюджета проекта, его длительности и требуемого качества, а B , T , K – значения затрат, длительности и качества проекта, которых планирует достичь проектная команда. Определим функцию стимулирования $\sigma(B, T, K)$ проектной команды следующим образом:

$$\sigma(B, T, K) = \begin{cases} \sigma(B^*) + \alpha_B(B - B^*) + \sigma(T^*) + \gamma_T \alpha_T(T - T^*) + \\ \sigma(K^*) + \alpha_K(K - K^*), & \text{если } B^* \geq B \text{ и } T^* \geq T \text{ и } K^* \geq K; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (5.19)$$

У этой функции неизвестны параметры α_B , α_T , α_K .

Введём обозначения:

$$\begin{aligned} \sigma(B) &= \sigma(B^*) + \alpha_B(B - B^*), \\ \sigma(T) &= \sigma(T^*) + \gamma_T \alpha_T(T - T^*), \\ \sigma(K) &= \sigma(K^*) + \alpha_K(K - K^*), \end{aligned} \quad (5.20)$$

где $\sigma(B)$, $\sigma(T)$, $\sigma(K)$ – частные функции стимулирования, а γ_T – добавленная стоимость, создаваемая проектируемым сервисом в единицу времени. Графики частных функций стимулирования приведены на рисунке 5.2.

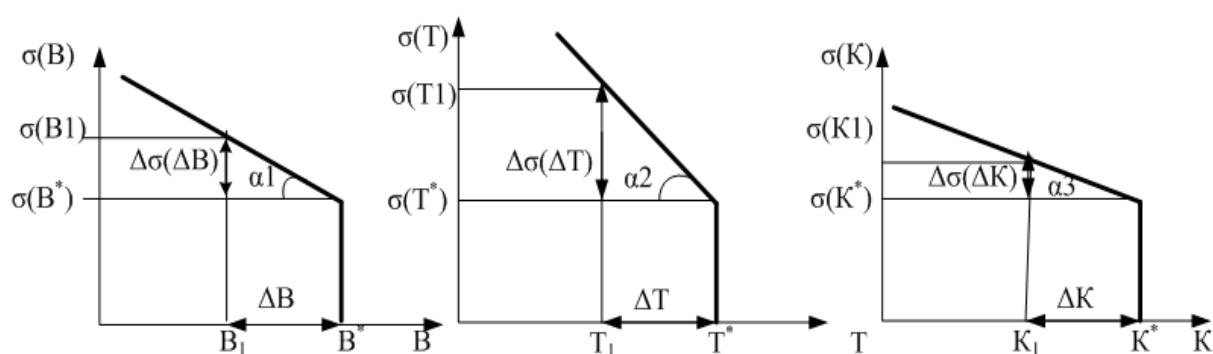


Рисунок 5.2 – Частные функции стимулирования $\sigma(B)$, $\sigma(T)$, $\sigma(K)$

Угол $\alpha_1 = \alpha_B$ определяет значимость показателя B для заказчика проекта. Для того чтобы побудить проектную команду не только не превышать бюджет проекта B^* , но и добиваться его экономии, заказчик предлагает проектной команде отдавать ей часть средств бюджета в качестве вознаграждения при его неполном использовании. При этом, чем более важна для заказчика задача снижения фактического бюджета проекта, тем большую часть сэкономленных средств заказчик готов предложить проектной команде.

Значение угла $\alpha_2 = \alpha_T$ определяет для заказчика проекта значимость показателя T^* . Для того, чтобы побудить проектную команду снижать фактический срок проекта, заказчик предлагает ей часть дохода, который он получит от более раннего ввода сервиса в эксплуатацию. Чем более важна задача скорейшего ввода сервиса в эксплуатацию, тем большую часть получаемого дохода от эксплуатации сервиса заказчик может предложить проектной команде. Те же рассуждения справедливы и для показателя K^* . Значение K^* определяет предельно допустимые потери потребителя от некачественного функционирования сервиса на начальном этапе эксплуатации (ни один проект невозможно выполнить без ошибок, приводящих к последующим «проблемам»). Для того чтобы побудить проектную команду снижать потери, связанные с некачественным проектированием, потребитель предлагает ей некоторую долю от «неосуществленных» нормативных потерь за период начальной эксплуатации.

С другой стороны, согласно функции стимулирования (5.19), проектная команда не получает вознаграждения, если она не достигнет плановых заданий B^* , T^* , K^* хотя бы по одному из показателей.

Согласованная заказчиком проекта и проектной командой совокупность значений (B^*, T^*, K^*) отражает определенный уровень сбалансированности проекта в целом, а функция стимулирования $\sigma(B, T, K)$, определённая на отклонениях от согласованных значений B^* , T^* , K^* , позволяет проектной команде выбрать собственную эффективную стратегию реализации проекта. Важнейшей

особенностью стимулирования³ является согласование интересов заказчика проекта (центра) и проектной команды (агента). При игровом подходе к синтезу механизма стимулирования предполагается, что основным является взаимодействие агента с центром, то есть соответствие предлагаемого центром стимула предпочтениям агента, [14,19]. Ограничением при этом выступает экономическая эффективность (с точки зрения центра) найма агента за данное вознаграждение. То есть предполагается, что агент соглашается на такие условия вознаграждения, которые являются лучшими с точки зрения его предпочтений. Такое решение будет «допустимым» с точки зрения центра, если оно выгодно для центра (обеспечивает ему допустимую или максимально возможную прибыль).

Функция затрат $C(B, T, K)$ проектной команды. Общепринятым подходом является описание затрат выпуклой функцией, в частности, параболой [297,308]. Введём следующую функцию затрат проектной команды:

$$C(B, T, K) = C(B^*) + \beta_B (B - B^*)^2 + C(T^*) + \gamma_T \beta_T (T - T^*)^2 + C(K^*) + \beta_K (K - K^*)^2. \quad (5.21)$$

Обозначим:

$$\begin{aligned} C(B) &= C(B^*) + \beta_B (B - B^*)^2, \\ C(T) &= C(T^*) + \gamma_T \beta_T (T - T^*)^2, \\ C(K) &= C(K^*) + \beta_K (K - K^*)^2. \end{aligned} \quad (5.22)$$

$C(B)$, $C(T)$, $C(K)$ – частные функции затрат проектной команды. Из (5.21) следует, что при точном выполнении плановых заданий B^* , T^* , K^* проектная команда понесёт затраты:

$$C^* = C(B^*, T^*, K^*) = C(B^*) + C(T^*) + C(K^*). \quad (5.23)$$

Параметры β_B , β_T , β_K описывают степень усилий, которые нужно приложить проектной команде для уменьшения, соответственно, стоимости и длительности проекта, а также потерь от простоев сервиса на начальном периоде эксплуатации. Так, параметр β_B описывает возможности проектной команды,

³ Механизм стимулирования (система стимулирования) – процедура (правило) принятия управляющим органом (центром) решений относительно побуждения управляемого субъекта (агента) к совершению требуемых действий.

связанные с увеличением эффективности использования имеющихся ИТ-активов и применением новых технологий (например, с оптимизацией настроек базы данных вместо приобретения процессорной мощности, или увеличением коэффициента сжатия информации вместо приобретения дополнительной мощности для системы хранения информации). Уменьшение длительности проекта, описываемое параметром β_T , связано в большей мере с интенсификацией и организацией труда проектной команды. Снижение же потерь от некачественного проектирования, описываемое параметром β_K , связано с улучшением проектных процессов, процессов тестирования сервиса и обучения пользователей.

Условие реализуемости проекта:

$$\sigma(B, T, K) \geq C(B, T, K). \quad (5.24)$$

При затратах, больших ожидаемого стимулирования, нет мотивации участвовать в проекте.

Задача, решаемая заказчиком проекта. Основная задача, которую решает заказчик, состоит в том, чтобы проектная команда выполнила проект с фактическими значениями бюджета B , длительности T и качества K , как минимум, не превышающими соответствующих плановых значений B^* , T^* , и K^* . В то же время заказчик проекта исходит из того, что проектная команда может найти такие проектные решения, которые позволят улучшить плановые показатели проекта. Предлагаемая заказчиком функция стимулирования (5.19) направлена на достижение этих целей.

Целевой функцией заказчика проекта являются общие затраты $y(B, T, K)$ на реализацию проекта, которые равны сумме затрат на проект и затрат на стимулирование проектной команды:

$$y(B, T, K) = (B + K) + \sigma(B, T, K). \quad (5.25)$$

Задача, решаемая проектной командой. Целевой функцией проектной команды является доход, который она получит, выполнив проект. Величина этого дохода $d(B, T, K)$ описывается разностью функций стимулирования $\sigma(B, T, K)$ и затрат $C(B, T, K)$:

$$d(B, T, K) = \sigma(B, T, K) - C(B, T, K). \quad (5.26)$$

Максимизацию дохода (5.26) проектная команда осуществляет на множествах значений B , T , K , удовлетворяющих условию реализуемости проекта (5.24).

Схема согласования интересов заказчика проекта и проектной команды. Порядок согласования интересов заказчика проекта и проектной команды поясняет рисунок 5.3. Он включает следующую последовательность шагов:

1. заказчик (Центр) сообщает проектной команде (ПК) общий вид функции стимулирования (5.19) при неизвестных значениях α_B , α_T , α_K ;
2. разработчик, опираясь на функцию стимулирования (5.19), формирует свою оптимальную стратегию, то есть определяет значения $(B_{\text{опт}}, T_{\text{опт}}, K_{\text{опт}})$, оптимизирующие его доход $d(B, T, K)$;
3. заказчик, учитывая выбор разработчика $(B_{\text{опт}}, T_{\text{опт}}, K_{\text{опт}})$, определяет значения параметров α_B , α_T , α_K , оптимизирующие свою целевую функцию $u(B, T, K)$ и сообщает о выбранных параметрах проектной команде.

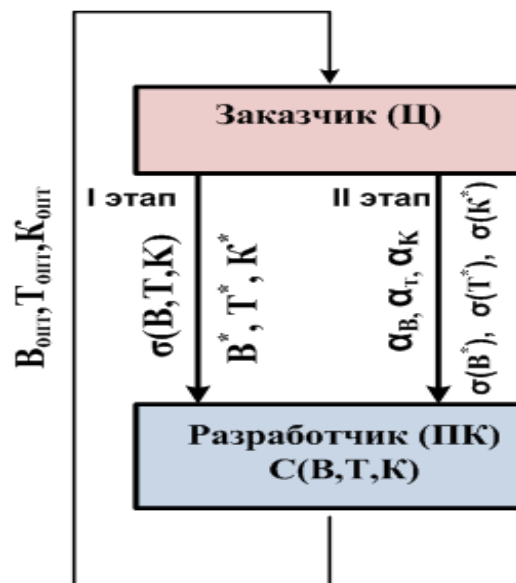


Рисунок 5.3 – Порядок согласования интересов заказчика проекта и проектной команды

Декомпозиция целевых функций заказчика и проектной команды. Функции $\sigma(B, T, K)$ и $C(B, T, K)$, используемые при определении целевых функций (5.25) и (5.26) содержат по три аддитивных компоненты, каждая из которых зависит только от одной из переменных B , T , K . Благодаря этому обстоятельству задача оптимизации каждой из целевых функций распадается на три подзадачи: подзадачи оптимизации слагаемых, зависящих, соответственно, от B , T , и K . Соответственно, задача синтеза оптимальных стратегий заказчика проекта и проектной команды может быть декомпозирована на подзадачи определения оптимальных стратегий по каждой составляющей компоненте сбалансированного проектирования – B , T , и K .

Подзадача 1. Синтез оптимальных стратегий проектной команды и заказчика для «бюджетной» составляющей B сбалансированной функции стимулирования $\sigma(B, T, K)$.

Целевая функция центра в этом случае будет:

$$y(B) = B + \sigma(B). \quad (5.27)$$

Целевая функция проектной команды:

$$d(B) = \sigma(B) - C(B). \quad (5.28)$$

Подзадача 2. Синтез оптимальных стратегий проектной команды и заказчика для «временной» составляющей T сбалансированной функции стимулирования $\sigma(B, T, K)$.

Целевая функция центра в этом случае будет:

$$y(T) = \sigma(T). \quad (5.29)$$

Целевая функция проектной команды:

$$d(B) = \sigma(T) - C(T). \quad (5.30)$$

Подзадача 3. Синтез оптимальных стратегий проектной команды и заказчика для «качественной» составляющей K сбалансированной функции стимулирования $\sigma(B, T, K)$.

Целевая функция центра в этом случае будет:

$$y(K) = K + \sigma(K). \quad (5.31)$$

Целевая функция проектной команды:

$$d(K) = \sigma(K) - C(K). \quad (5.32)$$

Синтез оптимальных стратегий проектной команды и заказчика для «бюджетной» составляющей В. В соответствии с установленным порядком согласования интересов, рисунок 5.2, проектная команда, после сообщения ей общего вида функций $\sigma(B)$ (при неизвестных α_B) решает задачу максимизации своего дохода $d(B)$, то есть определения такого значения бюджета $B_{\text{опт}}$, для которого

$$B_{\text{опт}} = \arg \max_B d(B). \quad (5.33)$$

Целевая функция разработчика (5.28):

$$d(B) = \sigma(B^*) + \alpha_B (B - B^*) - C(B^*) - \beta_B (B - B^*)^2. \quad (5.34)$$

Взяв производную, приравняв ее нулю и решив полученное уравнение, определим оптимальную стратегии проектной команды по бюджетной составляющей:

$$B_{\text{опт}} = B^* + \alpha_B / 2\beta_B. \quad (5.35)$$

Целевая функции заказчика проекта (центра) $\Phi(B, T, K)$ с учётом выбора проектной команды будет

$$y(B_{\text{опт}}) = B^* + \sigma(B^*) + (\alpha_B + \alpha_B^2) / 2\beta_B. \quad (5.36)$$

Оптимальная стратегия заказчика проекта соответствует такому значению α_B , которое доставляет минимум функции (5.36).

Произведя необходимые вычисления, получим, что

$$\alpha_B = -1 / 2. \quad (5.37)$$

Рисунок 5.4 иллюстрирует схему вычисления оптимальной стратегии проектной команды.

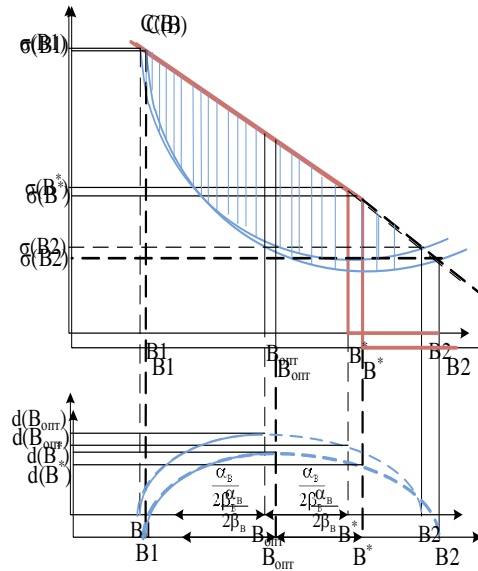


Рисунок 5.4 – Определение оптимальной стратегии проектной команды

Заметим, что значение целевой функции заказчика для оптимальных стратегий заказчика и проектной команды будет равно:

$$y(B_{\text{опт}} | \alpha = -1/2) = B^* + \sigma(B^*) - 1/8\beta_B. \quad (5.38)$$

Из (5.38) следует, что «потенциальные» возможности снижения затрат на проект за счет бюджетной составляющей $\sigma(B)$ функции стимулирования $\sigma(B, T, K)$ при квадратичной функции затрат $C(B)$ составляют $1/8 \beta_B$.

Аналогично определяются оптимальные стратегии заказчика и проектной команды для «временной» и «качественной составляющих функции стимулирования».

Так для «временной» составляющей получим:

$$T_{\text{опт}} = T^* + \alpha_T / 2\beta_T, \quad (5.39)$$

$$\alpha_T = -1/2, \quad (5.40)$$

$$y(T_{\text{опт}} | \alpha_T = -1/2) = \sigma(T^*) - \gamma_T / 8\beta_T. \quad (5.41)$$

Для «качественной» составляющей будет:

$$K_{\text{опт}} = K^* + \alpha_K / 2\beta_K, \quad (5.42)$$

$$\alpha_K = -1/2, \quad (5.43)$$

$$y(K_{\text{опт}} | \alpha = -1/2) = K^* + \sigma(K^*) - 1/8\beta_K. \quad (5.44)$$

То есть «потенциальные возможности снижения затрат на проект, обусловленные «временной» $\sigma(T)$ и «качественной» $\sigma(K)$ составляющими функции стимулирования $\sigma(B, T, K)$ при квадратичных функциях затрат $C(T)$ и $C(K)$ будут, соответственно: $\gamma_T / 8\beta_T$ и $1 / 8\beta_K$.

5.4 Основные результаты пятой главы

В главе 5 исследуются игровые постановки и механизмы управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов, а также игровой механизм синтеза параметров согласованной и сбалансированной функции стимулирования проектной команды.

Рассмотрены две игровые постановки для задачи персонифицированного управления компетенциями: с делегированием игрокам полномочий по самостоятельному формированию своих оптимальных стратегий и с формированием агентами оптимальных стратегий на основе «базовых» решений центра (решений, соответствующих оптимальным решениям обобщенной двойственной задачи). Для каждой из задач выполнена формализация, разработана и программно реализована процедура поиска компромиссного решения, приведен пример решения.

В третьем разделе главы исследуется игровая задача формирования сбалансированной и согласованной функции стимулирования проектной команды. По аналогии с широко распространенным в управлении проектами понятием сбалансированного управления проектированием, введено понятие сбалансированной функции стимулирования. Функция описывает зависимость стимула от отклонений фактических значений трех ключевых параметров проекта (бюджета B , длительности T , качества K) от их заданных значений B^* , T^* и K^* . Качество

проекта, при этом, оценивается по размеру потерь, которые несет заказчик проекта и поставщик ИТ-сервисов на начальном периоде эксплуатации.

Приведена схема согласования интересов центра (заказчика проекта) и проектной команды, сформулированы и решены задачи определения оптимальных стратегий центра и проектной команды в предположении квадратичной функции затрат проектной команды на достижение заданных значений показателей проекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой решена *актуальная научная проблема* повышения на современном этапе конкурентоспособности поставщиков ИТ-услуг всех типов и форм собственности на основе разработки и применения структуры адаптивной к изменениям рыночной среды и саморазвивающейся системы управления активами ИТ-провайдера, формализации постановок и совершенствования методов и алгоритмов решения задач управления жизненным циклом ИТ-сервиса *и которая квалифицируется*, как решение научной проблемы, имеющей важное хозяйственное значение.

Основные результаты

Для создания ИТ-провайдерам конкурентных преимуществ выполнены следующие исследования и разработки:

1. Изучены «лучшие практики» методологии ITIL v3, v4 и крупных российских компаний по структуризации ИТ-деятельности и принятию решений при управлении жизненным циклом ИТ-сервисов, и построена функциональная структура конкурентоспособной системы управления активами ИТ-провайдера, ориентированная на достижение лучших рыночных значений показателей «базовых» критических факторов успеха и оптимизацию значений показателей факторов – «потенциалов» успеха рыночной ИТ-среды.

2. Разработаны многовариантные математические постановки и процедуры решения следующих ключевых задач управления информационно-технологическими сервисами и процессами, реализуемых на различных стадиях жизненного цикла ИТ-сервиса и определяющих конкурентоспособность ИТ-провайдера:

- формирование функционального объема ERP-системы предприятия, учитывающей количество связей между бизнес-процессами предприятия, коли-

чество используемых унаследованных проектных решений из систем «лоскутной автоматизации», затраты на создание ERP-системы;

- многовариантная задача формирования плана сервисных улучшений, в которой оптимизируется линейный и нелинейный комплексный показатель эффективности процессов жизненного цикла ИТ-сервиса, а ограничения учитывают инвестиции в проекты оптимизации и изменение операционных затрат на функционирование совершенствуемых ИТ-процессов;

- календарное планирование разработки ИТ-сервисов бизнес-процессов предприятия параллельно работающими проектными группами, критерий которой направлен на синхронизацию периодов времени проектирования взаимозависимых ИТ-сервисов, а затраты на разработку отдельного сервиса описываются невозрастающей функцией от момента времени начала его проектирования;

- определение функционального объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия, критерий которой ориентирован на максимизацию числа подлежащих проверке связей ИТ-сервисов, а ограничения описывают общие затраты на тестирование, количество тестируемых сервисов отдельного бизнес-процесса и число сервисов, с которыми проверяются связи тестируемого сервиса;

- формирование и календарное планирование развертывания релизов ИТ-сервисов, учитывающих структурные свойства ИТ-сервисов и динамику применения их пользователями, ориентированных на минимизацию отклонения числа отказов эксплуатируемых ИТ-сервисов при развертывании релизов в эксплуатационной среде от пропускной способности канала обслуживания отказов, а ограничения описывают число отказов ИТ-сервисов, которые не будут обработаны каналом обслуживания в результате развертывания релизов;

- скалярных и векторных задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов, для которых процедуры поиска оптимальных решений векторных задач построены на объединении множеств Парето-решений прямой и обратной задачи управления компетенциями;

- теоретико-игровых задач управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов, в которых оптимальные стратегии центра и агентов определяются, в частности, на основе базовых решений, соответствующих оптимальным значениям критерия обобщенной двойственной задачи, порождаемой исходной задачей управления компетенциями.

3. Разработан метод и итеративная процедура решения обобщенной двойственной задачи (ОДЗ) сетевого программирования, порождаемой задачей управления компетенциями, позволяющие найти оптимум исходной задачи.

4. Разработаны комплексы программ (с получением 4 свидетельств ФИПС о регистрации программ), реализующие предложенные процедуры решения следующих задач:

- формирование функционального объема ERP-системы, программный комплекс решения которой позволят исследовать зависимость функционального объема ERP-системы от уровня риска реализации проекта, который задает бизнес;

- формирование плана сервисных улучшений, программный комплекс решения которой дает возможность формировать перечень планируемых для реализации проектов исходя из принятой ИТ-провайдером стратегии (ориентированной, например, на качество поставляемых ИТ-сервисов или на эффективность их поддержки);

- унифицированное и персонифицированное управление компетенциями пользователей ИТ-сервисов, программный комплекс решения которых позволяет исследовать зависимость формируемых унифицированных и персонифицированных программ от начального уровня компетенций обучающихся и от размера бюджета на обучение;

- обобщенная двойственная задача, соответствующая прямой задаче персонифицированного управления компетенциями, программный комплекс для решения которой позволяет находить решение исходной задачи, обеспечивающее минимум верхней границы значения критерия, получаемого при применении метода сетевого программирования.

5. Методом компьютерного моделирования процесса решения игровой задачи управления компетенциями доказано, что эффективность решений, найденных с использованием предложенной итерационной процедуры распределения ресурсов, превышает показатели эффективности решений, полученных на основе эвристических процедур, в среднем на 21,9%.

6. Применение программного комплекса формирования плана сервисных улучшений для планирования образовательной, научной и другой деятельности профессорско-преподавательского состава университета позволило улучшить значение индекса эффективности планов на 5 – 40 % при однокровных трудозатратах на их реализацию.

7. Реализовано апробирование и практическое использование результатов диссертационной работы в учебном процессе СибГИУ по направлениям подготовки 09.03.02 и 09.04.02. Программные комплексы решения задач управления компетенциями персонала и формирования портфеля проектов совершенствования ИТ-процессов жизненного цикла ИТ-сервиса включены в состав базового ПО учебного назначения Центра цифровых компетенций СибГИУ. Они используются магистрантами для исследования зависимости оптимальных решений задачи управления компетенциями ИТ-персонала от уровня начальных компетенций и затрат на обучение; исследования зависимости состава портфеля проектов совершенствования ИТ-процессов жизненного цикла ИТ-сервиса от размеров инвестиционного и операционного бюджетов, а также от принятой ИТ-провайдером стратегии.

8. Результаты диссертационного исследования рассмотрены, приняты к разработке и внедрению, а также внедрены в СибГИУ, АО «ЕВРАЗ ЗСМК», ООО «СТРИМ», ПАО «Банк Левобережный», АО НПЦ «Эталон» Кемеровский филиал, ООО «Кузбассавтоцентр», ООО «Флай Моторс», с фактическим экономическим эффектом в 4 600 т.р. и ожидаемым эффектом в 250 т.р.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимин, А. В. Задачи разработки системы управления портфелем сервисов ИТ-провайдера : дис. канд. техн. наук: 05.13.10 / Зимин Алексей Валерьевич. - Новокузнецк, 2011. - 138 с.
2. Сидорова, Н. Ю. ИТ-сервис как «конечный продукт» ИТ-служб / Н. Ю. Сидорова, Н. С. Минаев, Д. Д. Горин // Региональная экономика, инвестиции, инновации, социально-экономическое развитие: теория, методология и концепция модернизации : материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Михайловка–Волгоград, 26 февраля 2019 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Себряковский филиал Волгоградского государственного технического университета [и др.]. – Волгоград, 2019. – С. 171–173.
3. Зимин, В. В. Активы ИТ-провайдера как объекты ситуационно-динамического управления / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин // Известия вузов. Черная металлургия. – 2011. – № 2. – С. 47–53.
4. Иванов, К. А. ITSM. Управление ИТ активами и услугами / К. А. Иванов // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика : тезисы докладов XXV международной научно-технической конференции студентов и аспирантов, 14–15 марта 2019 г. / Национальный Исследовательский университет МЭИ. – Москва, 2019. – С. 262.
5. Sahid, A. A practical agile framework for IT service and asset management ITSM/ITAM through a case study / A. Sahid, Y. Maleh, M. Belaisaoui – DOI 10.4018/JCIT.2018100105 // Journal of Cases on Information Technology. – 2018. – Vol. 20, Is. 4. – P. 71–92.
6. Зимин, В. В. Нормативная модель системы учета ИТ-активов и их конфигураций / В. В. Зимин, С. П. Левченко, А. В. Зимин // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS 2011 : труды VIII Всероссийской научно-практической конференции, 10–12 ноября 2011 г. / Сибирский государственный индустриальный университет [и др.] ; под ред. С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк, 2011. – С. 276–281.

7. Давлеткиреева, Л. З. Перспективы внедрения информационной системы управления ИТ-активами в банковский сектор / Л. З. Давлеткиреева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12-5. – С. 774-779.
8. OGC-ITIL. IT infrastructure Library (ITIL). Version 3. Vol. 1: Service Strategy. – London : TSO, 2007. – 373 p.
9. Мананникова, А. А. Библиотеки ITIL и модели ITSM как основа управления ИТ / А. А. Мананникова, Л. А. Моисеева // Аллея науки. – 2017. – № 5. – С. 355–359.
10. Габриелян, М. В. Анализ мировой практики использования методологии ITIL/ITSM / М. В. Габриелян, Д. А. Елисеев, А. И. Мухаметзянов [и др.] // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – № 12 (139). – С. 43–55.
11. Власов, И. В. Особенности применения методологии ITIL/ITSM в ИТ-системах наукоемких организаций / И. В. Власов // Авиация и космонавтика – 2018 : тезисы 17-ой Международной конференции, 19–23 ноября 2018 г. / Московский авиационный институт, Массачусетский технологический институт. – Москва : Люксор, 2018. – С. 134–135.
12. Ракин, Г. А. Внедрение ITSM-систем в информационное пространство вуза / Г. А. Ракин // Двадцать шестая годичная сессия Ученого совета Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина (Февральские чтения) : сборник трудов Национальной конференции, 01–28 февраля 2019 г. – Сыктывкар, 2019. – С. 478–480.
13. Добров, Г. А. Методология ITSM (процессный и системный подход) в электронном образовании (E-Learning) / Г. А. Добров // Материалы научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского, 3–13 февраля 2015 г. / Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». – Москва, 2015. – С. 119–120.
14. OGC-ITIL. IT infrastructure Library (ITIL). Version 3. Vol. 2: Service Design. – London : TSO, 2007. – 334 p.

15. OGC-ITIL. IT infrastructure Library (ITIL). Version 3. Vol. 3: Service Transition. – London : TSO, 2007. – 270 p.
16. OGC-ITIL. IT infrastructure Library (ITIL). Version 3. Vol. 4: Service Operation. – London : TSO, 2007. – 397 p.
17. OGC-ITIL. IT infrastructure Library (ITIL). Version 3. Vol. 5: Continual Service Improvement. – London : TSO, 2007. – 308 p.
18. OGC-ITIL. IT infrastructure Library (ITIL). Version 3. Vol. 6: Service Lifecycle, Introduction ITIL. – London : TSO, 2007. – 173 p.
19. Основы управления жизненным циклом сервисов систем информатики и автоматизации (лучшие практики ITIL) : учебное пособие / В. В. Зимин, А. А. Ивушкин, С. М. Кулаков, К. А. Ивушкин. – Кемерово : Кузбассвуиздат, 2013. – 500 с.
20. Донской, И. С. Управление ИТ-услугами методом ITSM / И. С. Донской, А. А. Будникова, Д. А. Замотайлова // Информационное общество: современное состояние и перспективы развития : сборник материалов X международного студенческого форума, 25–29 декабря 2017 г. / Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина. – Краснодар, 2018. – С. 68–70.
21. Скрипкин, К. ITIL и ИТ-революция внутри ИТ-службы / К. Скрипкин // Открытые системы. СУБД. – 2017. – № 3. – С. 26–29.
22. Протченко, В. Н. Технологии внедрения ITSM / В. Н. Протченко // От синергии знаний к синергии бизнеса : сборник статей и тезисов докладов V Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и преподавателей, 23 ноября 2018 г. / Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Омский филиал. – Омск : Изд. Центр КАН, 2018. – С. 759–763.
23. Krishnan, G. IT service management automation and its impact to IT industry / G. Krishnan, V. Ravindran – DOI 10.1109/ICCIDS.2017.8272633 // International Conference on Computational Intelligence in Data Science, ICCIDS 2017; SSN College of Engineering Chennai, India, 2–3 June 2017 / Allied Publishers,

- Cognizant Technology Solutions, IEEE, Indian Space Research Organization (ISRO). – USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2018. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8272633> (дата обращения: 20.08.2020).
24. Селезнев, А. А. Об управлении доступностью ИТ-сервисов / А. А. Селезнев, В. В. Зимин // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве : сборник докладов I Всероссийской научно–практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (ТИМ’2012) с международным участием, 29–30 марта 2012 г. / Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина [и др.]. – Екатеринбург, 2012. – С. 272–276.
 25. Varga, S. Increasing information systems availability through accuracy, awareness, completeness and manageability of ITSM / S. Varga, G. Barreto, P. D. Battaglin – DOI 10.23919/CISTI.2019.8760686 // 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI 2019, Portugal, 19–22 June 2019 / Rocha A., Pedrosa I., Cota M. P., Goncalves R. – USA : IEEE Computer Society, 2019. – Article No. 8760686. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8760686> (дата обращения: 20.08.2020).
 26. Winkler, T. J. Effectiveness of IT Service Management Capability: Value Co-Creation and Value Facilitation Mechanisms / T. J. Winkler, J. Wulf – DOI 10.1080/07421222.2019.1599513 // Journal of Management Information Systems. – 2019. – Vol. 36, Is. 2. – P. 639–675.
 27. Зараменских, Е. П. ITSM-подход в управлении ИТ-инфраструктурой сети МПК / Е. П. Зараменских, Н. Л. Коровкина, Ю. Э. Даник // Прикладная информатика. – 2015. – Т. 10, № 5 (59). – С. 5–22.
 28. Совершенствование управления информационно-технологической инфраструктурой банка с использованием методологии ITSM / К. Р. Величкин, В. Ф. Иконников, Б. А. Железко, О. А. Синявская // Научные труды Белорусского государственного экономического университета / Белорусский госу-

дарственный экономический университет ; гл. ред. В. Н. Шимов. – Минск, 2016. – С. 74–80.

29. Зимин, А. В. Функциональная структуризация системы управления мощностью ИТ-сервисов / А. В. Зимин, С. М. Кулаков // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве : сборник докладов I Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2012) с международным участием, 29–30 марта 2012 г. / Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина. – Екатеринбург. – 2012. – С. 216–220.
30. Горшков, Е. А. Подходы и стандарты к формированию и совершенствованию ИТ-инфраструктуры предприятия / Е. А. Горшков, А. В. Калинина, Е. С. Саяпин // Научный аспект. – 2018. – Т. 2, № 2. – С. 215–222.
31. Лизунова, Е. В. Применение ITSM для сопровождения ИТ-сервисов электронной торговой площадки / Е. В. Лизунова // Научный форум. Сибирь. – 2019. – Т. 5, № 1. – С. 51–52.
32. Ashraf Khaza'aleh ITIL framework as a standard of information security / Khaza'aleh Ashraf // Символ науки. – 2016. – № 3-3 (15). – С. 19–23.
33. Al-Fedaghi, S. Modeling computer security service desk / S. Al-Fedaghi, B. AlMusallam. – DOI 10.1109/CoDIT.2019.8820459 // 2019 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT), 23–26 April 2019. – USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2019. – Article No. 8820459. – P. 906–911.
34. О проектно-процессном подходе к управлению жизненным циклом ИТ-сервисов / С. М. Кулаков, В. В. Зимин, Т. В. Киселева, Н. Ф. Бондарь // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 : сборник трудов конференции, 16–19 июня 2014 г. / Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – Москва, 2014. – С. 5390–5399.
35. Скодорова, Л. К. Управления ИТ-процессами / Л. К. Скодорова, В. С. Скодорова, А. Н. Попадюк // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения : материалы I Всероссийской на-

- учной конференции, 12–14 декабря 2017 г. В 2 ч. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет. – Тольятти, 2017. – Ч. 2: Материалы секций III, IV. – С. 542–549.
36. Revina, A. Assessing process suitability for AI-based automation. Research idea and design / A. Revina. – DOI 10.1007/978-3-030-04849-5_59 // Lecture Notes in Business Information Processing. – 2019. – Vol. 339. – P. 697–706.
 37. Зимин, В. В. К разработке системы управления портфелем сервисов ИТ-провайдера / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин, М. В. Пургина / Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 3 (53). – С. 81–84.
 38. Зимин, В. В. О системе управления качеством ИТ-услуг / В. В. Зимин, А. А. Селезнёв // Металлургия: технологии, управление, инновации, качество : труды Всероссийской научно-практической конференции, 9–11 ноября 2012 г. / Сибирский государственный индустриальный университет ; под ред. Е. В. Протопопова. – Новокузнецк, 2012. – С. 127–130.
 39. Махмутова, М. В. Управление качеством предоставления ИТ-услуг на промышленном предприятии / М. В. Махмутова, А. А. Тороторина, Е. В. Тороторин, А. А. Клюкин // Современные наукоемкие технологии. – 2019. – № 11-2. – С. 291–295.
 40. Калинина, Н. А. Метод мониторинга процесса управления проблемами ИТ систем / Н. А. Калинина, А. Е. Шумский // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : труды XIX Международной конференции, 12–15 сентября 2017 г. / под ред. Е. А. Федосова, Н. А. Кузнецова, В. А. Виттиха. – Самара, 2017. – С. 41–421.
 41. Козин, А. В. Управление качеством в ITIL / А. В. Козин // Стратегии и инструменты управления экономикой: отраслевой и региональный аспект : материалы VI Международной научно-практической конференции, 14–16 апреля 2016 г. / Санкт-Петербургский национальный исследовательский

- университет информационных технологий, механики и оптики ; под ред. В. Л. Василёнка. – Санкт-Петербург, 2016. – Т. 2. – С. 57–63.
42. Zimin, V. V. Mechanisms of optimum control of changes of IT-services / V. V. Zimin // Modeling and Information Technologies: Selected Papers of the International Scientific School «Paradigma» (Summer-2015, Varna, Bulgaria) / Compiling Editor Dr.Sc., Prof. O. Ja. Kravets. – USA : Science Book Publishing House LLC (Yelm), 2015. – P. 56–65.
 43. Зимин, В. В. О нормативной модели управления изменениями ИТ-сервисов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, С. П. Левченко // Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии : труды 3-й Всероссийской научно-практической конференции, 22–25 марта 2011 г. / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2011. – С. 155–164.
 44. Левченко, С. П. Нормативная модель системы управления релизами и развертыванием ИТ-сервисов / С. П. Левченко, В. В. Зимин // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве AS'2011 : труды VIII Всероссийской научно-практической конференции, 10–12 ноября 2011 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2011. – С. 318–323.
 45. Зимин, В. В. Задачи и механизмы управления ИТ-происшествиями / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин, С. П. Левченко // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. – 2013. – № 9-10. – С. 54–59.
 46. Назиров, Д. Х. Анализ ITITSM в ITIL для проектирования и внедрения системы класса HELP DESK / Д. Х. Назиров // Современные научные исследования и инновации. – 2017. – № 4 (72). – С. 226–229.
 47. Торопчин, А. С. Система оперативного управления девиантным функционированием ИТ-сервисов / А. С. Торопчин, В. В. Зимин // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве AS,2011 : труды VIII Всерос-

- сийской научно-практической конференции, 10–12 ноября 2011 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2011. – С. 287–291.
48. Khalilian, A. T. The state of data quality arts in (Technical) service reporting / A. T. Khalilian, O. Ibrahim // *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. – 2017. – Vol. 95, Is. 16. – P. 3963–3973.
 49. Зимин, В. В. Формализация задач классификации, распознавания, предотвращения и минимизации последствий происшествий на стадии эксплуатации ИТ-сервисов / В. В. Зимин, С.М. Кулаков, М. В. Пургина, Р. С. Койнов // *Известия вузов. Черная металлургия*. – 2013. – № 12. – С. 34–38.
 50. Mera Macias, C. Review of Proposals for the Construction and Management of the Catalog of Information Technology Services / Macias C. Mera, I. A. Alonso – DOI 10.1109/ACCESS.2018.2865470 // *IEEE Access*. – 2018. – Vol. 6. – Article No. 8435899. – P. 45335–45346.
 51. Зимин, В. В. Классификация и механизмы управления девиантным функционированием ИТ-сервисов / В. В. Зимин, А. С. Торопчин, А. В. Зимин // *Системы автоматизации в образовании, науке и производстве AS,2011 : труды VIII Всероссийской научно-практической конференции, 10–12 ноября 2011 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2011. – С. 281–287.*
 52. Бреславский, К. О. Система управления инцидентами и проблемами производства с использованием методологии ITSM и системы проектирования Bizagi / К. О. Бреславский, Е. В. Лобачев, Б. И. Клебанов // *Передача, обработка, восприятие текстовой и графической информации : сборник трудов научно-практической конференции, 19–20 марта 2015 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина ; науч. ред. А. Г. Тягунов. – Екатеринбург, 2015. – С. 108–114.*

53. Zimin, V. V. Tasks and mechanisms of IT-incidents management / V. V. Zimin, S. M. Kulakov, A. V. Zimin, S. P. Levchenko // Modern informatization problems in economics and safety : proceedings of the XVIII-th International Open Science Conference (Lorman, MS, USA, November 2012–January 2013). – USA : Science Book Publishing House, 2013. – P. 58–66.
54. Rouhani, S. A fuzzy superiority and inferiority ranking based approach for IT service management software selection / S. Rouhani – DOI 10.1108/K-05-2016-0116 // Kybernetes. – 2017. – Vol. 46, Is. 4. – P. 728–746.
55. Verlaine, B. Toward an agile it service management framework / B. Verlaine // Service Science. – 2017. – Vol. 9, № 4. – P. 263–274.
56. Торопчин, А. С. О формировании стратегии поставщика ИТ-услуг // А. С. Торопчин, В. В. Зимин, С. М. Кулаков / Теплотехника и информатика в образовании, науке : сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2013) с международным участием, 28–29 марта 2013 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина [и др.]. – Екатеринбург, 2013. – С. 273–277.
57. Gunawan, H. Strategic Management for IT Services Using the Information Technology Infrastructure Library (ITIL) Framework / H. Gunawan – DOI 10.1109/ICIMTech.2019.8843711 // Proceedings of 4th 2019 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech), Indonesia, 19–20 August 2019 / BINUS University, IEEE Indonesia Section. – USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2019. – Article No. 8843711. – P. 362–366.
58. Антонов, В. Г. Как разработать эффективную стратегию для российских предприятий (новая методология разработки стратегии) / В. Г. Антонов, М. В. Самосудов // Управление. – 2016. – Т. 4, № 4. – С. 33–44.

59. Савина, А. Г. Формирование ИТ-стратегии вуза как фактор повышения его конкурентоспособности / А. Г. Савина // Экономическая среда. – 2016. – № 3 (17). – С. 27–31.
60. Biryukov, A. N. Strategic management in the IT department / A. N. Biryukov // Бизнес-информатика. – 2017. – № 2 (40). – С. 17–24.
61. Библия, Г. Н. Оптимизация стратегии управления деятельностью ИТ-компаний на основе методов нечеткой логики / Г. Н. Библия // Вестник Академии маркетинга и социально-информационных технологий. – 2016. – № 3 (67). – С. 57–59.
62. Илышева, М. А. Проектное управление в сбалансированной системе показателей как средство перевода стратегии в действие / М. А. Илышева, А. А. Детков // Sciences of Europe. – 2016. – № 8-2 (8). – С. 73–77.
63. Лампого, Д. Методика разработки бизнес-стратегии на основе анализа ключевых факторов успеха / Д. Лампого // Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2018. – № 4 (101). – С. 137–142.
64. Котлер, Ф. Основы маркетинга / Ф. Котлер ; перевод с английского В. В. Боброва. – Москва : Прогресс, 1991. – 733 с.
65. Чаруйская, М. А. Исследование взаимосвязи конкурентной стратегии, технологической стратегии и системы планирования и управления производством / М. А. Чаруйская // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 12-1 (77). – С. 405–409.
66. Зимин, В. В. О разработке конкурентоспособной стратегии и актуализации портфеля сервисов ИТ-провайдера / В. В. Зимин, Н. Ф. Бондарь, А. С. Торопчин, А. С. Добрынин / Системы управления и информационные технологии. – 2012. – № 3-1 (49). – С. 188–191.
67. Лежнева, А. В. Формирование конкурентных преимуществ в условиях реализации инновационной стратегии компании / А. В. Лежнева // Стратегии бизнеса. – 2016. – № 5 (25). – С. 22–25.
68. Баранов, И. В. Алгоритм выбора действий по эффективной реализации стратегии промышленного предприятия // И. В. Баранов, А. Ф. Бужак //

- Вестник Орловского государственного университета экономики и торговли. – 2016. – № 1 (35). – С. 55–58.
69. Махмутов, Р. Р. Стратегия повышения эффективности обеспечения ИТ-услуг российской производственно-инжиниринговой компании / Р. Р. Махмутов, И. Д. Белоусова // Новые информационные технологии в образовании и науке : материалы X международной научно-практической конференции, 27 февраля–03 марта 2017 г. / Российский государственный профессионально-педагогический университет. – Екатеринбург, 2017. – С. 512–516.
 70. Wulf, J. Evolutional and transformational configuration strategies: A rasch analysis of it providers' service management capability / J. Wulf, T. J. Winkler. – DOI 10.17705/1jais.00613 // Journal of the Association for Information Systems. – 2020. – Vol. 21, № 3. – P. 574–606.
 71. Defining, measuring and monitoring IT service goals and strategies: Preliminary results and pitfalls from a qualitative study with IT service managers / B. Trinkenreich, T. Conte, M. P. Barcellos, G. Santos – DOI 10.1145/3239235.3268919 // ESEM '18: Proceedings of the 12th ACM/IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, Oulu, Finland, 11–12 October 2018. – USA : IEEE Computer Society, 2018. – Article No. 35. – URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3239235.3268919> (дата обращения: 20.08.2020).
 72. Вишняков, В. А. Совершенствование конкурентоспособности предприятия с использованием ИТ / В. А. Вишняков, Д. А. Смирнов // Экономика. Управление. Инновации. – 2017. – № 1/2 (1). – С. 24–27.
 73. Trinkenreich, B. SINIS: A GQM+Strategies-based approach for identifying goals, strategies and indicators for IT services / B. Trinkenreich, G. Santos, M. P. Barcellos – DOI 10.1016/j.infsof.2018.04.006 // Information and Software Technology. – 2018. – Vol. 100. – P. 147–164.
 74. Акофф, Р. Планирование будущего корпорации / Р. Акофф ; перевод с английского В. А. Бирюков [и др.]. – Москва : Прогресс, 1985. – 327 с.

75. Ансофф, И. Стратегическое управление / И. Ансофф ; науч. ред. Л. И. Евенко. – Москва : Экономика, 1989. – 519 с.
76. Зимин, В. В. О стратегическом управлении конкурентоспособностью ИТ-провайдера / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин // Металлургия: технологии, управление, инновации, качество : труды Всероссийской научно-практической конференции, 26–28 октября 2010 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под ред Е. В. Протопопова. – Новокузнецк, 2010. – С. 136–143.
77. Selig, G. J. It governance – An integrated framework and roadmap: How to plan, deploy and sustain for competitive advantage / G. J. Selig – DOI 10.23919/PICMET.2018.8481957 // PICMET 2018 – Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, Honolulu, United States, 19–23 August 2018 / IEEE Technology and Engineering Management Society (TEMS) [et al.]. – USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2018. – Article No. 8481957. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8481957> (дата обращения: 20.08.2020).
78. Розанова, Н. М. Конкурентоспособность российского ИТ-бизнеса: проблемы и перспективы / Н. М. Розанова, Е. В. Бойкова – Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2016. – № 1. – С. 128–147.
79. Wiedemann, A. Organizational structure vs. capabilities: examining critical success factors for managing IT service delivery / A. Wiedemann, A. Weeger, H. Gewald – DOI 10.1109/HICSS.2015.544 // 48th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Grand Hyatt Kauai, United States, 5–8 January 2015. – USA : IEEE Computer Society, 2015. – Article No.7070364. – P. 4564–4574.
80. Брукс, П. Метрики для управления ИТ-услугами / П. Брукс ; перевод с английского В. Первушина. – Москва : Альпина Бизнес Букс, 2008. – 283 с.
81. Дегаев, М. Н. Критические факторы успеха и ключевые показатели эффективности как важные элементы контроля качества предоставляемых ИТ-

- услуг / М. Н. Дегаев // Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России. – 2018. – № 8. – С. 85–90.
82. Разумова, Д. А. Ключевые факторы успеха как инструмент стратегического планирования / Д. А. Разумова // Аллея науки. – 2016. – № 1 (1). – С. 3–6.
 83. Васильев, Р. Б. Критические факторы успеха в ИТ-консалтинге / Р. Б. Васильев, Г. А. Левочкина – Москва : Национальный открытый университет «ИНТУИТ», 2016 – 177 с.
 84. Yang, C.-C. The analyses of critical success factors for service industries to develop service brands / C.-C. Yang, K.-J. Yang – DOI 10.1080/14783363.2018.1446755 // Total Quality Management and Business Excellence. – 2020. – Vol. 31, Is. 7-8. – P. 800–813.
 85. Зимин, А. В. Математические модели и механизмы управления как средства повышения конкурентоспособности активов ИТ-провайдера / А. В. Зимин // Системы управления и информационные технологии. – 2020. – № 3 (81). – С. 13–19.
 86. Логутенко, М. В. Влияние методологии ITSM/ITIL на конкурентоспособность как фактор развития экономики / М. В. Логутенко // Актуальные проблемы социально-гуманитарных исследований в экономике и управлении : материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 10 января 2019 г. / Брянский государственный технический университет. – Брянск, 2019. – С. 279–283.
 87. Alreemy, Z. Critical success factors (CSFs) for information technology governance (ITG) / Z. Alreemy, V. Chang, R. Walters, G. Wills – DOI 10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.017 // International Journal of Information Management. – 2016. – Vol. 36, Is. 6, Part A. – P. 907–916.
 88. Васильев, Р. Б. Вопросы определения критических факторов успеха в ИТ-консалтинге / Р. Б. Васильев, Г. А. Левочкина // Бизнес-информатика. – 2014. – № 2 (28). – С. 15–23.

89. Dos Santos, J. C. Mapping critical success factors for it outsourcing: the providers' perspective / J. C. Dos Santos, M. M. Da Silva. – DOI 10.4018/ijeis.2015010105 // International Journal of Enterprise Information Systems. – 2015. – Vol. 1, Is. 1. – P. 62–84.
90. Зимин, А. В. О функциях и задачах управления конкурентоспособностью стадии эксплуатации ИТ-сервиса / А. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Зимин // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2020. – № 6. – С. 245–248.
91. Зимин, А. В. Конкурентоспособность сервисов и процессов – системообразующий компонент стратегии ИТ-провайдера / А. В. Зимин // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2020. – № 6. – С. 248–254.
92. Parvizi, R. Using COBIT and ITIL frameworks to establish the alignment of business and IT organizations as one of the critical success factors in ERP implementation / R. Parvizi, F. Oghbaei, S. R. Khayami – DOI 10.1109/IKT.2013.6620078 // The 5th Conference on Information and Knowledge Technology, Shiraz, Iran, 28–30 May 2013. – USA : IEEE, 2013. – Article No. 6620078. – P. 274–278.
93. Васильев, Р. Б. Роль критических факторов успеха в ИТ-консалтинге // Р. Б. Васильев, Г. А. Левочкина // Теория активных систем : материалы международной научно-практической конференции, 17–19 ноября 2014 г. / Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН ; под общ. ред. В. Н. Буркова. – Москва, 2014. – С. 234–235.
94. Силкина, Г. Ю. Совмещение сбалансированной системы показателей и метода обратных вычислений как аналитический инструмент управления эффективностью компании / Г. Ю. Силкина, А. А. Переверзева // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2016. – № 3 (245). – С. 258–267.

95. Мунтянова, А. А. Моделирование инновационной составляющей сбалансированной системы показателей ИТ-компании / А. А. Мунтянова // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2 (45). – С. 76.
96. Епрынцева, Н. А. Мониторинг качества ИТ-сервисов как инструмент оптимизации затрат / Н. А. Епрынцева, О. А. Брагина // Моделирование энергоинформационных процессов : сборник материалов IV и V Международных научно-практических интернет-конференций, 22 декабря 2015 г., 28 декабря 2016 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж, 2017. – С. 248–251.
97. ITIL. IT infrastructure Library (ITIL). Version 3. Vol. 6: Official Introduction to the ITIL Service Lifecycle. – London : TSO, 2007. – 238 p.
98. Zumba-Vasquez, C. Proposal of a framework for the internal audit to the service management of the department of information technologies [Propuesta de un marco de trabajo para la auditoría interna a la gestión de servicios del departamento de tecnologías de la información] / C. Vasquez, D. Garcia-Pelaez, F. Bolanos-Burgos. – DOI 10.23919/CISTI.2018.8399441 // 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Caceres, Spain, 13–16 June 2018. – USA : IEEE Computer Society, 2018. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8399441> (дата обращения: 20.08.2020).
99. Measuring the Maturity Level of ITSM Using ITIL Framework / Andri, Paulus, Hanes, N. Poi Wong – DOI 10.1109/ICIC47613.2019.8985879 // 2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC), Semarang, Indonesia, 23–24 October 2019 / Dian Nuswantoro University. – USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc, 2019. – Article No. 8985879. – URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8985879> (дата обращения: 20.08.2020).
100. Бехтин, В. А. Разработка ключевых факторов успеха, влияющих на формирование конкурентоспособности предприятий авиастроения / В. А. Бехтин, В. Н. Химченко, Е. В. Щеулина // Наука и образование: инновации, инте-

- грация и развитие : материалы IV Международной научно-практической конференции, 29–30 апреля 2017 г. / отв. ред. О. Б. Нигматуллин. – Уфа, 2017. – С. 108–112.
101. Зуев, Д. А. Моделирование качества работы в ITSM системах / Д. А. Зуев, А. П. Калистратов, А. Г. Зуев // Математические методы в технике и технологиях : сборник трудов международной научной конференции, 10–14 сентября 2018 г. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский политехнический университет [и др.]. – Санкт-Петербург, 2018. – Т. 5. – С. 13–17.
 102. Зинина, Л. И. Информационно-аналитическое обеспечение разработки экономической стратегии организации / Л. И. Зинина, А. Н. Назаров // Системное управление. – 2016. – № 1 (30). – С. 49.
 103. Chunpir, H. I. Comparison of information technology service management (itsm) practices in e-infrastructures, libraries, public administration and the private sector / H. I. Chunpir, M. Ismailzadeh. – DOI 10.1007/978-3-030-19135-1_4 // Advances in Intelligent Systems and Computing. – 2020. – Vol. 972. – P. 32–41.
 104. Vázquez, C. Z. Validation of a measurement model for the management of the quality of the service in the scope of the audit of information technologies [Validación de un modelo de medición para la gestión de la calidad del servicio en el ámbito de la auditoria de Tecnologías de la Información] / C. Z. Vázquez, D. G. Peláez, F. B. Burgos // RISTI – Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao. – 2019. – Vol. 2019, Is. E23. – P. 53–66.
 105. Логутенко, М. В. Влияние ITIL/ITSM на конкурентоспособность как фактор развития современной экономики / М. В. Логутенко, А. И. Демиденко // Актуальные проблемы социально-гуманитарных исследований в экономике и управлении : материалы IV Всероссийской научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и магистров факультета экономики и управления, 01 декабря 2017 г. / Брянский государственный технический университет. – Брянск, 2018. – С. 364–367.

106. Назарова, А. И. Проектирование системы управления изменениями программного продукта на основе библиотеки ITIL / А. И. Назарова, Д. Н. Бараксанов, Д. И. Рубанов // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике : сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Юрга, 24–25 ноября 2016 г. // Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Юргинский технологический институт ; под ред. А. А. Захаровой. – Томск, 2016. – С. 224–226.
107. Jaadla, H. A self-assessment tool for estimation of IT maturity / H. Jaadla, B. Johansson – DOI 10.34190/MLG.19.132 // Proceedings of the 15th European Conference on Management, Leadership and Governance, ECMLG 2019, Portugal, 14–15 November 2019 / Polytechnic Institute of Porto. – UK : Academic Conferences and Publishing International Limited, 2020. – P. 207–216.
108. Introducing ITIL framework in small enterprises: Tailoring ITSM practices to the size of company / A. El Yamami, K. Mansouri, M. Qbadou, E. Illoussamen H. – DOI 10.4018/IJITSA.2019010101 // International Journal of Information Technologies and Systems Approach. – 2019. – Vol. 12, Is. 1. – P. 1–19.
109. ITSM software ranking for small medium enterprises based on ITIL V3 quick win criteria using fuzzy SIR method / H. T. Sukmana, L. K. Wardhani, S. Khairunnisa, K. O. Lee, R. Wati – DOI 10.25046/aj040237 // Advances in Science, Technology and Engineering Systems. – 2019. – Vol. 4, Is. 2. – P. 288–298.
110. Development and evaluation of a software-mediated process assessment method for IT service / A. Shrestha, A. Cater-Steel, M. Toleman [et al.]. – DOI 10.1016/j.im.2 // Information and Management, 2020. – Vol. 57, Is. 4. – Article No. 103213. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720617308078> (дата обращения: 20.08.2020).
111. Микрюков, А. А. Эволюция ITSM – от лучших практик к методологии / А. А. Микрюков, Г. А. Беркетов, В. А. Павлов // Ценности и интересы совре-

- менного общества: материалы международной научно-практической конференции, 25 сентября – 29 мая 2015 г. / Министерство образования и науки РФ, Московский государственный университет экономики, статистики и информатики. – Москва, 2015. – С. 108–111.
112. Зимин, В. В. Модели и механизмы управления жизненным циклом ИТ-сервисов / В. В. Зимин., И. В. Буркова, А. В. Зимин. – Saarbrücken : LAB LAMBERT Academic Publishing, 2017. – 328 с.
 113. Новиков, Д. А. Механизмы управления динамическими активными системами / Д. А. Новиков, И. М. Смирнов, Т. Е. Шохина. – Москва : ИПУ РАН, 2002. – 124 с.
 114. Перегудов, Ф. И. Введение в системный анализ / Ф. И. Перегудов, Ф. П. Тарасенко. – Москва : Высшая школа, 1989. – 367 с.
 115. Рыков, А. С. Модели и методы системного анализа принятия решений и оптимизация : учебное пособие для вузов / А. С. Рыков. – Москва : МИ-СИС : Руда и металлы, 2005. – 352 с.
 116. Новиков, Д. А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы / Д. А. Новиков, А. А. Иващенко. – Москва : КомКнига, 2006. – 332 с.
 117. Бурков, В. Н. Теория сетевого программирования и ее применение для формирования портфеля проектов / В. Н. Бурков, И. В. Буркова // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014, 16–19 июля 2014 г. / Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – Москва, 2014. – С. 5265–5275.
 118. Бурков, В. Н. Математические модели в технологии разработки систем управления развитием / В. Н. Бурков, Т. В. Насонова, С. А. Баркалов, Т. В. Мещерякова // Экономика и менеджмент систем управления. – 2017. – № 4 (26). – С. 61–70.
 119. Зимин, В. В. Функциональная структуризация системы управления портфелем ИТ-сервисов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин // Металлургия: технологии, управление, инновации, качество : труды Всероссийской

- научно-практической конференции, 26–28 октября 2010 г. / Сибирский государственный индустриальный университет ; под ред. Е. В. Протопопова. – Новокузнецк, 2010. – С. 143–150.
120. Акофф, Р. О целеустремленных системах / Р. Акофф, Ф. Эмери. – Москва : Советское радио, 1974. – 272 с.
 121. Зуев, Д. А. Моделирование качества работы в ITSM системах / Зуев Д. А., Калистратов А. П., Зуев А. Г. // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. – 2018. – Т. 5. – С. 13–17.
 122. Зимин, А. В. Задачи разработки системы управления портфелем сервисов ИТ-провайдера : специальность 05.13.10 : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Зимин Алексей Валерьевич ; СибГИУ. – Новокузнецк, 2013. – 20 с.
 123. Зимин, В. В. Функциональная структуризация системы управления и непрерывной оптимизации процессов производства и предоставления ИТ-услуг / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, М. В. Пургина // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 3.1 (53). – С. 141–146.
 124. Зимин, В. В. О структуризации системы управления деятельностью ИТ-провайдера / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – № 2-1(48). – С. 198–202.
 125. Суровцев, А. С. Модели ITSM и системы ITIL как основа систем управления // А. С. Суровцев // Центральный научный вестник. – 2017. – Т. 2, № 18 (35). – С. 10–11.
 126. Комплексный механизм управления развитием организации / В. Н. Бурков, А. В. Щепкин, К. Е. Амелина [и др.]. – DOI 10.14529/ctcr190308 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2019. – Т. 19, № 3. – С. 79–93.
 127. Скодорова, Л. К. Управления ИТ-процессами / Л. К. Скодорова, В. С. Скодорова, А. Н. Попадюк // Информационные технологии в моделировании и управлении: подходы, методы, решения : материалы I Всероссийской на-

- учной конференции, Тольятти, 12–14 2017 г. В 2 ч. / Министерство образования и науки Российской Федерации, Тольяттинский государственный университет. – Тольятти, 2017. – Ч. 2. – С. 542–549.
128. Myrzakhanov, M. B. Methods of managing it department with the use of information technology infrastructure library (ITIL) / M. B. Myrzakhanov // Integration of the Scientific Community to the Global Challenges of Our Time : materials of the II international scientific-practical conference, Osaka, Japan, 7–9 March 2017. In 3 vol. – Павлодар : Общественный фонд «Региональная Академия Менеджмента», 2017. – Vol. 1. – С. 389–394.
 129. Смирнов, Н. ITSM в бизнесе: повсеместная стандартизация / Н. Смирнов // Директор информационной службы. – 2016. – № 6. – С. 20.
 130. Коновалова, Я. В. Методология ITIL как результат системоаналитической постановки задачи управления информационной инфраструктурой // Я. В. Коновалова // Проблемы и достижения современной науки. – 2016. – № 1 (3). – С. 101–105.
 131. Смирнов, А. В. ITSM – подход к управлению и организации ИТ-услуг как фактор повышения конкурентоспособности предприятия / А. В. Смирнов // Аллея науки. – 2018. – Т. 1, № 11 (27). – С. 16–20.
 132. Кулаков, С. М. Об оценивании ожидаемой эффективности нововведений в систему управления ИТ-сервисами / С. М. Кулаков, В. В. Зимин, А. М. Кузенко, А. В. Зимин // Металлургия: технологии, управление, инновации, качество : труды XVII Всероссийской научно–практической конференции, 8–11 октября 2013 г. / Сибирский государственный индустриальный университет ; под ред Е. В. Протопопова. – Новокузнецк, 2013. – С. 32–37.
 133. Скурихин, В. И. Проектирование систем адаптивного управления производством / В. И. Скурихин, В. А. Забродский, Ю. В. Копейченко. – Харьков : Вища школа, 1984. – 206 с.
 134. Карпова, Н. О. Функциональная архитектура системы для профессиональных ИТ сервисов // Н. О. Карпова // Модернизация и технологическое раз-

- витие промышленности : сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, 04 мая 2018 г. – Уфа, 2018. – С. 36–38.
135. Interpretation and reporting of process capability results: focus on improvement / S. Behari, A. Cater-Steel, A. Shrestha, J. Soar. – DOI 10.1007/978-3-030-00623-5_12 // Communications in Computer and Information Science. – 2018. – Vol. 918. – P. 167–181.
 136. Аншина, М. Проектирование ИТ-процессов / М. Аншина // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. – 2017. – № 5 (68). – С. 44–49.
 137. Новиков, Д. А. Теория управления организационными системами : учебно-методическое пособие / Д. А. Новиков. – Москва : Физматгиз, 2007. – 584 с.
 138. Фельдбаум, А. А. Методы теории автоматического управления / А. А. Фельдбаум, А. Г. Бутковский. – Москва : Наука, 1971. – 744 с.
 139. Тупота, Е. С. Модель системы управления ИТ-инфраструктурой предприятия // Е.С. Тупота // Проблемы информационной безопасности : V Всероссийская с международным участием научно-практическая конференция / Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, 14–16 февраля 2019 г. – Симферополь, 2019. – С. 66–68.
 140. Зимин, В. В. Структуризация системы управления качеством ИТ-услуг / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. С. Торопчин // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника : труды Пятой Всероссийской научно-практической конференции, 20–22 ноября 2012 г. / Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В. Ю. Островляника. – Новокузнецк, 2012. – С. 141–147.
 141. Heikkinen, S. Studying Continual Service Improvement and Monitoring the Quality of ITSM / S. Heikkinen, M. Jäntti. – DOI 10.1007/978-3-030-29238-6_14 // Communications in Computer and Information Science. – 2019. – Vol. 1010. – P. 193–206.
 142. Давлеткиреева, Л. З. Перспективы внедрения информационной системы управления ИТ-активами в банковский сектор / Л. З. Давлеткиреева // Ме-

ждународный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12-5. – С. 774–779.

143. Емельянова, Н. З. Проектирование информационных систем : учебное пособие для студентов учреждений среднего профессионального образования, обучающихся по группе специальностей «Информатика и вычислительная техника» / Н. З. Емельянова, Т. М. Партыка, И. И. Попов. – Москва: ФОРУМ, 2009. – 432 с.
144. Куропаткин, П. В. Оптимальные и адаптивные системы : учебное пособие для вузов по спец. Автоматика и телемеханика / П. В. Куропаткин. – Москва : Наука, 1980. – 288 с.
145. Мамаева, Г. А. Организационная модель многоуровневой архитектуры взаимодействия бизнес-системы и ИТ-системы для приведения ИТ-системы в соответствие с требованиями бизнеса / Г. А. Мамаева, В. Н. Чепикова // Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП-2018) : VII Международная научно-техническая конференция : сборник трудов конференции, 17–19 октября 2018 г. – Белгород, 2018. – С. 465–471.
146. Ткаченко, Н. А. Бесконтактное управление: приоритетное направление развития инновационных ИТ-технологий / Н. А. Ткаченко // Материалы и методы инновационных исследований и разработок : сборник статей международной научно-практической конференции, 3 декабря 2016 г., Челябинск. – Уфа, 2016. – С. 107–114.
147. Michael, S. IT service management frameworks compared – Simplifying service portfolio management / S. Michael, B. Michael, S. Thomas // 2019 IFIP/IEEE Symposium on Integrated Network and Service Management, 8–12 April, Washington, USA. – [Piscataway, USA], 2019. – P. 421–427 (№ 8717883).
148. Аншина, М. Классификация процессов ИТ / М. Аншина // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. – 2017. – № 1 (64). – С. 50–54.
149. Новиков, А. М. Методология / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – Москва : СИНТЕГ, 2007. – 668 с.

150. Зимин, В. В. Ситуационно-динамическое управление жизненным циклом ИТ-сервисов корпоративной информационной системы / В. В. Зимин, С. М. Кулаков // Известия вузов. Черная металлургия. – 2010. – № 6 – С. 62–71.
151. Ансофф, И. Методика проектирования организационных структур. Внутрифирменное планирование в США / И. Ансофф, Р. Бранденбург. – Москва : Экономика. – 1972. – 222 с.
152. Varga, S. A holistic IT infrastructure management framework / S. Varga, G. Barreto, P. D. Battaglin. – DOI 10.1504/IJCSE.2020.105222 // International Journal of Computational Science and Engineering. – 2020. – Vol. 21, № 1. – P. 1–9.
153. Цыпкин, Я. З. Адаптация и обучение в автоматических системах / Я. З. Цыпкин. – Москва : Наука, 1968. – 400 с.
154. Rubio, J. L. How to optimize the implementation of itil through a process ordering algorithm / J. L. Rubio, M. Arcilla. – DOI 10.3390/app10010034 // Applied Sciences (Switzerland). – 2020. – Vol. 10 (1), № 34.
155. Петров, В. Н. Информационные системы / В. Н. Петров. – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – 688 с.
156. Зиновьев, П. А. Моделирование нечеткого облика области живучести корпоративной ИТ-системы / П. А. Зиновьев // Динамика систем, механизмов и машин. – 2016. – № 3. – С. 15–18.
157. Логутенко, М. В. Влияние ITIL/ITSM на развитие экономики предприятия / М. В. Логутенко // От синергии знаний к синергии бизнеса : сборник статей и тезисов докладов V Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и преподавателей, 23 ноября 2018 г. – Омск, 2018. – С. 431–434.
158. Анисимов, В. Г. Модель поддержки принятия решений при формировании товарной стратегии производственной программы предприятия / В. Г. Анисимов, Е. Г. Анисимов, М. Р. Гапов, Т. Н. Сауренко // Вестник Россий-

ского университета дружбы народов. Серия: Экономика. – 2016. – № 2. – С. 62–73.

159. Логутенко, М. В. Влияние методологии ITSM/ITIL на инновационное развитие бизнес процессов / М. В. Логутенко // Логистика - бизнес - инновации : материалы Восьмой Всероссийской научно-практической конференции, 15 мая 2018 г. / Брянский государственный технический университет. – Брянск, 2018. – С. 83–86.
160. Панулина, А. В. Особенности внедрения ITSM и автоматизации ИТ-процессов организации / А. В. Панулина // Научное образование. – 2020. – № 2 (7). – С. 90–93.
161. Горшков, Е. А. Некоторые аспекты использования методологии ITIL для управления предприятием в современной России / Е. А. Горшков // Актуальные проблемы современности: наука и общество. – 2019. – № 1 (22). – С. 65–68.
162. Кутузов, С. В. Техническая поддержка информационной системы класса SERVICE DESK / HELP DESK на основе ITIL / С.В. Кутузов // Научные исследования и разработки молодых ученых. – 2016. – № 11. – С. 85–89.
163. Андрианова, Е. Г. Опыт внедрения стандарта ITIL/ISO 20000 в информационную подсистему сервисного департамента производственной ИТ-компании / Е. Г. Андрианова, Д. В. Пискунова // ИТ-Стандарт. – 2017. – № 1 (10). – С. 44–47.
164. Ясько, А. О. Обзор ITSM-систем для автоматизации бизнес-процессов внедрения и сопровождения программного обеспечения / А. О. Ясько // Научный потенциал молодежи и технический прогресс : материалы I международной научно-практической конференции, 11 мая 2018 г. – Санкт-Петербург, 2018. – С. 18–20.
165. Емекеева, И. С. Внедрение и работа с ITSM-системой на предприятиях / И. С. Емекеева // Моя профессиональная карьера. – 2020. – Т. 2, № 8. – С. 184–188.

166. Абдугулова, Ж. К. Роль и место систем моделирования на стадии проектирования автоматизированных систем управления / Ж. К. Абдугулова, А. А. Маштаева // Научные исследования. 2016. – № 5 (6). – С. 17–18.
167. Ломанцева, А. О. Разработка и внедрение ERP-системы на предприятии / А. О. Ломанцева // Новые технологии - нефтегазовому региону : материалы ежегодного Всероссийского творческого конкурса научно-исследовательских и проектных работ / Тюменский индустриальный университет ; отв. ред. П. В. Евтин. – Тюмень, 2018. – С. 105–106.
168. Нехотина, В. С. Системный подход к исследованию функций оценивания ИТ-проектов по управлению ИТ-инфраструктурой корпоративных информационных систем / В. С. Нехотина // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экономика. Информатика. – 2017. – № 23 (272). – С. 128–138.
169. Брусакова, И. А. Источники формирования интегрального показателя эффективности управления ИТ-сервисами цифрового предприятия / И. А. Брусакова, М. И. Брусаков // Дискурс. – 2017. – № 6. – С. 44–50.
170. Заботина, Н. Н. Моделирование процессов разрешения инцидентов, возникающих в ИТ-сервисах предприятия / Н. Н. Заботина // European Scientific Conference : сборник статей победителей III Международной научно-практической конференции, 20 апреля 2017 г. – Пенза : Наука и Просвещение, 2017. – С. 48–50.
171. Ростова, О. В. Моделирование бизнес-процесса "управление изменениями" для компании-поставщика ИТ-услуг / О. В. Ростова, А. А. Коновалова // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2018) : сборник научных трудов XXI Российской научной конференции, 26–28 апреля 2018 г. / под науч. ред. Ю. Ф. Тельнова ; Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. – Москва, 2018. – С. 108–112.
172. Зимин, А. В. Разработка моделей и механизмов управления проектированием и внедрением ERP-системы предприятия : учебное пособие / А. В. Зимин, В. В. Зимин, В. В. Митьков ; Сибирский государственный индуст-

- риальный университет. – Новокузнецк, 2019. – 95 с. – ISBN 978-5-7806-0523-2.
173. Бельмас, С. М. Разработка и внедрение ERP-систем / С. М. Бельмас, Св. М. Бельмас // Шумпетеровские чтения. – 2018. – Т. 1. – С. 48–60.
 174. Спивак, С. И. Метаобъектный подход к моделированию бизнес-процессов предприятия в рамках единой ERP-системы / С. И. Спивак, Н. Д. Морозкин, Л. А. Лукьянов // Системы и средства информатики. – 2019. – Т. 29, № 2. – С. 113–121.
 175. Толкаченко, Г. Л. Трансформация классического подхода к анализу бизнес-процессов для оценки целесообразности внедрения ERP-систем / Г. Л. Толкаченко, В. В. Гайдук // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2017. – № 2. – С. 220–225.
 176. Мороз, К. В. Система управления в крупных IT-компаниях // К. В. Мороз // Актуальные теоретические и прикладные вопросы управления социально-экономическими системами : материалы Международной научно-практической конференции, 20 декабря 2019 г. / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт развития дополнительного профессионального образования». – Москва, 2019. – С. 117–120.
 177. Зимин, В. В. О концепции сервисной модели корпоративной информационной системы / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. Д. Гуревич // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве AS'2011 : труды VII всероссийской научно-практической конференции, 12–14 ноября 2019 г. / ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» [и др.] – Новокузнецк, 2009. – С. 39–44.
 178. Гламаздин, Е. С. Управление корпоративными программами: информационные системы и математические модели / Е. С. Гламаздин, Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – Москва : ИПУ РАН, 2003. – 159 с.
 179. Хаммер, М. Реинжиниринг корпорации : манифест революции в бизнесе / Майкл Хаммер, Джеймс Чампи ; перевод с английского [Ю. Е. Корнило-

- вич]. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 288 с. – ISBN 978-5-91657-203-2.
180. Зимин, В. В. Формирование оптимального портфеля сервисов ИТ-провайдера / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, К. Ю. Дроздецкий // Системы автоматизации в образовании науке и производстве AS'2015 : труды X Всероссийской научно-практической конференции, 17–19 декабря 2015 г. / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2015. – С. 221–228.
 181. Зимин, В. В. Формирование функционального объема и рабочих групп ERP-проекта предприятия / В. В. Зимин, В. В. Митьков, А. В. Зимин // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2017. – Т. 60, № 12. – С. 998–1004.
 182. Жамсаранов, А. А. ИТ-инфраструктура предприятия: эффективное управление (ITSM), мониторинг и аудит / А. А. Жамсаранов // Мировая наука. – 2019. – № 12 (33). – С. 130–132.
 183. Панфилов, А. Н. О применении стандартов ITIL и COBIT в информационных системах IT-аудита / А. Н. Панфилов, А. А. Кузнецова // Научные исследования в области технических и технологических систем : сборник статей Международной научно-практической конференции, 15 января 2018 г., Казань. – Уфа : Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2018. – С. 149–153.
 184. Пронина Е. В. Методологические вопросы формирования критериев для решения задач моделирования эффективности ERP-систем / Е. В. Пронина // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 4 (105). – С. 837–841.
 185. Пургина, М. В. Разработка структуры и процедур функционирования системы непрерывной оптимизации процессов / М. В. Пургина, В. В. Зимин, Р. С. Койнов // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве (ТИМ'2014) : сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 27–29 марта 2014 г. / УрФУ. – Екатеринбург, 2014. – С. 212–216.

186. Zymin, A. V. Models and mechanisms for planning service improvements / A. V. Zymin, I. A. Zolin, I. V. Burkova, V. V. Zimin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – Vol. 865, 012016. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/865/1/012016/pdf> (дата обращения: 08.09.2020).
187. Obwegeser, N. Continual Process Improvement for ITIL Service Operations: A Lean Perspective / N. Obwegeser, D. T. Nielsen, N. M. Spandet. – DOI 10.1080/10580530.2019.1587576 // Information Systems Management. – 2019. – Vol. 36, № 2. – P. 141–167.
188. Зимин, А. В. Модели и механизмы планирования сервисных улучшений / А. В. Зимин // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019 : труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), 28–30 ноября 2019 г. / Сибирский государственный индустриальный университет [и др.] ; под общ. ред. С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк, 2019. – С. 270–276.
189. Пургина, М. В. О целях и задачах системы непрерывного совершенствования (СНС) ИТ-процессов / М. В. Пургина, В. В. Зимин, С. М. Кулаков // Системы автоматизации в образовании науке и производстве : труды IX Всероссийской научно-практической конференции, 28–30 ноября 2013 г. / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2013. – С. 62–67.
190. Зимин, В. В. О семишаговом механизме оптимизации ИТ-процессов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, М. В. Пургина // Системы автоматизации в образовании науке и производстве : труды IX Всероссийской научно-практической конференции, 28–30 ноября 2013 г. / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2013. – С. 388–392.
191. Система непрерывной оптимизации ИТ-процессов провайдера / В. В. Зимин, М. В. Пургина, Р. С. Койнов, А. С. Добрынин // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014, 16–19 июня 2014 г. / ИПУ РАН. – Москва, 2014. – С. 5296–5308.

192. Зимин, В. В. К построению процедур оценивания эффективности ИТ-процессов и распределения ресурсов на их оптимизацию / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, М. В. Пургина // Экономика и менеджмент систем управления. – 2013. – № 3-1 (9). – С. 161–169.
193. Зимин, В. В. Об оценке эффективности эксплуатации ИТ-сервисов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, М. В. Пургина // Управление большими системами : материалы X Всероссийской школы-конференции молодых ученых, 5–7 июня 2013 г. : в 3 томах. – Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа, 2013. – Т. 2. – С. 90–93.
194. Пургина, М. В. Об оценивании эффективности ИТ-процессов жизненного цикла сервисов / М. В. Пургина, С. М. Кулаков, В. В. Зимин, Р. С. Койнов // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТ-СиТ–2014) : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 16–17 октября 2014 г. / Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева [и др.]. – Кемерово, 2014. – С. 145–146.
195. Механизмы управления : учебное пособие / под ред. Д. А. Новикова. – Москва : ЛЕНАНД, 2011. – 192 с.
196. Рындина, А. С. Выявление и анализ проблем управления ИТ-проектами в современных организациях / А. С. Рындина // Colloquium-journal. – 2019. – № 6-11 (30). – С. 93–94.
197. Ляхов, Н. С. Основные проблемы управления портфелями ИТ-проектов в современных ИТ-компаниях и рекомендации по их устранению / Н. С. Ляхов, В. С. Дадыкин // Фундаментальные научные исследования: теоретические и практические аспекты : сборник материалов международной научно-практической конференции, 25–26 мая 2016 г. – Кемерово : Общество с ограниченной ответственностью «Западно-Сибирский научный центр», 2016. – С. 235–236.
198. Шикунова, Е. Система управления проектами (на примере ИТ-проектов) / Е. Шикунова, О. В. Рогач // Материалы Ивановских чтений. – 2019. – № 4 (26). – С. 28–31.

199. Овсянникова, П. А. Проблемы применения гибких методологий управления портфелем ИТ-проектов в крупной организации / П. А. Овсянникова, О. А. Морозова // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 17 (99). – С. 34–39.
200. Буглов, В. Е. Исследование подходов моделирования информационных систем на примере системы управления ИТ-проектами в режиме распределенной разработки / В. Е. Буглов, Ю. Ю. Липко // Технологии разработки информационных систем : материалы VIII Международной научно-технической конференции, Геленджик, 03–09 сентября 2017 г. / Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону, 2017. – С. 208–211.
201. Цебренок, К. Н. Исследование организационной структуры управления ИТ-проектами / К. Н. Цебренок // Вестник ИМСИТ. – 2019. – № 3 (79). – С. 33–36.
202. Чусавитина, Г. Н. Разработка корпоративного стандарта управления ИТ-проектами для ИТ-компаний : учебное пособие : электронное издание / Г. Н. Чусавитина, В. Н. Макашова ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова. – Магнитогорск, 2017. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32681027> (дата обращения: 20.08.2020).
203. Кряжев, С. А. Управление портфелем ИТ-проектов как инструмент реализации ИТ-стратегии / С. А. Кряжев, Е. В. Кузнецова, Е. Н. Макаров // Информационные технологии. – 2017. – Т. 23, № 11. – С. 833–840.
204. Бушмелева, К. И. Анализ систем по управлению требованиями заказчика, разработки и ведения ИТ проектов / К. И. Бушмелева, Л. Р. Зарипова // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство : сборник научных статей по итогам третьей международной научной конференции, 30 апреля 2019 г. / ПАО Газпром ; ООО Газпром трансгаз Казань. – Казань, 2019. – Ч. 2. – С. 43–48.
205. Салпагаров, С. И. Поиск оптимальной стратегии распределения ресурсов / С. И. Салпагаров, Ю. Р. Маркина // Информационно-телекоммуникационные технологии и математическое моделирование вы-

- сокотехнологичных систем : материалы Всероссийской конференции с международным участием, 18–22 апреля 2016 г. / Российский университет дружбы народов. – Москва, 2016. – С. 175–177.
206. Кузнецова, В. Б. Наукоемкое производство: стратегия оптимизации затрат эксплуатанта / В. Б. Кузнецова, А. И. Сердюк, А. И. Сергеев, Д. В. Кондусов // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2016. – № 4. – С. 89–93.
207. Маликова, М. О. Применение модифицированного метода определения приоритетности проектов в информационной системе управления портфелем ИТ-проектов / М. О. Маликова, О. В. Байцым, И. И. Сидоркин // Достижения науки и образования. – 2018. – № 10 (32). – С. 8–10.
208. Ставцев, Н. О. Выявление особенностей управления ит-проектами на основе системного подхода / Н. О. Ставцев // Colloquium-journal. – 2019. – № 11-5 (35). – С. 102–104.
209. Усанов, Г. А. Алгоритмическое обеспечение управления портфелем ИТ-проектов / Усанов Г. А. // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 1, № 3. – С. 114–116.
210. Ботвин, Г. А. Модели и методы экспресс-анализа инвестиционной привлекательности ИТ-проектов с использованием систем интеллектуального анализа данных / Г. А. Ботвин, М. В. Забоев, Г. В. Чернова, Д. Л. Белых // Международный экономический симпозиум – 2017 : материалы международных научных конференций, 20–21 апреля 2017 г. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 471.
211. Кулаков, С. М. Многовариантные информационные системы и технологии: монография / Сибирский государственный индустриальный университет ; С. М. Кулаков, В. В. Зимин, Е. И. Львова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2000. – 130 с.
212. Умное управление проектами : учебное пособие / С. А. Баркалов, В. Н. Бурков, Я. Д. Гельруд [и др.] ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южно-Уральский государственный университет. – Челябинск, 2019. – 189 с. – ISBN: 9785696050515.

213. Буркова, И. В. Формирование портфеля инвестиционных проектов с учетом ограничений на минимальные объемы инвестиций / И. В. Буркова, Н. М. Подвальная // Системы управления и информационные технологии. – 2010. – № 3 (41). – С. 60–62.
214. Зимин, А. В. Модели и механизмы управления эффективностью ИТ-процессов / А. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Зимин // Системы управления и информационные технологии. – 2019. – № 4 (78). – С. 37–41.
215. Зимин, В. В. Применение сетевого программирования для распределения ресурсов на оптимизацию ИТ-процессов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2015 : труды X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), 17–19 декабря 2015 г. / Сибирский государственный индустриальный университет [и др.] ; под ред. С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк, 2015. – С. 228 – 233.
216. Понтрягин, Л. С. Математическая теория оптимальных процессов / Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкредидзе. – Москва : Наука, 1969. – 384 с.
217. Бурков, В. Н. Механизмы повышения безопасности дорожного движения : монография / В. Н. Бурков, В. Д. Кондратьев, А. В. Щепкин. – Москва : Книжный дом ЛИБРОКОМ. – 2012. – 208 с.
218. Логинов, И. В. Применение метода сравнения деревьев для оценивания качества ИТ-сервисов / И. В. Логинов // Информационные системы и технологии. – 2016. – № 6 (98). – С. 78–88.
219. Саати, Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети / Т. Л. Саати. – Москва : ЛКИ, 2008. – 360 с.
220. Моисеев, Н. Н. Элементы теории оптимальных автоматических систем / Н. Н. Моисеев. – Москва : Наука, 1975. – 528 с.
221. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа и иерархии / Т. Л. Саати ; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. – Москва : Радио и связь, 1993. – 278 с.

222. Беллман, Р. Процессы управления с адаптацией / Р. Беллман ; пер. с англ. Ю. П. Леонова [и др.] ; под ред. А. М. Летова. – Москва : Наука, 1964. – 359 с.
223. Саридис, Дж. Самоорганизующиеся стохастические системы управления / Дж. Саридис. – Москва : Наука, 1980. – 387 с.
224. Петровский, А. Б. Теория принятия решений : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» направления подготовки «Информатика и вычислительная техника» / А. Б. Петровский. – Москва : Академия, 2009. – 400 с.
225. Вагнер, Г. Основы исследования операций / Г. Вагнер. – Москва : Мир, 1972. – 198 с.
226. Буркова, И. В. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами : специальность 05.13.10 : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / И.В. Буркова ; Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – Москва, 2012. – 181 с.
227. Буркова, И. В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации / И. В. Буркова // Автоматика и телемеханика. – 2009. – № 10. – С. 15–21.
228. Виленский, П. Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика : учебное пособие / П. Л. Виленский, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк – 2-е изд. – Москва : Дело. – 2002. – 888 с.
229. Буркова, И. В. Метод сетевого программирования в задачах нелинейной оптимизации / И. В. Буркова // Автоматика и телемеханика. – 2009. – № 10. – С. 15–21.
230. Клыков, Ю. И. Ситуационное управление большими системами / Ю. И. Клыков. – Москва : Энергия, 1974. – 135 с.
231. Бурков, В. Н. Теория сетевого программирования и ее применение для формирования портфеля проектов / В. Н. Бурков, И. В. Буркова // XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ–2014, 16–19 июля

- 2014 г. / Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. – Москва, 2014. – С. 5265–5275.
232. Бурков, В. Н. Задачи оперативного управления проектами / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, Б. К. Уандыков. – DOI 10.14529/ctcr150415 // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 129–137.
233. Зимин, В. В. Формализации и процедуры решения задачи календарного планирования внедрения ИТ-сервисов / В. В. Зимин // Системы автоматизации в образовании науке и производстве AS 2015 : труды X Всероссийской научно-практической конференции, 17–19 декабря 2015 г. / Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2015. – С. 493–497.
234. Зимин, В. В. Календарное планирование ИТ-сервисов ERP-проекта предприятия / В. В. Зимин, В. В. Митьков, А. В. Зимин – DOI 10.17073/0368-0797-2018-4-319-325 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2018. – Т. 61, № 4. – С. 319–325.
235. Ждамирова, Э. Ю. Управление рисками при внедрении технологий ITIL / Э. Ю. Ждамирова, А. В. Дёмина // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2017. – № 4 (68). – С. 116–118.
236. Буркова, И. В. Применение метода сетевого программирования в задачах календарного планирования / И. В. Буркова, Б. К. Уандыков, Ю. А. Халин. – DOI 10.21869/2223-1560-2018-22-5-119-126 // Известия Юго-Западного государственного университета. – 2018. – № 5 (80). – С. 119–126.
237. Бурков, В. Н. Теория графов в управлении организационными системами : учебное пособие для вузов / В. Н. Бурков, А. Ю. Заложнев, Д. А. Новиков. – Москва : Синтег, 2001. – 116 с. – ISBN 5-89638-55-0.
238. Конвей, Р. В. Теория расписаний / Р. В. Конвей, В. Л. Максвелл, Л. В. Миллер ; пер. с англ. В. А. Кокотушкина и Д. Г. Михалева. – Москва : Наука, 1975. – 359 с.

239. Танаев, В. С. Введение в теорию расписаний / В. С. Танаев, В. В. Шкурба ; под ред. Д. Б. Юдина. – Москва : Наука, 1975. – 256 с.
240. Зимин, В. В. Оптимизация объема пилотного тестирования ERP-системы / В. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Митьков, А. В. Зимин – DOI 10.17073/0368-0797-2018-6-478-484 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2018. – Т. 61, № 6. – С. 478–484.
в переводной версии журнала:
Zimin, V. V. Optimizing the Pilot Testing of ERP Systems / V. V. Zimin, I. V. Burkova , V. V. Mit'kov, A.V. Zimin – DOI 10.3103/S0967091218060128 // Steel in Translation. – 2018. – Vol. 48, № 6. – P. 362–367.
241. Черноруцкий, И. Г. Методы оптимизации : учебное пособие / И. Г. Черноруцкий. – Санкт-Петербург : Издательство СПбГТУ, 1998. – 107 с.
242. Лесин, В. В. Основы методов оптимизации : учебное пособие / В. В. Лесин, Ю. П. Лисовец. – Изд. 3-е, испр. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 340 с. – ISBN 978-5-8114-1217-4.
243. Зимин, В. В. Задача оптимального распределения ресурсов на системное тестирование релизов ИТ-сервиса / В. В. Зимин, Т. В. Киселева // Моделирование и наукоемкие технологии в технических и социально-экономических системах : труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 12–15 апреля 2016 г. : в 2 частях / Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В. П. Цымбала, Т. В. Киселевой. – Новокузнецк, 2016. – Ч. 2. – С. 135–140.
244. Зимин, А. В. Механизм управления развертыванием релизов ИТ-сервисов, основанный на структурных свойствах сервиса / А. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Зимин // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2019. – № 5. – С. 337–340.
245. Zimin, A. V. Models and mechanisms for managing the deployment of IT service releases in the operational environment / A. V. Zimin, I. V. Burkova, V. V. Zimin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. –

- Vol. 377, 012045. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/377/1/012045> (дата обращения: 20.08.2020).
246. Орлов, А. И. Теория принятия решений : учебник / А. И. Орлов. – Москва : Экзамен, 2006. – 573 с. – ISBN 5-472-01393-3.
247. Ларичев, О. И. Теория и методы принятия решений, а также Хроника событий в Волшебных странах : учебник для вузов / О. И. Ларичев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Логос, 2003. – 392 с. – ISBN 5940101801.
248. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей : учебник для втузов / Е. С. Вентцель – 4-е изд., стер. – Москва : Наука, 1969. – 576 с.
249. Неверов, К. В. Формирование релизов ИТ-сервисов, учитывающее инциденты, обусловленные ошибками в развертываемых активах / К. В. Неверов // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 14–16 мая 2019 г. / Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк, 2019. – Вып. 23, ч. 7 : Технические науки. – С. 122–126.
250. Зимин, А. В. Планирование развертывания сервисных активов, основанное на данных о применении ИТ-сервисов / А. В. Зимин, И. А. Золин, И. В. Буркова, В. В. Зимин – DOI 10.17073/0368-0797-2020-5-373-378 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2020. – Т. 63, № 5. – С. 373–378.
251. Зимин, В. В. Задача оптимального распределения ресурсов на тестирование релизов ИТ-сервиса / В. В. Зимин, Т. В. Киселева // Системы автоматизации в образовании науке и производстве : труды X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), 17–19 декабря 2015 г. / Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк, 2015. – С. 475–480.
252. Васильев, Ф. П. Методы оптимизации. В 2 частях. Ч.1. Конечномерные задачи оптимизации. Принцип максимума. Динамическое программиро-

- вание / Ф. П. Васильев. – Изд. нов., перераб. и доп. – Москва : МЦНМО, 2011. – 620 с. – ISBN 978-5-94057-707-2.
253. Давыдова, Т. Е. Компетентностный подход в управлении персоналом: оценка, обучение, командообразование / Т. Е. Давыдова, Н. Ю. Калинина, В. Б. Курносов. – Воронеж : Научная книга, 2010. – 184 с.
 254. Виниченко, А. О. Анализ состояния проблемы подготовки ИТ-специалистов в области управления рисками ИТ-проектов / А. О. Виниченко, И. Н. Мовчан // Современные научные исследования и инновации. – 2016. – № 6 (62). – С. 71–75.
 255. Ефимова, И. Ю. Формирование компетенции в области управления проектами у будущих ИТ-специалистов / И. Ю. Ефимова, Е. Н. Гусева, Т. Н. Варфоломеева, Г. Н. Чусавитина // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2019. – № 4. – С. 80–86.
 256. Султанова, Е. С. Влияние использования информационных ресурсов в процессе обучения на формирование ИТ-компетенций учащихся / Е. С. Султанова // Наука, образование и инновации : сборник статей международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 15 октября 2016 г. – Уфа, 2016. – С. 51–55.
 257. Чунаев, А. В. Особенности создания системы корпоративного обучения на основе сервисов ITIL / А. В. Чунаев // Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия : сборник материалов Международной научно-практической конференции, 22 октября 2018 г. / Западно-Сибирский научный центр. – Кемерово, 2018. – С. 23–25.
 258. Чупахина, Н. И. Разработка бизнес-процесса «Управление по компетенциям» как средства совершенствования системы управления персоналом / Н. И. Чупахина, Ю. С. Караваева, А. С. Мацнева // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство : материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием, 23–24 ноября 2017 г. : в 2 томах / Старооскольский технологический институт им А.А. Угарова (филиал) ФГАОУ ВО

- «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». – Старый Оскол, 2017. – Т. 2. – С. 398–403.
259. Арсеньев, Ю. Н. Управление компетенцией персонала на уровне организации и личности / Ю. Н. Арсеньев, В. Д. Бушуев, С. И. Шелобаев // Экономика XXI века: инновации, инвестиции, образование. – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 29–33.
 260. Пистер, Е. И. Проблемы управления персоналом в сфере IT-технологий / Е. И. Пистер, Д. А. Халикова // Экономика и современный менеджмент: теория, методология, практика : сборник статей II Международной научно-практической конференции, 10 мая 2018 г. / отв. ред. Г. Ю. Гуляев – Пенза : МЦНС «Наука и просвещение», 2018. – С. 27–29.
 261. Чунаев, А. В. Особенности создания системы корпоративного обучения на основе сервисов ITIL / А. В. Чунаев // Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия : сборник материалов Международной научно-практической конференции, 22 октября 2018 г. – Кемерово : Общество с ограниченной ответственностью «Западно-Сибирский научный центр», 2018. – С. 23–25.
 262. Kulik, S. Effective strategy for competences forming / S. Kulik, K. Tkachenko // The 3rd international conference on digital information processing, data mining, and wireless communications, DIPDMWC 2016, Moscow, 06–08 july's 2016 // Moscow Engineering Physics Institute. – USA : Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016. – P. 239–244.
 263. Темникова, А. Б. Проектирование онлайн-сервиса для автоматизации подбора ИТ-специалистов в условиях цифровой экономики / А. Б. Темникова, Л. З. Давлеткиреева // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2018) : сборник научных трудов XXI Российской научной конференции, 25–28 апреля 2018 г. : в 2 томах / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. – Москва, 2018. – Т. 2. – С. 203 – 205.

264. Васильева, Е. В. Современные проблемы управления процессом формирования и возмещения кадров ИТ-отрасли и вузов / Е. В. Васильева // Проблемы рыночной экономики. – 2016. – № 1. – С. 20–24.
265. Назарова, О. Б. Технологический уровень оценки эффективности процесса формирования компетенций ИТ-специалистов информационных систем / О. Б. Назарова, О. Е. Масленникова // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 6. – С. 353.
266. Кенин, С. Л. Совершенствование процесса набора, отбора и адаптации ИТ-персонала в группах технической поддержки / С. Л. Кенин, О. Б. Попов, С. Л. Подвальный [и др.] // Экономика и менеджмент систем управления. – 2017. – № 2 (24). – С. 16–23.
267. Клековкин, В. С. Управление качеством компетенций персонала предприятия / В. С. Клековкин, В. Н. Пермяков – DOI 10.22213/2410-9304-2019-1-49-56 // Интеллектуальные системы в производстве. – 2019. – Т. 17, № 1. – С. 41–56.
268. Баканова, А. П. Проектирование системы управление корпоративными знаниями и компетенциями в инновационной компании / А. П. Баканова, К. В. Логинов, А. Н. Шиков – DOI 10.26726/1812-7096-2019-6-25-34 // Региональные проблемы преобразования экономики. – 2019. – № 6 (104). – С. 25–34.
269. Ломакин, В. В. Методика оценки компетентности исполнителей SAP-проектов / В. В. Ломакин, С. В. Михайлова, З. А. Маркова – DOI 10.18413/2518-1092-2017-2-4-10-20 // Научный результат. Информационные технологии. – 2017. – Т. 2, № 4. – С. 10–20.
270. Сергеева, Д. М. Формирование персонифицированных программ обучения пользователей ИТ-сервисов / Д. М. Сергеева // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 14–16 мая 2019 г. / Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. М. В. Тем-

- лянцева. – Новокузнецк, 2019. – Вып. 23, ч. 7: Технические науки. – С. 39–43.
271. Зимин, А. В. Формирование программ обучения пользователей ERP-системы / А. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Митьков, В. В. Зимин – DOI 10.17073/0368-0797-2018-10-813-817 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2018. – Т. 61, № 10. – С. 813–817.
- в переводной версии журнала:
- Zimin, A. V. Formulating Training Programs for Users of ERP Systems / A. V. Zimin, I. V. Burkova, V. V. Mit'kov, V. V. Zimin – DOI 10.3103/S0967091218100157 // Steel in Translation. – 2018. – Vol. 48, № 10. – P. 642–646.
272. Zimin, A. V. Models and mechanisms for managing competencies of IT services users / A. V. Zimin, I. V. Burkova, V. V. Zimin // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 377, 012046. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/377/1/012046> (дата обращения: 20.08.2020).
273. Zimin, V. V. The vector optimization mechanism for resource planning problems / V. V. Zimin, V. V. Mitkov, A. V. Zimin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. – Vol. 206, 012045. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/206/1/012045> (дата обращения: 20.08.2020).
274. Митьков, В. В. Механизм векторной оптимизации для задач ресурсного планирования / В. В. Митьков, В. В. Зимин, А. В. Зимин, И. Г. Степанов // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2018. – № 4. – С. 397–401.
275. Поспелов, А. Б. Методы многокритериальной целочисленной оптимизации / А. Б. Поспелов. – USA : LAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 232 с.

276. Дубов, Ю. А. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов системы / Ю. А. Дубов, С. И. Травкин, В. Н. Якимец. – Москва : Наука, 1986. – 215 с.
277. Подиновский, В. В. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач / В. В. Подиновский, В. Д. Ногин – Москва : Наука, 1982. – 256 с.
278. Зимин, А. В. Оргмеханизмы формирования программ обучения пользователей ИТ-сервисов / А. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Зимин // Системы управления и информационные технологии. – 2019. – № 3 (77). – С. 63–66.
279. Зимин, А. В. Модели и механизмы реализации гибкого целеполагания при формировании программы обучения пользователей ERP-системы / А. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Зимин // XIII Всероссийское совещание по проблемам управления, 17–20 июня 2019 г. : труды / Российская академия наук, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. – Москва, 2019. – С. 1733–1737.
280. Зимин, А. В. О механизмах формирования оптимальных персонифицированных программ обучения пользователей / А. В. Зимин, Т. В. Киселева, И. В. Буркова, В. В. Зимин // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2019. – № 5. – С. 341–344.
281. Баркалов, С. А. Задачи повышения уровня компетентности персонала организации / С. А. Баркалов, Н. Ю. Калинина, Т. В. Насонова // Экономика и менеджмент систем управления. – 2017. – № 3.1 (25). – С. 110–117.
282. Бурков, В. Н. Задачи стимулирования роста уровня компетентности специалистов / В. Н. Бурков, С. А. Баркалов, Н. Ю. Калинина, Т. В. Насонова // Проблемы современных экономических, правовых и естественных наук в России – синтез наук в конкурентной экономике : реферативный сборник статей по материалам VII Международной научно-практической конференции, 27–29 апреля 2018 г. : в 2 томах / Воронежский государственный технический университет. – Воронеж, 2018. – Т. 1. – С. 60–62.
283. Zimin, A. V. The mechanism for the generalized dual problem of network programming solving / A. V. Zimin, I. V. Burkova, O. Ja. Kravets, V. V. Zimin. –

- DOI 10.1088/1742-6596/1399/3/033031 // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – Vol. 1399, 033031. – URL: <https://iopscience.iop.org/issue/1742-6596/1399/3> (дата обращения: 20.08.2020).
284. Гермейер, Ю. Б. Введение в теорию исследования операций / Ю. Б. Гермейер. – Москва : Наука, 1971. – 384 с.
285. Пономарев, В. А. Теоретико-игровые модели распределения ресурсов / В. А. Пономарев // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2018. – № 4. – С. 98–105.
286. Стенников, В. А. Игровая математическая модель согласования интересов участников процесса теплоснабжения потребителей / В. А. Стенников, О. В. Хамисов, А. В. Пеньковский // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2019. – № 6. – С. 3–18.
287. Виноградов, Г. П. Теоретико-игровая модель целенаправленного выбора / Г. П. Виноградов // Нейронаука для медицины и психологии : труды XIII Международного междисциплинарного конгресса в рамках подготовки к XXIII Съезду Российского Физиологического Общества им. И. П. Павлова (Воронеж, 2017), посвященному 100-летию создания этого общества Иваном Петровичем Павловым, Судак, Крым, Россия, 30 мая–10 июня 2017 г. – Москва : МАКС Пресс, 2017. – С. 113–114.
288. Меерсон, А. Ю. Принятие управленческих решений на основе игровых моделей / А. Ю. Меерсон, Е. И. Смирнова // Информационные технологии и математические методы в экономике и управлении (ИТИММ-2017) : сборник научных статей VII международной научно-практической конференции, 30–31 марта 2017 г. / Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова. – Москва, 2017. – С. 77–80.
289. Пономарев, А. С. Изучение компетенций менеджеров, участвующих в разработке функциональной стратегии / А. С. Пономарев // Гуманитарные и социально-экономические науки. – 2016. – № 5 (90). – С. 99–105.

290. Лепило, Н. Н. Использование игровых моделей для повышения эффективности управленческой деятельности / Н. Н. Лепило // Направления повышения эффективности управленческой деятельности органов государственной власти и местного самоуправления : сборник материалов I Международной научно-практической конференции, 26–27 апреля 2018 г. / Донбасский государственный технический университет. – Алчевск, 2018. – С. 104–113.
291. Гибадуллин, А. А. Модели игрового интеллекта в обучении / А. А. Гибадуллин // Педагогические исследования и разработки 2019 : сборник статей II Международного научно-исследовательского конкурса, 10 октября 2019 г. / МЦНС «Наука и просвещение». – Пенза, 2019. – С. 48–50.
292. Губко, М. В. Теория игр в управлении организационными системами : учебное пособие / М. В. Губко, Д. А. Новиков ; Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва, 2005. – 138 с.
293. Мальсагов, М. Х. Кооперативно-игровые модели распределения вознаграждения / М. Х. Мальсагов // Системы управления и информационные технологии. – 2020. – № 1 (79). – С. 39–44.
294. Зимин, А. В. Об игровом подходе к повышению компетенций пользователей ИТ-сервисов / А. В. Зимин, Д. В. Сергеева, В. В. Зимин // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019 : труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) / под общ. ред. С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк, 2019. – С. 274–280.
295. Зимин, А. В. Игровые модели и механизмы формирования программ повышения компетенций пользователей ИТ-сервисов / А. В. Зимин, И. В. Буркова, В. В. Зимин // Системы управления и информационные технологии. – 2019. – № 3 (77). – С. 86–90.
296. Бурков В. Н. Модели согласованного комплексного оценивания в задачах принятия решений / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, Н. А. Коргин, А. В. Щеп-

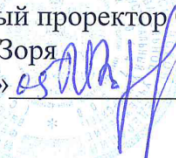
- кин – DOI 10.14529/ctcr200201 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2020. – Т. 20, № 2. – С. 5–13.
297. Бурков, В. Н. Как управлять проектами / В. Н. Бурков, Д. А. Новиков. – Москва : СИНТЕГ : ГЕО. – 1997. – 188 с. – ISBN 5-86639-029-9.
298. Бурков, В. Н. Основы математической теории активных систем / В. Н. Бурков ; Институт проблем управления. – Москва : Наука, 1977. – 255 с.
299. Иващенко, А. А. Модели и механизмы многокритериального стимулирования в организационных системах / А. А. Иващенко, Д. А. Новиков, М. А. Щепкина ; Российская академия наук, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. – Москва, 2006. – 60 с.
300. Новиков, Д. А. Управление проектами: организационные механизмы / Д. А. Новиков ; Российская академия наук, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова. – Москва : ПМСОФТ, 2007. – 140 с. – ISBN 978-5-903-183-01-2.
301. Янченко, Д. Р. Стимулирование персонала как ключевой фактор успеха организации / Д. Р. Янченко, Н. П. Жуковская // Актуальные исследования и инновации : сборник статей Международной научно-практической конференции, 14 октября 2017 г. – Самара, 2017. – С. 46–48.
302. Ларионова, В. Л. Методы мотивации и стимулирования проектной команды / В. Л. Ларионова // Новое слово в науке и практике : гипотезы и апробация результатов исследований : сборник материалов XXXI Международной научно-практической конференции, 19 мая, 9 июня 2017 г. / Центр развития научного сотрудничества. – Новосибирск, 2017. – С. 88–92.
303. Barkalov, S. A. Incentive systems in project management / S. A. Barkalov, V. N. Burkov, N. Yu. Kalinina, T. V. Nasonova – DOI 10.14529/ctcr180415 // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2018. – Т. 18, № 4. – С. 152–159.

304. Цветков, А. В. Стимулирование в управлении проектами / А. В. Цветков. – Москва : НИЦ «АПОСТРОФ», 2001. – 143 с. – ISBN 5-94155-006-5.
305. Величко, Е. А. Теоретические и прикладные аспекты разработки премиальных систем инженеров-проектировщиков конструкторского бюро : монография / Е. А. Величко, Ф. Н. Давыдовский. – Самара : НИЦ «Л-Журнал», 2017. – 82 с. – ISBN 978-5-9909450-6-7.
306. Новиков, Д. А. Стимулирование в организационных системах / Д. А. Новиков. – Москва : СИНТЕГ, 2003. – 312 с.
307. Бурков, В. Н. Механизмы стимулирования при разных типах поведения агентов / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, З. М. Даулбаева, А. М. Ходунов – DOI 10.25728/mlsd.2019.1.1184 // Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2019 : материалы двенадцатой международной конференции, 1–3 октября 2019 г. / Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. – Москва, 2019. – С. 1184. – URL: https://mlsd2019.ipu.ru/proceedings_1/section_15/1184.pdf (дата обращения: 20.08.2020).
308. Зимин, В. В. О системе сбалансированного и согласованного стимулирования для управления ИТ-проектами / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, М. В. Пургина // Известия вузов. Черная металлургия. – 2013. – № 4. – С. 39–42.
309. Зимин, В. В. Построение оптимального согласованного механизма стимулирования разработчиков ИТ-сервисов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин, А. С. Торопчин // Экономика и менеджмент систем управления. – 2012. – Т. 6, № 4.2. – С. 226–230.
310. Зимин, В. В. О сбалансированном стимулировании разработчиков ИТ-сервисов / В. В. Зимин, С. М. Кулаков, А. В. Зимин // Системы управления и информационные технологии. – 2012. – Т. 49, № 3. – С. 73–76.
311. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618366 Российская Федерация. ПО для итеративной процедуры решения обобщенной двойственной задачи сетевого программирования : № 2020617455 : заявл. 13.07.2020 : зарегистрир. 24.07.2020 : опубл.

- 24.07.2020 / В. В. Зимин, А. В. Зимин, С. Н. Калашников, Е. И. Рябцев ; правообладатель В. В.Зимин
312. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618300 Российская Федерация. Программный комплекс для формирования плана оптимизации ИТ-процессов : № 2020617415 : заявл. 13.07.2020 : зарегистрир. 22.07.2020 : опубл. 22.07.2020 / Зимин А. В. ; правообладатель А. В. Зимин.
313. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618313 Российская Федерация. Программный комплекс для формирования методом сетевого программирования унифицированных и персонафицированных программ повышения компетенций персонала предприятий и организаций : № 2020617446 : заявл. 13.07.2020 : зарегистрир. 23.07.2020 : опубл. 23.07.2020 / А. В. Зимин, И. А. Золин, Д. М. Сергеева, М. М. Свинцов ; правообладатель А. В. Зимин.
314. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020619803 Российская Федерация. Программа для решения задачи формирования функционального объёма ERP-системы методом сетевого программирования : № 2020615138 : заявл. 20.05.2020 : зарегистрир. 25.08.2020 : опубл. 25.08.2020 / И.А. Золин, А.В. Зимин, Д.М. Сергеева ; правообладатель И.А. Золин.
315. Зимин, А.В. Применение компьютерного моделирования для исследования решений игровой задачи управления компетенциями / И.В. Буркова, В.В. Зимин // Системы управления и информационные технологии, №4(82), 2020. – С. 32-34.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Справка об использовании результатов исследования в учебном процессе

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
первый проректор СибГИУ
И.В. Зоря
«14»  2020г.

СПРАВКА

об использовании в учебном процессе результатов исследований
А.В. Зимина, представленных в докторской диссертации «Развитие
теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным
циклом сервисов ИТ-провайдера»

Теоретические и практические результаты диссертации Зимина А. В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» применяются в научной деятельности и учебном процессе Института информационных технологий и автоматизированных систем Сибирского государственного индустриального университета.

Полученные Зиминим А.В. новые научные результаты применяется в исследованиях аспирантов и магистрантов при изучении, освоении, разработке, компьютерном моделировании и проведении деловых имитационных игр (с целью освоения и проверки эффективности методов и алгоритмов решения) следующих задач управления жизненным циклом ИТ-сервиса:

1. Изучение «лучших практик» методологии ITIL 3,4 по структуризации ИТ-деятельности и принятию решений при управлении жизненным циклом ИТ-сервисов.

2. Освоение методов анализа и синтеза функциональной структуры адаптивной к рыночной среде и саморазвивающейся системы конкурентного управления активами ИТ-провайдера.

3. Изучение методов формализации и разработка методов и алгоритмов решения задач управления ИТ-сервисами и процессами различных стадий жизненного цикла ИТ-сервиса:

- задачи формирования функционального объема ERP-системы предприятия (стадия стратегии);

- задачи формирования календарного плана разработки ИТ-сервисов бизнес-процессов предприятия параллельно работающими проектными группами (стадия проектирования);

- задачи формирования функционального объема пилотного тестирования ERP-системы предприятия (стадия внедрения);
- задач формирования и развертывания релизов ИТ-сервисов в эксплуатационной ИТ-среде (стадия внедрения);
- задач формирования плана сервисных улучшений (стадия непрерывных улучшений);
- задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов (все стадии жизненного цикла);
- теоретико-игровых задач управления компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов (все стадии жизненного цикла);

4. Применение компьютерного моделирования для решения следующих задач:

- задачи формирования оптимального портфеля сервисов ERP-системы предприятия;
- задачи формирования портфелем проектов, оптимизирующего комплексный показатель эффективности процессов жизненного цикла ИТ-сервиса;
- задач унифицированного и персонифицированного управления компетенциями пользователей ИТ-сервисов;
- обобщенной двойственной задачи (ОДЗ) сетевого программирования, порождаемой прямой задачей персонифицированного управления компетенциями.

5. Проведение деловой игры «Управление компетенциями ИТ-персонала» при внедрении ERP-системы.

В учебном процессе разработанные Зиминим А.В. модели, механизмы управления и комплексы программ используются для подготовки обучающихся по направлениям:

бакалавриата:

09.03.02 Информационные системы и технологии (дисциплины: «Проектная деятельность 3», «Проектная деятельность 4» «Управление жизненным циклом информационно – технологических сервисов», «Корпоративные информационные системы», «Теория информационных процессов и систем», «Информационные технологии»).

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (дисциплины: «Управление жизненным циклом систем автоматизации», «Системы автоматизированного управления предприятием», «Управление деятельностью служб автоматизации», «Управление проектами»).

магистратуры:

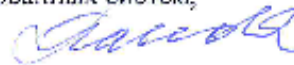
09.04.02 Информационные системы и технологии (дисциплины: «Интеллектуальные информационные системы», «Методы дискретной оптимизации в управлении проектами», «Разработка и реализация проектов»).

И.о.заведующего кафедрой
«Автоматизация и информационные
системы»,
к.т.н., доцент



О.В. Михайлова

Директор института информационных
технологий и автоматизированных систем,
д.т.н., доцент



М.Д. Павлов

Справка об использовании результатов исследования в дирекции по информационным технологиям Дивизиона Сибирь (ЕВРАЗ ЗСМК)



ПРОТОКОЛ заседания Технического совета Дирекции по информационным технологиям Дивизиона Сибирь (ЕВРАЗ ЗСМК)

г.Новокузнецк

22 декабря 2020 года

Председатель: Дворядкина А.А. - директор по ИТ

Члены технического совета:

Шатров И.Е. – заместитель директора по ИТ

Таскунов В.А. – начальник управления заказчика ИТ-услуг

Левин Р.А. – зам. начальника управления по развитию ИТ

РАССМОТРЕЛИ:

Основные положения и результаты диссертационной работы Зимина А.В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера»

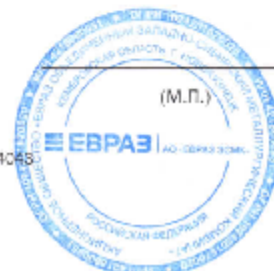
ПОСТАНОВИЛИ:

Рекомендовать к разработке и внедрению, систему управления ИТ-сервисами и процессами, рассматриваемую в указанной диссертационной работе, и решающую следующие задачи:

- 1) формирование портфеля ИТ-сервисов предприятия;
- 2) формирование календарного плана разработки ИТ-сервисов бизнес-процессов предприятия параллельно работающими проектными группами;
- 3) формирование функционального объема пилотного тестирования ИТ-сервисов предприятия;
- 4) формирование и развертывания релизов ИТ-сервисов в эксплуатационной ИТ-среде;
- 5) формирование плана сервисных улучшений;
- 6) унифицированное и персонифицированное управление компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов;
- 7) теоретико-игровые задачи управления компетенциями ИТ-персонала и пользователей ИТ-сервисов.

Председатель:

А.А. Дворядкина



Справка об использовании результатов исследования в проектной и операционной деятельности банка «Левобережный»



03.07.2020 г. № re/349

По месту требования

Результаты научных исследований, выполненных Зиминим А. В. в диссертации «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» обсуждены на заседании Финансового комитета.

По итогам обсуждения приняты решения:

1. Использовать выводы и результаты исследований Зимина А. В. при проведении внутреннего аудита эффективности функционирования информационно-технологической службы.
2. Включить в портфель проектов, направленных на обеспечение конкурентного преимущества организации, разработку предложенных Зиминим А.В. процедур формирования плана оптимизации информационно-технологических процессов.
3. Адаптировать к условиям Банка предложенные в диссертации алгоритмы управления компетенциями сотрудников.

Начальник РО Новокузнецк



Ж.Н. Кулешова

Справка о применении результатов диссертационной работы для планирования образовательной и научной деятельности профессорско-преподавательского состава СибГИУ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
и инновациям СибГИУ, д. т. н.,
профессор Темлянец М. В.

« 12 » сентября 2021г.

Справка

о принятии к внедрению результатов диссертационной работы Зимина А.В.
«Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления
жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» для планирования
образовательной и научной деятельности профессорско-преподавательского
состава СибГИУ

Программный комплекс, разработанный при выполнении диссертационной работы Зимина А. В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» с целью решения задачи формирования плана сервисных улучшений, апробирован в СибГИУ для формировании планов образовательной, научной и другой деятельности профессорско-преподавательского состава университета. Процедура планирования деятельности отдельного преподавателя включает следующие этапы:

- формирование для каждого раздела деятельности приложения А «Положения о проведении мониторинга эффективности деятельности ППС, кафедр и институтов университета» потенциально выполнимого преподавателем перечня работ;
- оценку преподавателем его личных трудозатрат на выполнение каждой из потенциально возможных работ (включенных в перечень);
- формирование «ручного» плана работ (без применения программного комплекса);
- построение с использованием программного комплекса, реализующего метод сетевого программирования, планов научной и образовательной деятельности,

обеспечивающих максимум значения индекса эффективности для заданных преподавателем уровней напряженности плана (трудозатрат на его реализацию).

- анализ полученных при ручном формировании и компьютерном моделировании вариантов планов и определение наилучшего плана деятельности по критерию «трудозатраты – индекс эффективности».

Проведенные вычислительные эксперименты построения планов образовательной, научной и другой деятельности для старшего преподавателя, доцента и профессора кафедры АИС показали, что программный комплекс позволяет улучшить значение индекса эффективности планов на 5 - 40% при одинаковых трудозатратах на реализацию плана.

Полученные результаты компьютерного моделирования позволяют принять к внедрению разработанный программный комплекс, как инструмент планирования образовательной и научной деятельности профессорско-преподавательского состава университета, с интеграцией комплекса в систему мониторинга эффективности деятельности ППС университета.

Заведующая кафедрой АИС,
доцент



О.В. Михайлова

Директор института ИТиАС,
д.т.н., профессор



Л.Д. Павлова

Справка об использовании результатов исследования в компании «СТРИМ»



от «21» декабря 2020 г.
№ 14/12-А

СПРАВКА

Результаты научных исследований, представленные в диссертации Зими́на А.В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» приняты к внедрению для совершенствования текущей операционной и инвестиционной деятельности компании.

Полученные в диссертации результаты будут использованы для решения задач:

- разработки портфеля инвестиционных проектов;
- формирования календарного плана разработки проектов;
- совершенствование системы стимулирования персонала.

Директор по развитию
ООО «СТРИМ»



В.Н. Колесников

г. Москва, ул. Купцова 20

WWW.STRIM.RU

тел./факс: (495) 508-84-99

e-mail: nps-strim@mail.ru

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ · УКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ · РЕМОНТ БЕТОНА · АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА

Справка об использовании результатов исследования в АО Научно-производственный центр «Эталон»



Кемеровский филиал
Акционерное Общество
Научно-производственный центр «ЭТАЛОН»
650025, г. Кемерово, ул. Чкалова, д.10
E-mail: etalon-kem@mail.ru Тел. +7 (3842)76-77-88
Факс +7 (3842)36-59-02

26.05.2020 г. № 26/05-20

по месту требования

Основные положения и результаты диссертационной работы Зимина А. В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» рассмотрены на техническом совете АО НПЦ «Эталон» и рекомендованы к внедрению с целью совершенствования выполняемой организацией проектной деятельности.

Значимый интерес для внедрения представляют разработанные Зиминим А.В. алгоритмы решения следующих задач управления проектами:

- формирование портфеля взаимосвязанных проектов при ограниченном финансировании;
- построение календарного плана реализации портфеля взаимосвязанных проектов;
- определение функциональных объемов взаимосвязанных проектов, составляющих объем пилотного тестирования;
- управление компетенциями проектировщиков;
- управление стимулированием проектной команды.

Применение полученных Зиминим А.В. результатов при решении практических задач построения календарного плана работы проектной службы и формирования портфеля проектов компании на 2019-2020 г.г. позволило добиться экономического эффекта в 4,6 млн. руб. Предложенные алгоритмы и процедуры по управлению компетенциями и управлению стимулированием персонала будут учтены при подготовке плана и организации работ на 2021 год.

Директор Кемеровского филиала
АО НПЦ «Эталон»



Д.А. Фролов

Справка об использовании результатов исследований в Центре цифровых компетенций и учебном процессе СибГИУ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе -
первый проректор СибГИУ

Зоря И.В.

« 12 » февраля 2021г.

СПРАВКА

об использовании в Центре цифровых компетенций и учебном процессе СибГИУ результатов исследований А.В. Зимины, представленных в докторской диссертации «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера»

Практические результаты диссертации Зимины А. В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера», в частности, программные комплексы решения задач управления компетенциями персонала и формирования портфеля проектов совершенствования ИТ-процессов жизненного цикла ИТ-сервиса (на которые получены свидетельства регистрации ФИПС):

1. Включены в состав базового ПО учебного назначения Центра цифровых компетенций СибГИУ.

2. Используется обучающимися направлений подготовки 09.03.02 и 09.04.02 «Информационные системы и технологии» при изучении дисциплин «Методы дискретной оптимизации в управлении проектами» и «Проектная деятельность» для решения следующих научно-технических задач:

2.1. Исследование зависимости оптимального решения задачи управления компетенциями ИТ-персонала от уровня начальных компетенций и затрат на обучение.

2.2. Исследование зависимости состава портфеля проектов совершенствования ИТ-процессов жизненного цикла ИТ-сервиса от размеров инвестиционного и операционного бюджетов.

2.3. Исследование зависимости состава портфеля проектов совершенствования ИТ-процессов жизненного цикла ИТ-сервиса от принятой ИТ-провайдером стратегии (стратегии на улучшение свойств ИТ-сервисов, стратегии на улучшение процессов поддержки применения ИТ-сервисов пользователями).

Программный комплекс позволяет обучающимся отслеживать результаты поэтапного формирования решений задач (наблюдать решения последовательности оценочных подзадач) и представлять результаты решений и исследований в наглядной (табличной и графической) форме.

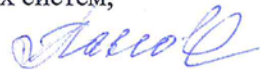
Результаты исследований, полученных магистрантами при выполнении курсовых работ, размещаются в системе мониторинга учебного процесса MOODLE.

Заведующая кафедрой АИС,
к.т.н., доцент



О. В. Михайлова

Директор института информационных
технологий и автоматизированных систем,
д.т.н., профессор



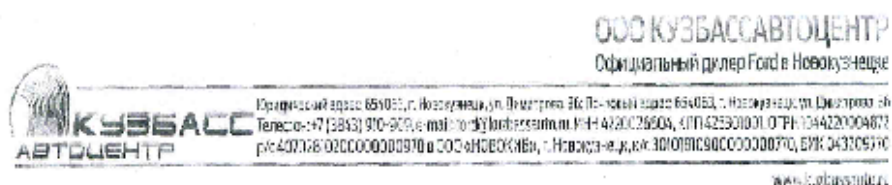
Л. Д. Павлова

Начальник учебно-методического
управления, к.т.н., доцент



О. Г. Приходько

Справка об использовании результатов исследования в ООО «КузбассАвтоЦентр»



16» апреля 2020 г.

по месту требования

Результаты диссертационной работы Зимина А. В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» использованы для календарного планирования деятельности информационно-технологической службы компании. Ожидаемый эффект от внедрения составляет 250 тыс. рублей.

Результаты диссертации планируется использовать для решения задач:

- разработка портфеля проектов, обеспечивающего конкурентоспособность компании;
- управление компетенциями персонала компании;
- совершенствование системы стимулирования сотрудников.

Директор ООО «КУЗБАССАВТОЦЕНТР»

В.В. Лемеш



Справка об использовании результатов исследования в ООО «ФлайМоторс»



ООО «ФЛАЙ МОТОРС»

Генеральный директор
г. Москва, ул. Мухоморова, д. 10
Тел: +7 (495) 741-10-00
Факс: +7 (495) 741-10-01
E-mail: info@flymotors.ru
ИНН 50/0000000000 ОГРН 1045000000000
ОГРН 1045000000000

«26» мая 2020г.

по месту требования

Диссертационная работа Зимина А. В. «Развитие теоретических основ и методов конкурентного управления жизненным циклом сервисов ИТ-провайдера» содержит комплекс разработок, назначение которых состоит в совершенствовании текущей операционной и инвестиционной деятельности компаний и организаций, экономические результаты которых в значительной степени определяются качеством применяемых ИТ-сервисов.

Полученные в диссертации результаты будут использованы для решения задач:

- определение и обновление состава критических факторов успеха деятельности компании;
- изменение функциональной структуры управления информационных технологий компании;
- разработки портфеля инвестиционных проектов;
- совершенствование системы стимулирования персонала.

Директор ООО «Флай Моторс»



С.С. Меркулов

**Свидетельство о государственной регистрации программ
для ЭВМ**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020619803

**Программа для решения задачи формирования
функционального объема ERP-системы методом сетевого
программирования**

Правообладатель: *Золин Игорь Андреевич (RU)*

Авторы: *Золин Игорь Андреевич (RU), Зимин Алексей Валерьевич
(RU), Сергеева Дарья Михайловна (RU)*



Заявка № **2020615138**

Дата поступления **20 мая 2020 г.**

Дата государственной регистрации

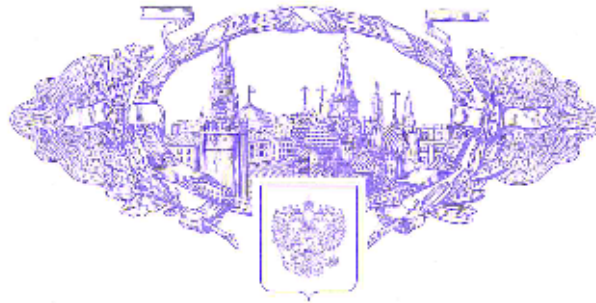
в Реестре программ для ЭВМ **25 августа 2020 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев

Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020618313

**Программный комплекс для формирования методом
системного программирования унифицированных и
персонализированных программ повышения компетенций
персонала предприятий и организаций**

Правообладатель: *Зимин Алексей Валерьевич (RU)*

Авторы: *Зимин Алексей Валерьевич (RU), Зимин Игорь Андреевич
(RU), Сергеева Дарья Михайловна (RU), Свинцов Максим
Максимович (RU)*

Заявка № **2020617446**

Дата поступления **13 июля 2020 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **23 июля 2020 г.**

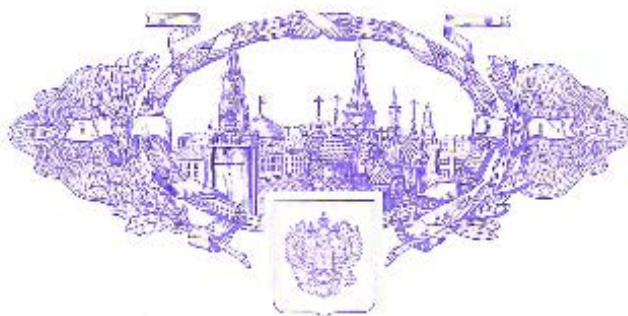


Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г. П. Иванов Г. П. Иванов

Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020618366

ПО для итеративной процедуры решения обобщенной
двойственной задачи сетевого программирования

Праваобладатель: *Зимин Валерий Викторович (RU)*

Авторы: *Зимин Валерий Викторович (RU), Зимин Алексей
Валерьевич (RU), Казашиников Сергей Николаевич (RU), Рябцев
Егор Иванович (RU)*



Заявка № 2020617455

Дата поступления 13 июля 2020 г.

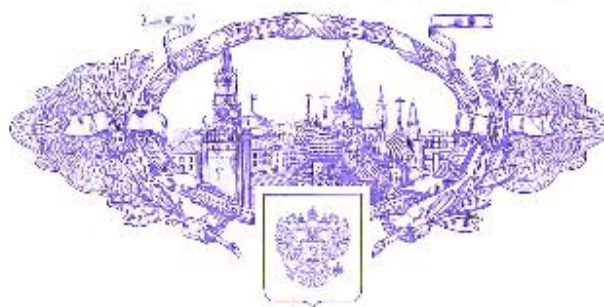
Дата государственной регистрации
в Роспатенте программы для ЭВМ 24 июля 2020 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.Н. Илизов Г.Н. Илизов

**Свидетельство о государственной регистрации программ
для ЭВМ**

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020618300

**Программный комплекс для формирования плана
оптимизации ИТ-процессов.**

Правобладелец: *Зимин Алексей Валерьевич (RU)*

Автор: *Зимин Алексей Валерьевич (RU)*



Заявка № **2020617415**

Дата поступления **13 июля 2020 г.**

Дата государственной регистрации

в Реестре программ для ЭВМ **22 июля 2020 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.А. Иванова **Г.А. Иванова**