

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт математики, физики и информационных технологий  
(наименование института полностью)

Кафедра Прикладная математика и информатика  
(наименование)

01.04.02 Прикладная математика и информатика  
(код и наименование направления подготовки)

Математическое моделирование  
(направленность (профиль))

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

на тему Математическое моделирование рисков в сфере дополнительного образования

Обучающийся

Р.А. Миралибеков  
(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Научный  
руководитель

д.т.н., доцент, С.В. Мкртычев  
(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

## Оглавление

Введение.....	4
Глава 1 Анализ состояния проблемы исследования.....	7
1.1 Текущее состояние сферы дополнительного образования.....	7
1.2 Риски дополнительного образования .....	10
1.3 Постановка задачи .....	21
Глава 2 Методы и модели управления рисками дополнительного образования .....	23
2.1 Методы управления рисками.....	23
2.2 Механизмы контроля потери контингента и материального стимулирования.....	25
2.3 Формирование показателей эффективности коммерческих образовательных услуг дополнительного образования.....	27
2.4 Формализация задачи управления рисками коммерческих образовательных услуг .....	28
2.5 Математические модели управления рисками дополнительного образования .....	30
2.6 Анализ подходов к моделированию систем управления образовательными услугами в условиях неопределенности и риска	34
2.7 Описание бизнес-процесса оказания образовательной услуги....	43
2.8 Разработка модели системы управления эффективностью образовательных услуг .....	45
Глава 3 Алгоритм оптимизации системы управления рисками дополнительного образования .....	51
3.1 Разработка алгоритмов оптимизации СУРДО .....	51
3.2 Обзор технологий реализации алгоритмов оптимизации .....	53
3.3 Программная реализация алгоритма .....	58
3.4 Проверка адекватности модели .....	67

Заключение .....	71
Список используемой литературы .....	73

## Введение

Образование – это механизм развития человечества и мира в целом. Формирование образования в том виде в котором оно существует на сегодняшний день, заняло несколько столетий. Данный процесс продолжается по сей день, поскольку на текущий момент не существует идеальной системы образования отвечающая всем требованиям и подходящая каждому.

Современное образование тесно связано с дополнительным образованием.

Дополнительное образование – это одна из разновидностей образования, получаемое поверх основного образования и представляющая собой набор узконаправленных курсов, которые способствуют повышению уровня знаний в конкретной области науки и профессиональной деятельности.

В последние годы спрос на подобную услугу продолжает набирать обороты, особенно получение дополнительного образования в режиме онлайн.

На текущий момент существует огромное количество платформ, предоставляющие учебные курсы дополнительного образования в онлайн режиме, что имеет множество преимуществ по сравнению с традиционным образованием. Но несмотря на все преимущества и стремительный рост данной сферы, она не застрахована от негативного воздействия разного рода риска. Организации предоставляющие услуги дополнительного образования можно разбить на 2 вида:

- государственные организации;
- коммерческие организации.

В настоящей магистерской диссертации будет исследоваться коммерческая организация, предоставляющая услуги дополнительного образования. Причина заключается в том, что коммерческие организации в значительной степени подвержены влиянию рисков в частности финансово-экономических.

Дополнительное образование можно разделить на следующие разделы:

- дополнительное образование для детей;

- дополнительное образование для взрослых;
- дополнительное профессиональное образование.

Последний является наиболее распространенным видом дополнительного образования, что и будет исследоваться в данной научно-исследовательской работе.

Исследование включает в себя рассмотрение существующих рисков, изучение методов борьбы с ними и построение модели на их основе.

Объект исследования – сфера дополнительного образования.

Предмет исследования – математическое моделирование рисков в сфере дополнительного образования.

Цель магистерской диссертации – моделирование системы управления рисками дополнительного образования.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ рисков сферы дополнительного образования;
- проанализировать методы управления выявленными рисками;
- разработать модели и алгоритмы системы управления рисками дополнительного образования;
- проверить адекватность предлагаемых моделей.

Гипотеза исследования – применение системы управления рисками дополнительного образования, построенной на основе предлагаемых в работе математических моделей для повышения устойчивости образовательной организации в условиях риска.

Методы исследования. В процессе исследования будут использованы следующие положения и методы: системный анализ, математическое моделирование, механизмы управления организационными системами.

Новизна исследования – построение математических моделей повышающие эффективность работы организации дополнительного образования в условиях риска с учетом специфики каждой образовательной программы.

Практическая значимость настоящей магистерской диссертации заключается в применении предлагаемых моделей как основы для разработки системы управления рисками в сфере дополнительного образования, позволяющая повысить устойчивость образовательной организации к рисковым ситуациям.

Теоретической основой диссертационного исследования являются научные труды российских и зарубежных ученых, занимающихся проблемами управления социальными и экономическими системами в условиях неопределенности.

На защиту выносятся:

- модели и алгоритмы управления рисками дополнительного образования;
- результаты апробации предлагаемых моделей и алгоритмов управления рисками дополнительного образования.

Магистерская диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы.

Работа изложена на 77 страницах и включает 36 рисунков, 9 таблиц, 40 источников.

## Глава 1 Анализ состояния проблемы исследования

### 1.1 Текущее состояние сферы дополнительного образования

Тенденция перевода образовательных курсов дополнительного образования в онлайн режим, продолжает набирать обороты. Особенно сильный скачок наблюдается в 2020 году, связанный с введением ограничительных мер безопасности против коронавирусной инфекции Covid-19. Для сравнения представим графики роста рынка онлайн-образования в России составленными в рамках проекта у EdMarket (рисунок 1).

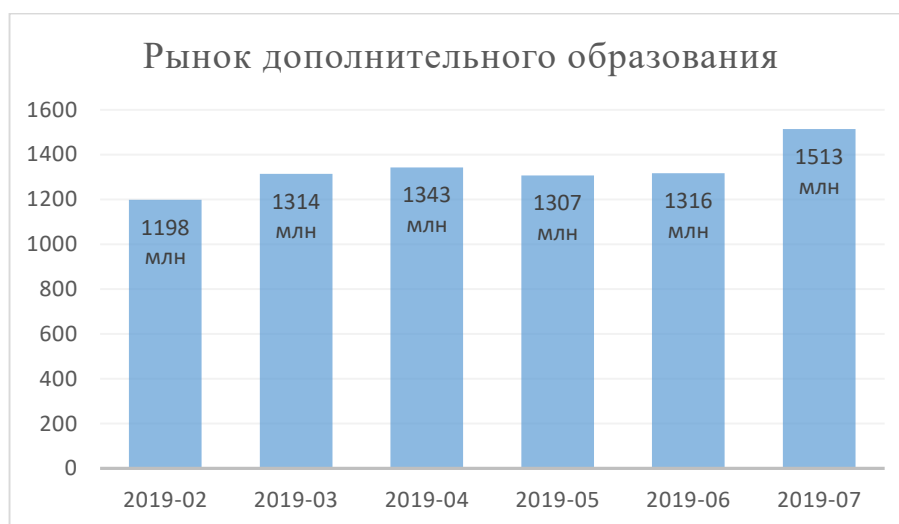


Рисунок 1 – График роста российского рынка онлайн-образование в период с 01.02.2019 по 31.07.2019

Согласно графику, в указанный период рост рынка происходило в стабильном режиме. Средний рост в процентном соотношении составляет 13.4 процентов.

Далее проиллюстрируем изменения, происходившие под влиянием введенных мер безопасности Covid-19 (рисунок 2).



Рисунок 2 – График роста российского рынка онлайн-образование в период с 01.02.2020 по 31.07.2020

Как можно заметить, в 2020 году наблюдается значительно высокий рост по сравнению с 2019 годом. В процентном соотношении средний рост составляет 49.6 процентов, что примерно в 3.7 раза больше по сравнению с предыдущим годом.

Дополнительное образование включает в себя совокупность как оффлайн так и онлайн образовательных курсов [23]. Наиболее распространённые основания для получения дополнительного образования представлены в процентном соотношении на рисунке ниже (рисунок 3).

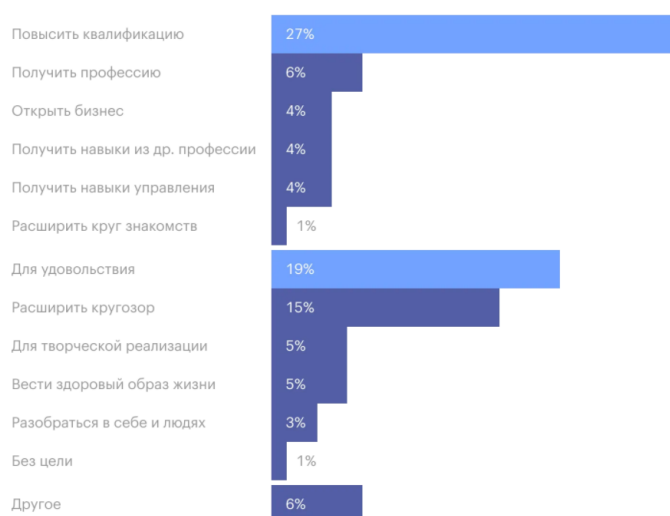


Рисунок 3 – Основные причины получения дополнительного образования



Доминирующими основаниями как можно заметить на вышеприведенном рисунке являются: «повысить квалификацию», «для удовольствия» и «расширить кругозор». Введение подобной статистики может сильно упростить задачу выбора направления создаваемых курсов, организаторам. Немаловажной частью является исследование контингента слушателей, проводя тщательный анализ целевой аудитории. Чем самым повышается вероятность установки корректной цены, расписания и локации [27].

Далее представим онлайн курсы с их охватом рынка онлайн образования в процентном соотношении на рисунке 4.

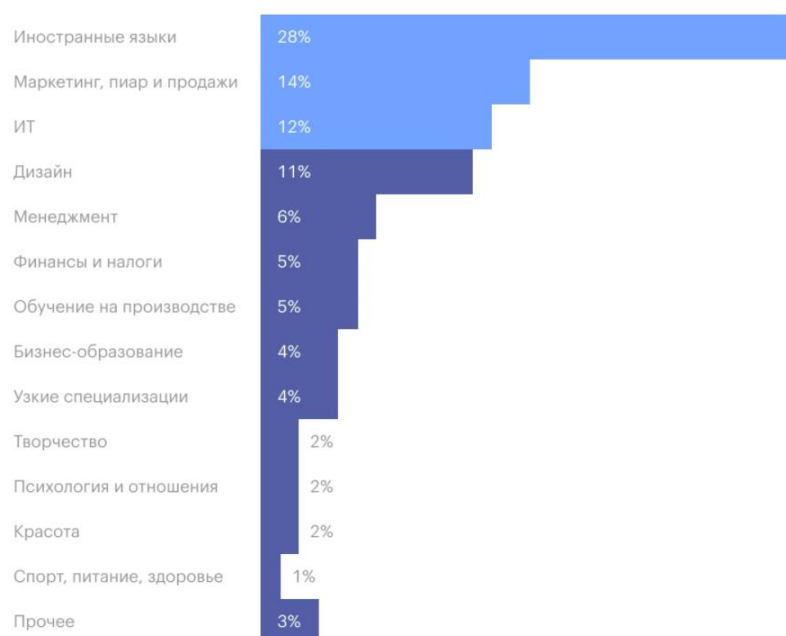


Рисунок 4 – Показатели курсов в процентном соотношении

Лидирующими курсами согласно графику являются курсы: иностранные языки, маркетинг, пиар и продажи и информационные технологии. Перечисленные курсы занимают больше половины рынка. Причина заключается в востребованности этих профессий [1].

Еще одним основанием популяризации дополнительного образования через онлайн курсы, является возможность подстраивания расписания в удобное для себя время и день. Такая гибкость графика позволяет студентам и работникам совмещать дополнительное образование с основным родом занятий.

## **1.2 Риски дополнительного образования**

Несмотря на показатели роста образовательных программ дополнительного образования, делать заявления в сторону их эффективности, не является разумным актом. Как известно, большое количество не гарантирует высокой эффективности. Подтверждением данного высказывания служит результат проведенного исследования в рамках «Барометр онлайн-образования», согласно которому только 20% обучающихся проходят весь курс. Данный показатель является достаточно низким и заставляет задуматься над причинами возникновения подобных ситуаций.

Под пониманием слово «риск» как известно подразумевается негативное влияние на объект. В рамках настоящей работы под негативными факторами подразумеваются обстоятельства, неблагоприятно воздействующие на две важные стороны сферы дополнительного образования:

- организационная;
- экономическая.

В случае с организационной частью неблагоприятным воздействием является потеря репутации, плохая структуризация, низкая квалификация сотрудников, слабый менеджмент и т.д. Одним из эффективных способов уменьшения неблагоприятного воздействия факторов считается риск-менеджмент или управление рисками.

Что касается экономической стороны отрицательные воздействия включают материальный ущерб, невыплата заработной платы, отсутствие

финансов на закупку оборудования, наличие финансовых задолженностей и т.д.

Одним из эффективных способов уменьшения неблагоприятного воздействия факторов считается риск-менеджмент или управление рисками.

Согласно данному подходу для начала необходимо провести оценку риска. В ходе оценки выявляется классификация фактора и определяется степень его влияния.

Для проведения классификации и оценки рисков первым шагом служит определение факторов возникновения рисков. Для данной задачи построена факторная модель.

Одним из эффективных способов уменьшения неблагоприятного воздействия факторов считается риск-менеджмент или управление рисками [41].

Факторная модель разработана на основе PEST анализа.

Методология PEST анализа позволяет оценивать влияние четырех основных внешних факторов на бизнес-процесс, это:

- политические (political);
- экономические (economic);
- социальные (social);
- технологические (technological).

Преимущество подобного анализа заключается в том, что он позволяет наглядно продемонстрировать какие факторы будут влиять на деятельность в данном случае структуры предоставляющая услуги дополнительного образования.

Диаграмма факторной модели представлена на рисунке 5.

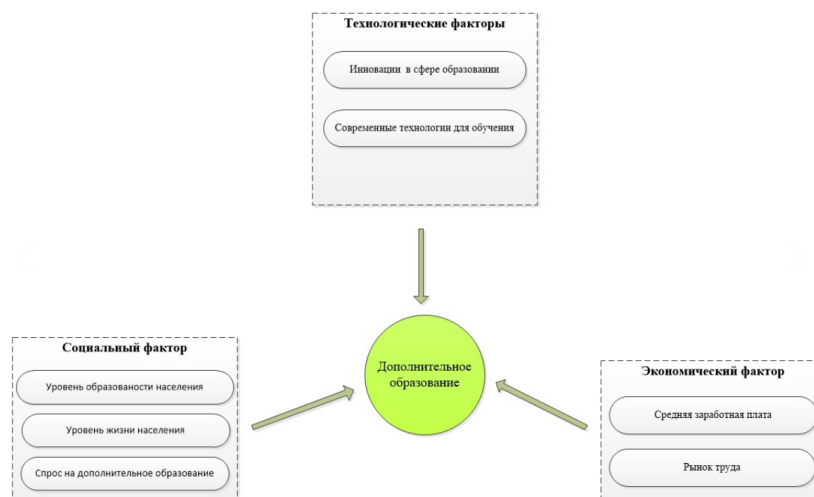


Рисунок 5 – Факторная модель рисков дополнительного образования

Представленная модель иллюстрирует перечень факторов из различных отраслей, влияющих на сферу дополнительного образования.

### 1.2.1 Классификация рисков дополнительного образования

Ранжирование рисков по классам является одним из этапов анализа рисков. Данный подход позволяет структурировать выявленные риски разбивая их на классы по определенным свойствам. Классификация может быть произведена разными способами, различающиеся признаком классификации. Рассмотрим признаки классификации являющиеся важными в сфере дополнительного образования:

- по факторам возникновения;
- по месту возникновения;
- по уровню возникновения.

Каждый признак включает в себя перечень характерных рисков. Таким образом по факторам возникновения различаются политические и экономические риски, по месту возникновения – внешние и внутренние и по уровню возникновения – макро, мезо и микроуровень.

Далее рассмотрим риски по месту возникновения сферы дополнительного образования, данные риски включают в себя также политические и экономические риски, входящие в состав рисков по факторам возникновения. Таким образом внешними рисками сферы дополнительного образования будут являться следующие группы рисков [20]:

- социально – экономические;
- технологические.

Каждая группа включает в себя перечень характерных рисков и причины их возникновения (таблица 1).

Таблица 1 – Внешние риски сферы дополнительного образования

Группа рисков	Риск	Причина возникновения
Социально - экономические риски	Рост цен на образовательные услуги дополнительного образования	Экономический кризис
	Сокращение количество направлений дополнительного образования Уменьшение контингента слушателей	Снижение спроса
Технологические риски	Снижение качество образования Увеличение срока обучения Отсутствие оборудования для организации дистанционного режима обучения	Отсутствие необходимого оборудования

Некоторые из представленных рисков могут являться следствием других. Например, рост цен на образовательные услуги дополнительного образования может привести к уменьшению контингента слушателей, что в свою очередь может способствовать сокращению количество направлений дополнительного образования.

Далее рассмотрим риски внутреннего характера. Как правило к таким видам рисков относятся риски, обусловленные деятельностью самой организации. Внутренние риски можно ранжировать на 3 группы [21]:

- риски связанные с деятельностью организации;
- ресурсные риски;
- личностные риски.

Риски перечисленных групп представлены на таблице 2.

Таблица 2 – Внутренние риски дополнительного образования

Группа рисков	Вид риска	Риск
Риски связанные с деятельностью организации	Управленческие риски	Отсутствие надежного менеджмента организации
Ресурсные риски	Кадровый риск	Низкая уровень квалификации сотрудников
	Финансовый риск	Низкая заработная плата сотрудников
	Карьерный риск	Отсутствие карьерного роста для сотрудников ДО
Личностные риски	Психологический риск	Эмоциональное выгорание сотрудников ДО

Классификация рисков на данном этапе завершается. Далее наступает этап оценки рисков.

### **1.2.2 Оценка рисков**

После того как риски распределены на классы следующим этапом является оценка рисков. Данный этап позволяет определить наиболее значимые риски среди перечисленных на предыдущей главе а также выявить степень их влияния на сферу дополнительного образования.

Для выполнения оценки необходимо первым делом определиться с методом проведения оценки. Существует множество методов оценки рисков.

Условно их можно разбить на 2 группы:

- количественные;
- качественные.

Количественные методы оперируют с числовыми показателями рисков.

Данный вид оценки основан на применение строгой математической модели, где применяются показатели, выраженные в абсолютном виде.

Абсолютное выражение включает два основных значений, это частота риска и показатель убытки обычно в денежном выражении. Применять количественный метод оценки не всегда является возможным в некоторых случаях из-за отсутствия достаточного количество числовых показателей или их отсутствии в целом. Также данный метод требует проведения глубокого анализа для получения точных значений.

Качественный метод по сравнению с количественным носит субъективный характер и строится на основании экспертных оценок. По степени сложности данный метод является проще, поскольку не требует проведения математических расчетов. Качественный метод оценки рисков применяется в тех случаях, когда не представляется возможным получить числовые показатели оцениваемого риска. Данный метод основан на категоризацию риска. Например, риск ранжируется на такие категории опасности, как «неопасно», «средний уровень опасности», «высокий уровень опасности» и категории вероятности такие как: «мало вероятно», «средний уровень вероятности», «высокий уровень вероятности».

Поскольку большая часть выявленных рисков на предыдущей главе не имеют численных показателей для оценки рисков будет использоваться матричный метод, относящийся к качественным методам. Матричный метод оценки строится на следующий показателях:

- размер ущерба;
- вероятность наступления риска.

Размер ущерба выражается в различных величинах. В данном случае величина измерения зависит от конкретного риска. Таким образом для рисков экономического характера величиной измерения служат количество денежных средств, для технологических рисков, оснащённость необходимого оборудования в процентном соотношении и т.д.

Вероятность наступления риска вычисляется на основе истории реализации риска в прошлом. По степени вероятности риски подразделяются на следующие категории:

- «невероятно;
- низкий уровень вероятности;
- средний уровень вероятности;
- высокий уровень вероятности» [19].

Для каждой категории необходимо определить интервал вероятности в которую данная вероятность включается и также количественный показатель (таблица 3).

Таблица 3 – Категоризация вероятности возникновения риска

Количественный показатель	Категория вероятности	Показатель вероятности
1	«Низкий уровень вероятности»	$0,1 < p \leq 2,5$
2	«Средний уровень вероятности»	$2,5 < p \leq 0,5$
3	«Значительно высокий уровень вероятности»	$0,5 < p \leq 0,6$
4	«Наивысший уровень вероятности»	$p > 0,6$

Далее необходимо определить степень негативного воздействия риска на сферу дополнительного образования. Аналогичным образом составим категории словесно описывающие степени влияния риска:

- «приемлемое;
- среднее;



- критическое;
- катастрофическое» [19].

Для каждой категории обозначим промежуток вероятности, в который данные категории попадают и количественный показатель, обозначающий бальную шкалу оценки категории (таблица 4).

Таблица 4 – Категоризация степени влияния риска

Количественный показатель	Степень влияния	Показатель негативного воздействия (%)
1	«Приемлемое»	5-10%
2	«Средняя»	10-50%
3	«Критическое»	50-70%
4	«Катастрофическое»	>70%

Далее рассмотрим влияние каждого риска на конкретные стороны сферы дополнительного образования. Задача усложняется тем, что выявленные риски относятся к разным категориям в связи с чем составить универсальный индикатор, определяющий степень влияния риска крайне сложно. Чтобы решить данную задачу необходимо определить ключевые стороны организации, согласно рекомендации литературы данными аспектами служат: цель, срок, бюджет и качество (таблица 5).

Таблица 5 – Оценка влияния риска на ключевые стороны дополнительного образования

Оценка	Количество обучающихся прошедшие весь курс	Срок обучения	Доход организации от предоставляемых услуг	Качество преподаваемых курсов
Катастрофическая	5-10% от общего количества	Пройдена 1.5/4 часть срока обучения	Отсутствие прибыли	Полученные знания не соответствуют стандартам

Продолжение таблицы 5

Оценка	Количество обучающихся прошедшие весь курс	Срок обучения	Доход организации от предоставляемых услуг	Качество преподаваемых курсов
Критическая	10-50% от общего количества	Пройдена 2/4 часть срока обучения	Прибыль составляет 1/4 часть от выручки	Полученные знания соответствуют стандартам на 25%
Средняя	50-70% от общего количества	Пройдена 3/4 часть срока обучения	Прибыль составляет 2/4 часть от выручки	Полученные знания соответствуют стандартам на 50%
Приемлемая	>70% от общего количества	Пройдена больше 3.5/4 часть срока обучения	Прибыль составляет >3/4 часть от выручки	Полученные знания соответствуют стандартам > 70%

Используя составленную выше матрицу оценим степень влияния каждого выявленного риска. Оценка производится следующим образом: выбирается конкретный риск и проверяется его влияние на выпуск обучающихся, срок обучения, доход организации от предоставляемых услуг и качество преподаваемых услуг. Оценим влияние риска высокая стоимость образовательных услуг. Как правило, повышение стоимости услуг может привести к оттоку клиентов и последующему снижению доходов в значительной степени, вплоть до отсутствия прибыли. Таким образом, оценка по доходу организации от предоставляемых услуг составит 4 балла. Рост цен на 5-10% приводит как правило к оттоку обучающихся в такой же степени, соответственно по выпуску обучающихся оценка также будет 4. По сроку обучения влияние будет идентично количеству выпущенных обучаемых.

Аналогичным образом будет производиться оценка остальных рисков.

Помимо оценивания уровня степени влияния риска также будет находиться вероятность возникновения риска. Для нахождения вероятности воспользуемся формулой (1):

$$p = \frac{m}{n} \quad (1)$$

где  $m$  – количество благоприятствующих исходов событию  $X$ ;  
 $n$  – общее количество исходов.

Вероятность риска вычисляется относительно причины его возникновения. К примеру, для нахождения вероятности «рост цен на курсы дополнительного образования» учитывается возникновение экономического кризиса за последние 5 лет что составляет в сумме три года(2014-2015, 2020 и 2022). Таким образом вероятность  $p = \frac{4}{5} = 0,8$ , что соответствует 4 баллам по таблице категоризации вероятности. Аналогичным образом будет находиться вероятность остальных рисков (таблица б).

Таблица 6 – Вероятность возникновения и степень влияния рисков на дополнительное образование

Риск	Вероятность	Выпуск обучающихся	Срок обучения	Доход организации от предоставляемых услуг	Качество преподаваемых курсов
Рост цен на образовательные услуги дополнительного образования	0,8	4	4	4	0
Низкое качество обучения	0,6	3	2	2	4
Большой срок обучения	0,5	3	4	4	0
Невозможность организации дистанционного режима обучения	0,6	0	3	3	4
Уменьшение контингента слушателей	0,52	5	3	4	0
Нехватка высококвалифицированных кадров	0,5	2	2	4	4

Продолжение таблицы 6

Риск	Вероятность	Выпуск обучающихся	Срок обучения	Доход организации от предоставляемых услуг	Качество преподаваемых курсов
Низкая заработная плата сотрудников	0,8	4	4	2	4
Отсутствие карьерного роста для сотрудников ДО	0,3	1	1	1	4
Эмоциональное выгорание сотрудников ДО	0,2	1	3	1	3
Отсутствие надежного менеджмента организации	0,2	2	1	3	3

На основании таблицы вероятности возникновения рисков и степени их влияния на ключевые стороны сферы дополнительного образования построим матрицу (таблица 7) позволяющая выделить важные риски на которых следует уделить внимание и составить математические модели для снижения их влияния.

Таблица 7 – Матрица распределения рисков по степени важности на основе результатов таблицы 6.

Степень влияния \ Вероятность	4	3	2	1
$p > 0,6$	1	2	4	3
$0,5 < p \leq 0,6$	5	6	8	
$2,5 < p \leq 0,5$	7	9		
$0,1 < p \leq 2,5$		10		

Согласно приведенной матрице наиболее важными рисками являются следующие риски [32]:

- высокая стоимость образовательных услуг дополнительного образования;
- низкое качество обучения;
- невозможность организации дистанционного режима обучения;
- уменьшение контингента слушателей;
- низкий уровень квалификации сотрудников;
- низкая заработная плата сотрудников.

Способы реагирования на перечисленные риски будут приведены во второй главе настоящей магистерской диссертации.

### **1.3 Постановка задачи**

На основе построенных математических моделей требуется построить систему правления рисками способствующая снижению влияния рисков на ключевые стороны организации предоставляющая услуги дополнительного образования.

Во избегании возможных ошибок и корректного выполнения дальнейшей работы необходимо сформулировать требования к магистерской диссертации. Перечень требований к магистерской диссертации:

- «быть актуальной;
- содержать элементы научного исследования;
- отвечать четкому построению и логической последовательности изложения материала;
- выполняться с использованием современных методов и моделей, а при необходимости с привлечением специализированных пакетов компьютерных программ» [15];

- «содержать убедительную аргументацию, для чего в тексте диссертации может быть использован графический материал (таблицы, иллюстрации и пр.)» [15].

Соблюдение вышеприведенных требований гарантирует правильного выполнения исследовательской работы. Далее необходимо перечислить входные параметры, применяющиеся при выполнении настоящей магистерской диссертации:

Входными параметрами являются:

- методическое руководство;
- список требований к магистерской диссертации;
- материалы для изучения построения математических моделей;
- методы управления рисками.

Следовательно, требуется описать выходные данные. Ожидаемым результатом является:

- отчет о работе соответствующий установленным требованиям;
- разработанная система управления рисками в сфере дополнительного образования.

На данном этапе постановка задачи настоящей магистерской диссертации считается завершенным.

#### Выводы по первой главе

В первой главе представлен обзор текущего состояния сферы дополнительного образования, включающий графики и статистические показатели роста данной сферы за последние 3 года.

Проведен анализ рисков коммерческой организации предоставляющая услуги дополнительного образования.

В ходе анализа выделены внешние и внутренние риски распределенные на соответствующие классы. Для определения степени влияния рисков проведена оценка рисков методом экспертной оценки.

## **Глава 2 Методы и модели управления рисками дополнительного образования**

### **2.1 Методы управления рисками**

После того как выявлены источники происхождения рисков, определены их типы, вероятность возникновения и степень влияния на объект необходимо выбрать метод борьбы с ними. Одним из эффективных способов борьбы с рисками является метод снижения рисков. Данный метод включает следующие подвиды:

- метод диверсификация риска;
- метод передачи риска;
- метод размещения риска;
- метод компенсации риска.

Метод передачи риска подразумевает передачу риска другой стороне.

Метод применяется в тех случаях, когда количество сторон больше двух.

Передача риска происходит в двух случаях:

- передача риска с дальнейшего его урегулирования;
- передача риска с последующим финансированием.

При первом случае при принятии риска принимающая сторона, также берет на себя все убытки в случае реализации риска.

В случае с рефинансированием возможные убытки берет на себя передающая сторона, но при этом принимающая сторона может взять на себя ответственность частично или в полном объеме возместить ущерб [38].

Метод компенсации рисков позволяет на раннем этапе предупредить о вероятности возникновения риска. Данный метод является довольно трудоемким и требует тщательного аналитического анализа.

Выбор соответствующего метода зависит от конкретного случая и типа риска. В ходе выполнения настоящей магистерской работы будут применяться метод диверсификация риска. Причина выбора данного метода обусловлена

тем, что большая часть выявленных рисков носят числовой и стратегический характеры.

Метод распределения рисков позволяет ранжировать активы организации таким образом, чтобы конечное влияние риска было минимальным [35]. Данный метод будет применяться для снижения уровня влияния следующих рисков сферы дополнительного образования:

- высокая стоимость образовательных услуг дополнительного образования;
- низкое качество обучения;
- невозможность организации дистанционного режима обучения
- уменьшение контингента слушателей;
- низкий уровень квалификации сотрудников;
- низкая заработная плата сотрудников.

Как можно заметить среди приведенных рисков реализация одного может являться следствием другого риска. К примеру реализация риска высокая цена образовательных услуг дополнительного образования может привести к уменьшению контингента слушателей с нестабильным доходом или испытывающие финансовые трудности. Уменьшение контингента слушателей в свою очередь может привести к сокращению направлений дополнительного образования. Для решения подобных проблем подходящим решением является как раз диверсификация или сбалансирование рисков так, чтобы реализация одного не стала причиной возникновения другого риска.

Для снижения негативного влияния перечисленных рисков предприняты меры:

- снижение стоимости курсов дополнительного образования;
- оценка уровня квалификации сотрудников;
- повышение заработной платы сотрудников.

Каждая из перечисленных мер будет рассматриваться как отдельная модель управления рисками.



## **2.2 Механизмы контроля потери контингента и материального стимулирования**

Риск потеря контингента по сравнению с остальными перечисленными рисками имеет большую значимость для сферы дополнительного образования особенно для материальной составляющей организации.

Рассмотрим механизмы контроля и материального стимулирования на предмет использования в системе управления эффективностью образовательных услуг.

Одной из функций управления является контроль или контроллинг. Данный метод тесно связан с планированием, организацией и управленческой составляющей организации. Основная цель контроллинга заключается в том, чтобы минимизировать расхождение настоящих результатов от стандартных с целью соответствия конечного результата ожидаемому.

Применение механизма контроллинга в целях предотвращения сокращения количество учащихся дополнительного образования является эффективным методом снижения возникновения риска потерь контингента.

Учитывая, что реализация риска уменьшение контингента слушателей может привести к снижению уровня дохода по определенным программам обучения, контроллинг как механизм управления является ключевым в подобных случаях.

Демотивированность сотрудников как причина снижения контингента слушателей может быть устранена разного рода стимуляцией сотрудников.

Стимулирование - это объект или ценный предмет, желаемое действие или событие, которые побуждают работника более эффективно выполнять порученную работу.

Согласно теории иерархии потребностей Маслоу «человеческое поведение обусловлено мотивом, а мотив определяется потребностями людей» [33].

«Механизм стимулирования основан на необходимости стимулировать мотивацию людей и поощрения их поведения. Кроме материальных нужд применяются нематериальные нужды, такие как социальная идентичность, самореализация и т.д.» [11].

Проще говоря, данные механизмы являются вспомогательными входами, способствующие формированию образовательного процесса таким образом, чтобы обеспечить достижение желаемого конечного результата.

В большинстве случаев на практика применяются такие механизмы стимулирования, как [12]:

- материальные стимулы. Данные типы стимулов могут выражаться как прямо, так и косвенно. Примером прямого материального стимула может служить, зарплата преподавателей [3]. Согласно вышесказанному простым методом оценивания эффективность работы преподавателей в условиях риска может служить количество получаемых заявок на обучение по определенной программе. Что касается косвенных материальных стимулов, то они включают финансовые активы длительного характера. Примерами заданного вида материальных стимулов является оплачиваемый проезд, обед, бесплатные курсы повышения квалификации и другие похожие привилегии;
- нематериальные стимулы. Исходя из названия данных стимулов, несложно догадаться, что к таким стимулам могут относиться занимаемая должность сотрудника, авторитет среди коллег, вручение благодарственных писем и т.д.

Согласно проведенным исследованиям в коммерческих организациях материальные стимулы являются наиболее эффективными по сравнению с нематериальными.

Подводя итоги можно утверждать, что в случае снижения количество слушателей дополнительного образования эффективным механизмом

управления считается механизм контроллинга, а в случае с стимулированием - материальный стимул.

### **2.3 Формирование показателей эффективности коммерческих образовательных услуг дополнительного образования**

Для поддержки стабильности осуществления деятельности организации необходимо регулярно проводить оценку эффективности ее работы. Оценка эффективности проводится при помощи специальных систем, предназначенных для этих задач. В данном случае эффективность работы коммерческой организации, предоставляющей услуги дополнительного образования, будет оцениваться системой показателей КРІ (Key Performance Indicator).

«КРІ – представляет собой величину, демонстрирующая с какой степенью успеха компания достигает поставленные цели, величина КРІ является измеримой.

Система показателей КРІ является предельно простой ведь как принято «продажи, как и все бизнес-процессы, нужно делать примитивным» [26].

Правильные КРІ гарантируют качественную оценку эффективности, таким образом выбор показателей требует тщательного анализа.

Ключевыми сторонами коммерческих организаций являются такие стороны как: ценообразование, кадровое обеспечение и движение денежных средств. Регулярный мониторинг данных областей гарантирует успешной детальности организации [24].

Процесс проведения оценки эффективности коммерческой организации дополнительного образования включает следующие возможные этапы:

- взвешивание общего дохода организации и дохода, получаемого от одного клиента;
- просмотр отчетов эффективности работы сотрудников;
- проверка денежных потоков и выставленных счетов и т.д.

Стоит учитывать, что показатели ключевых сторон различаются в зависимости от типа организации и сферы ее деятельности.

Важным этапом также является разработка показателя КРІ, при его определении следует учесть отношение данного КРІ к конкретному бизнес процессу или цель.

В случае с рассматриваемой коммерческой организации показателем КРІ будет является финансовый показатель конкретной образовательной программы.

Финансовый показатель конкретной образовательной программы подразумевает отношение разности между ее доходами ( $I$ ) и расходами ( $E$ ), формула (2) [28]:

$$F = I - E \quad (2)$$

«Финансовый результат относится к разряду запаздывающих КРІ, которые показывают результаты деятельности за определенный период, в данном случае после истечения договоров на обучение» [17].

Получение положительного финансового результата подтверждает рентабельность образовательной программы [2].

#### **2.4 Формализация задачи управления рисками коммерческих образовательных услуг**

«Формальная модель применяется для точной формулировки используемых элементов и связи между ними.

Для описания формальных моделей обычно применяется соответствующий математический аппарат.

Формальные модели могут быть правильно интерпретированы, потому что они четко определены»[10].

Для построения формальной модели задачи управления эффективностью коммерческих образовательных услуг дополнительного образования, в качестве основы будет применяться оптимизационная модель, описанная в предыдущей главе.

На первом шаге необходимо определить формулу финансового показателя образовательной услуги конкретной программы обучения. Данную формулу можно представить следующим образом (3):

$$F = I - E, \quad (3)$$

где  $F_i$  – Финансовый показатель  $i$ -й образовательной программы;  
 $I_i$  – ( $I$  от латинского слово income - доход) доходы от реализации  $i$ -й образовательной программы. Доход можно посчитать по следующей формуле (4):

$$I_i = S_i a_i, \quad (4)$$

где:  $S_i$  – стоимость (розничная цена)  $i$ -й образовательной услуги на  $i$ -ого учащегося;  
 $a_i$  – ( $a$  от английского amount - количество) число слушателей (контингент), занесенных в список обучающихся по  $i$ -й образовательной программе (случайная величина). Количество слушателей рассчитывается по формуле (5):

$$a_i = \frac{I_i}{S_i}, \quad (5)$$

$E_i$  – ( $E$  от английского expenses - расходы) затраты на реализацию  $i$ -ого образовательного курса. Затраты вычисляются по формуле (6):

$$E_i = B_i + S_i, \quad (6)$$

где  $B_i$  – установленная сумма, включающая:

- налоги организации;
- плановая прибыль образовательной организации;
- накладные расходы и другие виды отчисления по  $i$ -ому образовательному курсу.

$S_i$  – заработная плата преподавателя. Заработная плата рассчитывается по формуле (7):

$$S_i = O_i K_i, \quad (7)$$

где  $O_i(q_i)$  – оплата преподавателя за час работы (изменяемая величина);

$K_i$  – общее количество часов на освоение  $i$ -й образовательной программы.

## **2.5 Математические модели управления рисками дополнительного образования**

Используя формулы, приведенные в предыдущей главе, построим две математические модели.

- математическая модель оптимизации деятельности образовательной организации путем изменения ставки почасовой оплаты между минимальным и максимальным значениями;
- математическая модель оптимизации деятельности образовательной организации путем изменения стоимости образовательной программы относительно минимального и максимального значения.

Для построения первой модели воспользуемся выражениями (4, 7).

Таким образом оптимальная модель задачи оказания платных образовательных услуг имеет следующий вид (8):

$$F_i \rightarrow \begin{matrix} \phi_i \\ O_i(q_i) \in [O_{i\text{мин}}, O_{i\text{макс}}] \end{matrix} \quad (8)$$

где  $\phi_i$  – «показатель минимального финансового результата для реализации  $i$ -й образовательной программы или другими словами рентабельности  $i$ -й образовательной программы. Данный показатель рассчитывается на основе минимальных доходов и расходов указанной программы;  
 $O_{i\text{мин}}, O_{i\text{макс}}$  – соответственно минимальные и максимальные ставки почасовой оплаты преподавателя за конкретную образовательную программу, при нижеприведенных ограничениях» [34]:

$$a_{i\text{мин}} \leq a \leq a_{i\text{макс}},$$

где  $a_{i\text{мин}}, a_{i\text{макс}}$  – минимальное и максимальное число учащихся по  $i$ -ому образовательному курсу.

Таким образом, применение механизма контроля потери контингента и регулирование величину почасовой оплаты преподавателей является одним из способов эффективного управления коммерческими образовательными услугами.

Контур управления эффективностью образовательных услуг в соответствии с вышеописанной концепцией представлен на рисунке 6 [29].



Рисунок 6 – Контур управления эффективностью образовательных услуг

«Регулирование ставки почасовой оплаты преподавателя осуществляется по разработанной в образовательной организации шкале» [5], представленной в таблице 8, где  $q_{\min}$  – минимальное количество слушателей в группе, при котором допускается открытие курса по конкретной программе обучения;  $q_{\max}$  – максимальное возможно количество слушателей в группе по конкретной программе обучения.

Таблица 8 – Шкала ставки почасовой оплаты преподавателя

$O$	$q$
$O_{\min}$	$q_{\min}$
$O_1$	$q_1$
$O_2$	$q_2$
...	...
$O_{\max}$	$q_{\max}$



Для составления математической модели изменения стоимости образовательной программы относительно минимального и максимального значения, необходимы следующие параметры:

- минимальная и максимальная рыночная стоимость образовательной программы;
- доход  $i$ -ой образовательной программы выражение (2.3).

Математическая модель управления эффективностью осуществления образовательной программы имеет следующий вид (9):

$$\begin{aligned} F_i &\rightarrow \varphi_i \\ S_i(a_i) &\in [S_{imin}, S_{imax}], \end{aligned} \quad (9)$$

где  $\varphi_i$  – показатель финансового результата с учетом заданного оптимального процента прибыли от доходности  $i$ -й образовательной программы. Данный показатель рассчитывается на основе доходов и расходов умноженных на оптимальный процент прибыли;

$S_{imin}, S_{imax}$  – соответственно минимальные и максимальные рыночные стоимости  $i$ -ой образовательной программы при следующих ограничениях:

$$a_{imin} \leq a \leq a_{imax},$$

где  $a_{imin}, a_{imax}$  – минимальное и максимальное число учащихся по  $i$ -ому образовательному курсу.

Таким образом выражения (8) и (9) являются математическими моделями, формализующие задачу управления эффективностью образовательных услуг по  $i$ -й образовательной программе в условиях риска недобора слушателей платных курсов, обусловленного недостаточностью

данных для объективного прогнозирования и планирования потребности в образовательных услугах по указанной образовательной программе [4].

Применение системы управления, разработанной на основе предлагаемой модели, позволит повысить эффективность коммерческой образовательной организации, функционирующей в условиях неопределенности и риска.

## **2.6 Анализ подходов к моделированию систем управления образовательными услугами в условиях неопределенности и риска**

«Как показал анализ специальной литературы, методологические основы моделирования систем управления образовательными организациями, функционирующими в условиях неопределенности и риска, представляют интерес для отечественных и зарубежных ученых, прежде всего, занимающихся исследованиями в области проблем управления в системе высшего образования.

В этой области можно выделить работы А.В. Иващенко, С.В. Мкртычева, N. Rodrigues, R. Simons и др.» [6,9,33,36]

Так, в работе [10] описана трехмерная «модель состояния системы управления социально-экономической системой» [10], в которой каждое состояние системы управления в момент времени  $t$  описывается следующей совокупностью (10):

$$D_t = (I_t, M_t, K_t), \quad (10)$$

где  $I_t$  – информация;

$M_t$  – мотивация;

$K_t$  – компетентность.

Две последние переменные определяют в той или иной форме влияние человеческого фактора на принятие управляющего решения.

Таким образом, в общем виде контур управления также описывается с помощью трехмерной модели, т.к. не только информация и компетентность, но и мотивация (стимулирование) подчиняются правилу обратной связи.

«Для создания систем управления, использующих механизмы стимулирования персонала организационных систем, применяется технология EIM (Enterprise Incentive Management, управление стимулированием персонала предприятия)» [7].

«EIM - это технология управления заработной платой и другими стимулами во всей организации. Обычно используются комиссионные с продаж и бонусы» [8].

Умение правильно общаться и рассчитывать планы стимулирования является важной частью стратегии любой компании [25].

Программные продукты EIM и соответствующий бизнес-процесс позволяют достичь этой цели.

«В основу EIM положены модели управления, основанные на механизме материального стимулирования, описанного в работах Маслоу» [33].

Пример типовой модели системы материального стимулирования персонала представлена на рисунке 7.



Рисунок 7 - Типовая модель системы материального стимулирования персонала

Пример алгоритма построения системы стимулирования предприятия приведен на рисунке 8 [13].



Рисунок 8 - Алгоритм построения системы стимулирования предприятия

Реализация ЕИМ-системы корпоративного стимулирования требует успешного преодоления различных уникальных проблем, типичных для этой области бизнеса.

«Следует отметить, что в специализированной литературе отсутствуют общепринятые процедуры или руководства по разработке СУЭ» [16].

«Вместе с тем, необходимо выделить исследования, посвященные проблемам построения так называемых систем диагностического контроля - это системы обратной связи, которые предназначены для обеспечения предсказуемого достижения цели. Это системы с обратной связью, основная цель которых заключается в мониторинге организационных мероприятий и исправлении отклонений от установленных стандартов» [19].

На рисунке 9 изображена модель типовой системы диагностического контроля.

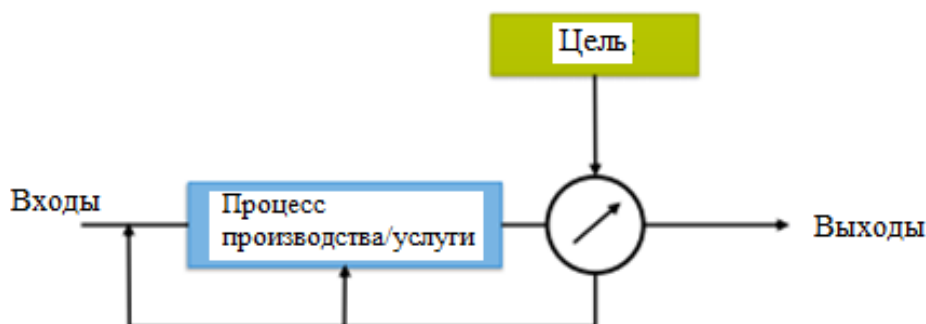


Рисунок 9 – Модель типовой системы диагностического контроля

«R. Simons выделил следующие типы систем диагностического контроля:

- «системы целей и задач»;
- «бизнес-планы»;
- планы прибыли и бюджета;
- бюджеты центра расходов;
- системы проектного мониторинга;
- системы мониторинга доходов;
- планы персонала компании;
- системы учета стандартных затрат;
- системы управления по целям» [36].

Таким образом, система диагностического контроля является ядром СУЭ.

В работе отмечается, что «ключевым процессом, от которого зависят все другие процессы образовательного учреждения и который представляет собой главное условие функционирования вуза - это зачисление обучаемых» [36].

«Соответственно одной из главных задач менеджмента вуза является управление риском снижения числа зачисленных студентов» [30].

Снижение количества поступивших на обучение считается наихудшим сценарием, который приводит к таким последствиям, как снижение уровня мотивации и заработной платы преподавателей.

На рисунке 10 представлена модель системы управления риском снижения количества поступивших.



Рисунок 10 – Модель системы управления риском количества поступающих на обучение

«С точки зрения построения физической модели «системы управления мотивацией представляет интерес классификация методов анализа и синтеза модульных автоматизированных информационно-управляющих систем (АИУС)» [18], предлагаемая сотрудниками ИПУ им. В.А. Трапезникова (рисунок 11).

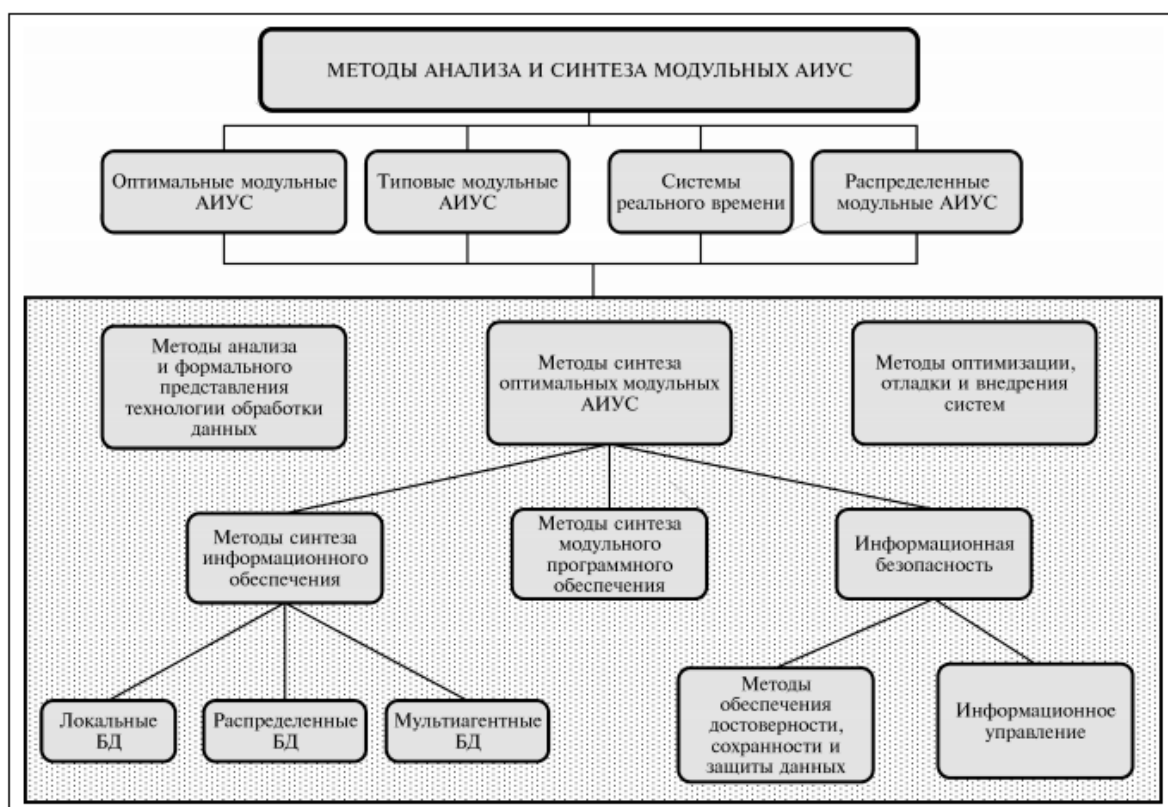


Рисунок 11 – Классификация методов анализа и синтеза модульных АИУС

Из представленных методов наибольший интерес для моделирования СУЭ представляет мультиагентный подход.

«Агент - это компьютеризированный объект, такой как компьютерная программа или робот.

Агент может быть описан как автономный, потому что он способен адаптироваться при изменении среды.

Мультиагентная система состоит из набора компьютерных процессов, которые происходят одновременно, то есть несколько агентов, которые существуют одновременно, совместно используют общие ресурсы и взаимодействуют друг с другом» [6].

Ключевым вопросом в мультиагентных системах является формализация координации между агентами, рассмотренная в работе [6].

«Мультиагентные системы могут применяться к искусственному интеллекту. Они упрощают решение проблем, разделяя необходимые знания на отдельные модули, с которыми связан независимый интеллектуальный агент, и координируя действия агентов.

В работе рассматривается высокий уровень самоорганизации сервис-ориентированных мультиагентных систем с целью достижения более надежных и автоматических процессов реконфигурации в динамических и открытых средах.

Правильная модель самоорганизации напрямую влияет на успешность поведения агентов для активного изменения или динамического создания новых соответствующих сервисов. Отмечается важность на распределенном и совместном уровне управления рисками и стимулами для совместной работы с целью ускорения работы сети агентов самоорганизации [6].

Механизм стимулирования представлен в виде выражения (11):

$$In(St, Oenv, Soc fIn) \rightarrow [0,1], \quad (11)$$

где агент имеет стимулы создавать коалиции окружающей среды и может принимать или игнорировать стимулы в зависимости от того, какое влияние он окажет на их полезность;

- $St = \{ St_1, \dots, St_m \}$  – множество состояний агента;
- $fIn: St \times Oenv \times Soc \rightarrow [0,1]$  – функции механизма стимулирования.

Принимая во внимание, что механизмы стимулирования должны быть настроены для конкретных топологий, установлено, что для установления слабых связей требуются большие стимулы, а более сильные связи не требуют более высоких значений. Методология самоорганизации имеет прямое отношение к силе связей, а это означает, что более сильные связи обеспечивают быструю и более сильную реорганизацию.



Работа в мультиагентских системах сопряжена с определенным риском, поэтому необходимо создать более прочную и надежную структуру связи [31].

Собирая концепции моделей доверия и репутации, можно будет создать модель управления рисками (12-14):

$$Rm(Nt, St, Trt, Rp) \rightarrow [0,1], \quad (12)$$

где  $Trt$  – мера доверия, определяемая с помощью кортежа:

$$Trt(Xtr, Ytr, Cxt, G,t, fm) \rightarrow [0,1], \quad (13)$$

где  $Xtr$  – доверитель;  $Ytr$  – доверенное лицо в контексте  $Cxt$  для специфической цели в момент времени  $t$  и функций  $fm: Xtr, Ytr, Cxt, G \rightarrow [0,1]$ ;

$$Rp(Tp, Xtr, Ytr, Cxt, G,t, fr) \rightarrow [0,1], \quad (14)$$

где  $Tp = \{ Tp_1, \dots, Tp_k \}$  – набор рекомендаций, данных сторонним рекомендующим лицом доверенного агента  $Xtr$ .

Вместе с тем, мультиагентские системы имеют следующие недостатки:

- «разработчики должны предсказать неудачные или множественные ответы. В агентской среде нет гарантии ответа на запросы агента: может быть один, много или даже нет ответа вообще. Разработчики должны внедрить дополнительные механизмы безопасности, чтобы предотвратить неправильное толкование нежелательного ответа, что часто является сложной задачей» [6];
- мультиагентская система вводит новые проблемы синхронизации. Это одна из самых сложных проблем при разработке распределенных

систем. Синхронизация нескольких действий с несколькими запросами, где действия и запросы могут исключать друг друга, затруднена;

- «дополнительные ресурсные затраты, связанные с увеличением числа агентов и сетевых взаимодействий;
- большое количество программ / агентов может создать системный хаос. Пользователи могут запутаться из-за большого количества агентов, выполняющихся на одном или нескольких компьютерах. Если пользователи не знакомы с агентскими подходами и агентским менталитетом или не принимают их, могут возникнуть проблемы при их использовании;
- агенты представляют собой довольно новую область исследований, представляя несколько новых концепций, целесообразность использования которых требует обязательного обоснования» [6].

Иными словами, применение мультиагентского подхода связано с определенными сложностями и требует обоснование.

В этой связи в магистерской работе для построения СУЭ образовательными услугами предлагается использовать объектно-структурный подход.

Объектно-структурный подход как методологическая основа для синтеза систему управления в социально-экономической сфере рассматривается и развивается в работах российских ученых Т.А. Гавриловой и С.В. Мкртычева.

«Объектно-структурный подход представляет собой интеграцию онтологического, объектно-ориентированного и структурного подходов.

Ключевым понятием данного подхода является объектно-структурная модель проектируемой системы управления, которая строится с помощью следующих базовых классов технологической онтологии предметной области, представляемой в виде многоступенчатой производственной системы» [9]:

- «класс «Агрегат», объекты которого изменяет состояние элемента материального потока (сырье, продукция, документы и т. п.);
- класс «Склад», объекты которых хранят элементы потока материала и регистрируют их движение в процессе производства;
- класс «Контролер», объекты которого проверяют состояние элемента материального потока и управляют его движением по производственному процессу;
- класс «Этап», объекты которого представляют собой комбинации вышеописанных классов (например, Склад-Агрегат-Склад)» [7].

Математически данная модель представляет собой ориентированный граф и достаточно просто описывается с помощью матрицы инцидентности или массива данных.

Преимуществом объектно-структурных моделей СУЭ является универсальность, которая обеспечивается их изоморфизмом.

Иными словами, для построения объектно-структурной модели СЭУ для конкретной предметной области необходимо доказать возможность многоэтапного представления бизнес-процессов последней и разработать для нее технологическую онтологию по аналогии с рассмотренной выше.

Кроме того, такая модель достаточно просто формализуется на элементном уровне с помощью математического аппарата конечных автоматов.

## **2.7 Описание бизнес-процесса оказания образовательной услуги**

На рисунке 12 изображена построенная в методологии IDEF0 диаграмма типового бизнес-процесса заключения договора на оказание платной образовательной услуги.

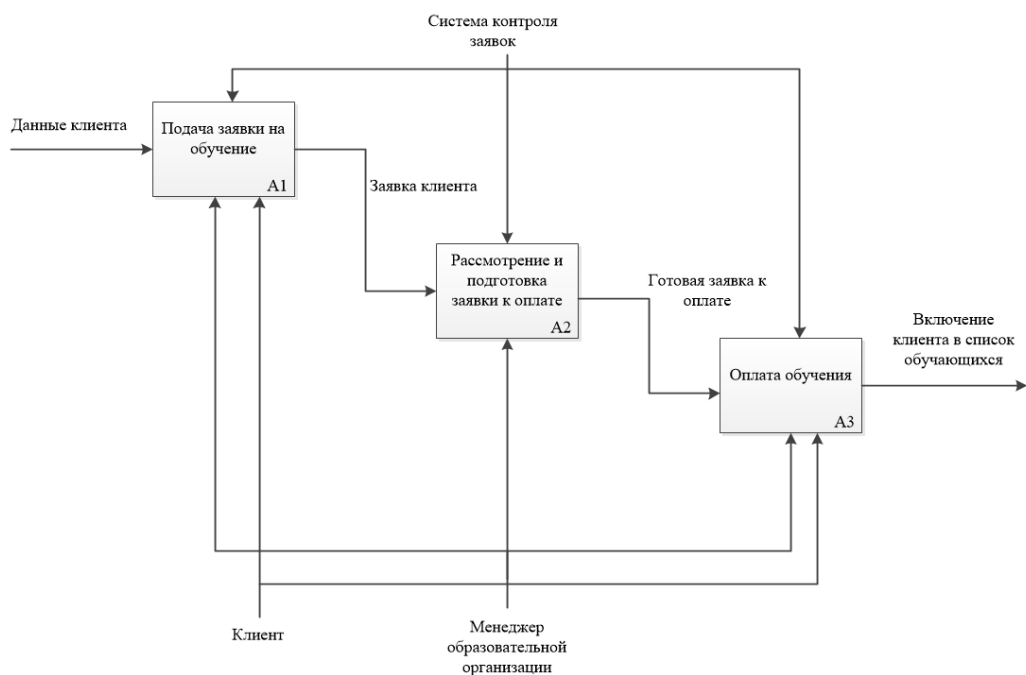


Рисунок 12 – Диаграмма типового бизнес-процесса приятия заявки на оказание платной образовательной услуги.

Как следует из диаграммы, основным рабочим документом бизнес-процесса является анкета заявки на оказание образовательных услуг, жизненный цикл которого представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Жизненный цикл заявки на оказание платных образовательных услуг

Статус	Описание
1	Анкета
2	Рассмотрение и подготовка заявки к принятию
3	Принятая заявка

Заявку можно рассматривать как договор между клиентом и организацией, в дальнейшем заявка будет описана как договор.

«Таким образом, описанный бизнес-процесс можно рассматривать как многоэтапный процесс обработки документа – на оказание платной образовательной услуги» [40].

Это позволяет применить методологию объектно-структурного подхода для разработки модели СЭУ.

## 2.8 Разработка модели системы управления эффективностью образовательных услуг

В общем виде методология построения СЭУ представлена на рисунке 13.

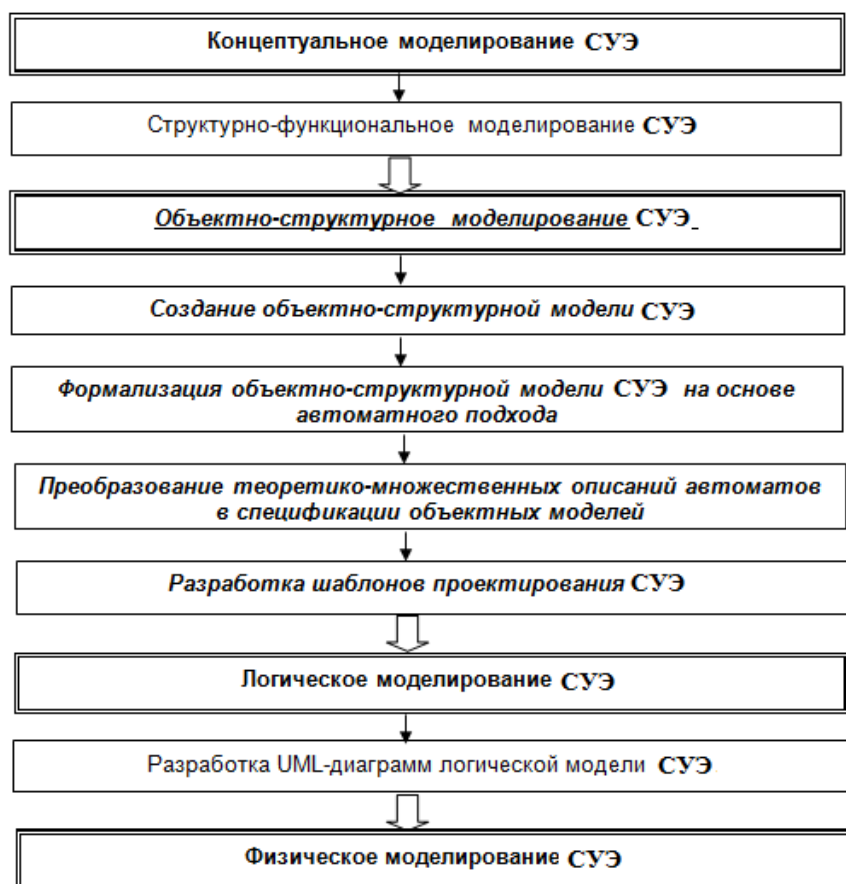


Рисунок 13 – Методология моделирования СЭУ образовательных услуг

Объектно-структурная модель СУЭ образовательных услуг, разработанная с учетом выражений (3) и (7), представлена на рисунке 14.

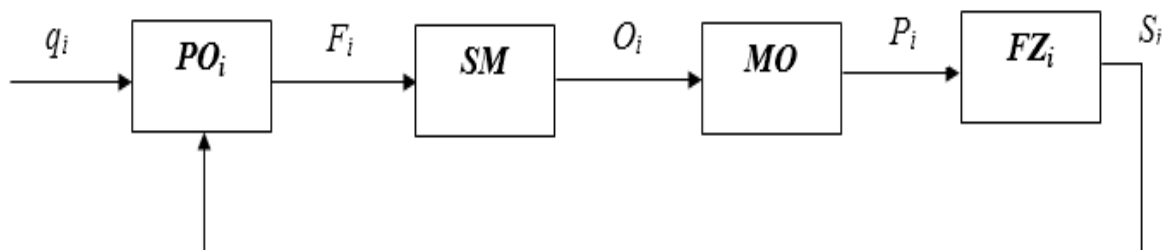


Рисунок 14 – Объектно-структурная модель СУЭ образовательных услуг

где  $PO_i$  – объект «Портфель образовательных услуг по  $i$ -й образовательной программе», наследник класса «Склад»;

$SM$  – объект «Механизм стимулирования», наследник класса «Агрегат»;

$MO$  – объект «Менеджер образовательной организации», наследник класса «Контролер»;

$FZ_i$  – объект «Фонд заработной платы по  $i$ -й образовательной программе», наследник класса «Склад».

Для формализации элементов модели СЭУ вводим следующие определения объектов модели, представленные ниже.

«Портфель образовательных услуг  $i$ -й образовательной программы»,  $PO$  - виртуальный объект, имитирующий хранилище показателей эффективности по  $i$ -й образовательной программе.

Автомат, формализующий объект «Портфель образовательных услуг», описывается следующим образом (15, 16)» [9]:

$$PO = (X, F, ZPO, vpo, fpo), \quad (15)$$

где  $X = (q, S)$  – входные данные;

$F$  – выход, финансовый результат обучающей программы;

$ZPO$  – множество состояний портфеля договоров на обучение:

$$ZPO = (D, R), \quad (16)$$

где  $D, R$  – доходы и расходы по образовательной программе;

$vpo$  – оператор переходов портфеля договоров на обучение;

$fpo$  – оператор выходов портфеля договоров на обучение:

$$f(t) = fpo[x(t), vpo([x(t), zpo(t-1)])], \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

«Автомат РО представляет собой автомат-преобразователь состояния которого изменяются при изменении его входных данных» [39].

«Механизм стимулирования»,  $SM$  - это виртуальный объект, обеспечивающий управление стимулированием преподавателей.

«Автомат, формализующий объект «Механизм стимулирования», можно описать с помощью совокупности (17):

$$SM = (I, O, ZSM, zsm_0, vsm, fsm), \quad (17)$$

где  $I$  – входной поток данных механизма стимулирования (финансовый результат по образовательной программе);

$O$  – выходной поток механизма стимулирования (ставка почасовой оплаты) преподавателя;

$ZSM$  – множество состояний механизма стимулирования, влияющих на решение по стимулированию преподавателей;

$zsm_0$  – начальное состояние автомата;

$vsm$  – функция переходов автомата» [9];

$fsm$  – функция выходов механизма стимулирования, реализующая алгоритм формирования ставка почасовой оплаты преподавателя (18):

$$o(t)=fsm[i(t), vsm([i(t), zsm(t-1)])], t = 1,2,\dots,T \quad (18)$$

«Менеджер образовательной организации», МО - это виртуальный объект, имитирующий лицо, принимающее управляющее решение (формирующее план действия).

«Автомат, формализующий объект «Менеджер образовательной организации», описывается следующим образом (19):

$$MO = (O, P, ZMO, zmo_0, vmo, fmo), \quad (19)$$

где  $O$  – входной поток управления стимулированием преподавателя (ставка почасовой оплаты);

$P$  – выходной поток управления фондом заработной платы по образовательной программе (план действия);

$ZMO$  – множество состояний автомата, определяющих статус принятого решения;

$zmo_0$  – начальное состояние автомата;

$vmo$  – функция переходов автомата, реализующая алгоритм изменения статуса принятого решения;

$fmo$  - функция выходов автомата, реализующая алгоритм формирования потока управления фондом заработной платы по образовательной программе (20)» [9]:

$$p(t)=fmo[o(t), vmo([p(t), zmo(t-1)])], t = 1,2,\dots,T \quad (20)$$



«Фонд заработной платы»,  $FS$  - виртуальный объект, имитирующий калькулятор фонда заработной платы по образовательной программе.

Автомат, формализующий объект «Фонд заработной платы», описывается следующим образом (21):

$$FS = (P, S, ZFS, zfs_0, vfs, ffs), \quad (21)$$

где  $P$  – входные данные (план действия, включая ставку  $O$ );

$S$  – выход (величина фонда заработной платы по образовательной программе);

$ZFS$  – множество состояний фонда;

$zfs_0$  – начальное состояние автомата;

$vfs$  – оператор переходов автомата;

$ffs$  – оператор выходов автомата, реализующий алгоритм расчета фонда заработной платы по образовательной программе (22):

$$s(t) = ffs[p(t), vfs([p(t), zfs(t-1)])], \quad t = 1, 2, \dots, T. \quad (22)$$

Автомат  $FS$  также представляет собой автомат-преобразователь состояния которого изменяются при изменении его входных данных.

С учетом вышеизложенного разработан алгоритм синтеза модели СЭУ образовательных услуг, который состоит из следующих шагов:

«Шаг 1. Определение целевой функции стимулирования преподавателей, направленной на достижение рентабельного финансового результата по  $i$ -й образовательной программе.

Шаг 2. Определение оптимального значения ставки почасовой оплаты преподавателей по  $i$ -й образовательной программы.

Шаг 3. Формирование плана действий менеджеров образовательной организации, направленных на обеспечение необходимого уровня рентабельности  $i$ -й образовательной программы» [10].

«Шаг 4. Оповещение преподавателей об изменении условий оплаты труда по  $i$ -й образовательной программе.

Заключение с преподавателями трудовых договоров с учетом новых условий его работы на  $i$ -й образовательной программе и формирование оптимизированного фонда заработной платы.

Представленный алгоритм положен в основу функционирования СЭУ образовательных услуг» [10].

#### Выводы по второй главе

Рассмотрены способы контроля потери контингента слушателей и стимулирования работников образовательной организации.

Сформированы показатели эффективности системой КРІ (Key Performance Indicator) для поддержки стабильности осуществления деятельности образовательной организации.

Выполнена формализация задачи, в ходе которой составлены формулы, необходимые для построения математических моделей.

На этапе анализа подходов к моделированию системы выбран объектно-структурный подход как основной метод моделирования системы управления рисками ДО.

Представлен бизнес-процесс прием заявки на оказание платной образовательной услуги как многоэтапного процесса обработки документа позволяет использовать объектно-структурный подход в качестве методологии для разработки модели СЭУ.

## Глава 3 Алгоритм оптимизации системы управления рисками дополнительного образования

### 3.1 Разработка алгоритмов оптимизации СУРДО

На основе моделей из предыдущей главы построен алгоритм работы управления рисками коммерческой организации предоставляющая образовательные услуги дополнительного образования. Учитывая, что для управления риском уменьшения контингента рассматриваются два подхода: оптимизация эффективности осуществления образовательных услуг при помощи изменения ставки почасовой оплаты преподавательского состава и методом изменения стоимости образовательной программы относительно минимальной и максимальной рыночной стоимости аналогичного курса, разработаны два алгоритма для каждого случая. Рассмотрим алгоритм получения минимальной стоимости образовательной программы для ее осуществления (рисунок 15).

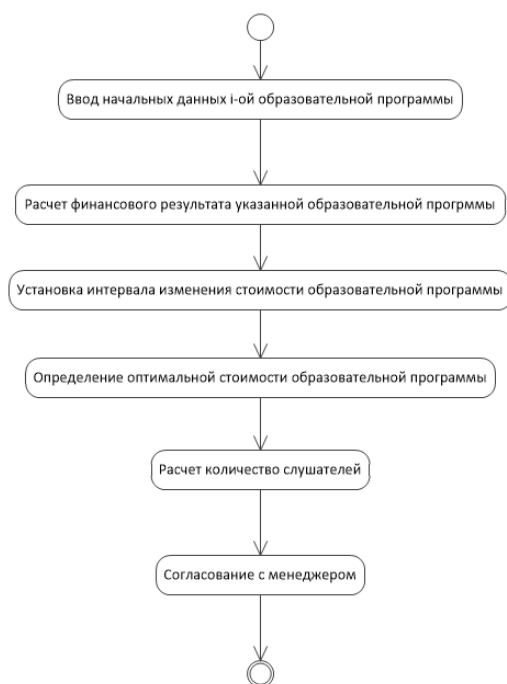


Рисунок 15 – Алгоритм получения оптимальной стоимости образовательной программы

Для определения оптимальной стоимости образовательной программы используется метод `minimize` из библиотеки `scipy.optimize`. Количество слушателей рассчитывается на основе полученной стоимости согласно выражению (5).

Алгоритм оптимизации образовательной организации путем изменения ставки почасовой оплаты схож с приведенным выше алгоритмом (рисунок 16).



Рисунок 16 – Алгоритм получения оптимальной ставки почасовой оплаты образовательной программы

Как можно заметить, отличие второго алгоритма от первого заключается в установлении границ изменения ставки почасовой оплаты и определении оптимальной ставки.

Далее приведен обзор технологий, применяющихся в разработке приведенных алгоритмов.

### 3.2 Обзор технологий реализации алгоритмов оптимизации

В данном разделе приведена краткая информация об используемых технологиях для программной реализации построенных на предыдущей главе алгоритмов. К реализации каждого алгоритма следует относиться ответственно, ведь как известно «Аккуратный программист — быстрый программист». Таким образом выберем такие важные компоненты разработки как:

- язык программирования;
- среда разработки.

Выбор языка программирования является важным этапом при разработке программы. Для реализации алгоритмов настоящей магистерской диссертации будет применяться язык python.

Python – это высокоуровневый язык программирования применяющийся на текущий момент во всех сферах связанных с IT разработкой. В отличии от других высокоуровневых языках программирования таких как: C++, Java, C# и т.д., являющиеся компилируемыми языками, Python является интерпретируемым языком. Синтаксис языка является специфическим не похожий ни на один другой высокоуровневый язык программирования.

При написании кода на Python большое внимание уделяется отступам, они играют роль фигурных скобок на C++ или Java. С точки зрения простоты изучения языка Python считается одним из простейших языков программирования в связи с чем его часто рекомендуют начинающим студентам. Помимо простоты изучения данный язык обладает следующими качествами:

- «высокий уровень читабельности кода»;
- свободный доступ к исходному коду;
- бесплатный;
- наличие большого количество модулей и пакетов;
- гибкий;
- универсальный;

- поддержка графического интерфейса» [22].

Наличие перечисленных преимуществ позволяет занимать лидирующие позиции в различных рейтингах языков программирования. Таким образом в сфере back-end Python занимает 4-е место незначительно уступая C#. Ниже представлена диаграмма оценки языков программирования применяемых в разработке Back-end (рисунок 17).

#### Языки программирования по сферам использования

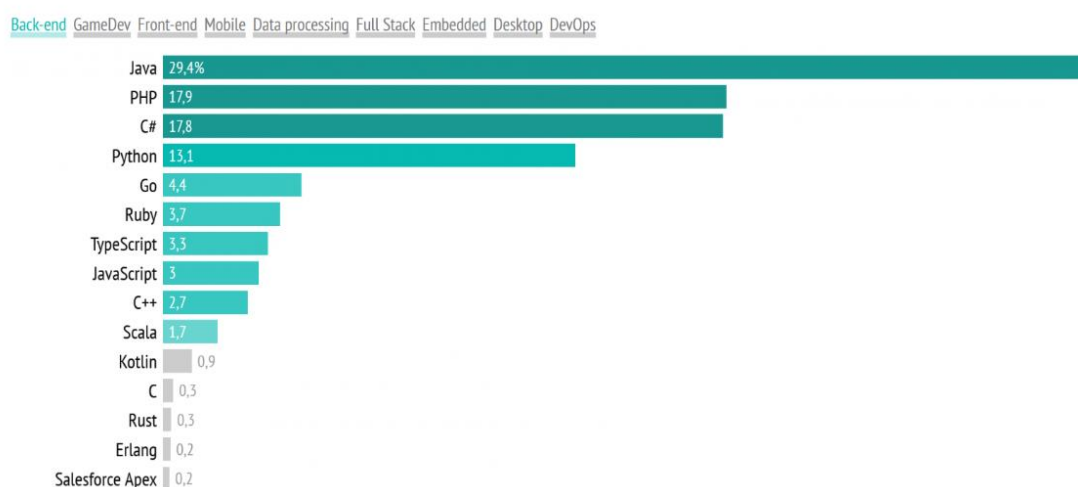


Рисунок 17 – Рейтинг популярных языков в сфере Back-end

В сфере науки о данных Python является самым удобным языком программирования на текущий момент.

Причина такого превосходства заключается в поддержке библиотек значительно ускоряющих процесс обработки данных и библиотеки включающие готовые модели машинного обучения. Перечень подобных библиотек:

- pandas;
- numpy;
- scipy;
- matplotlib;

- seaborn;
- scikit learn;
- tensorflow;
- keras;
- statsmodels;
- plotly.

Представим описание библиотек, применяющихся в ходе выполнения программной части настоящей магистерской диссертации.

Pandas предоставляет богатый набор функций для обработки различных типов данных. Кроме того, работа с Pandas быстрая, простая и более выразительная, чем с другими инструментами. Pandas обеспечивает быструю обработку данных, как NumPy, а также гибкие методы обработки данных, такие как электронные таблицы и реляционные базы данных. Наконец, pandas хорошо интегрируется с библиотекой matplotlib, что делает его очень удобным инструментом для анализа данных.

«NumPy — это пакет Python означающий «Числовой Python». Это библиотека, состоящая из объектов многомерного массива и набора подпрограмм для обработки массива. NumPy часто используется вместе с такими пакетами, как SciPy (научный Python) и Matplotlib (библиотека для построения графиков). Эта комбинация широко используется в качестве замены популярной платформы для технических вычислений MatLab. Однако альтернатива Python MatLab теперь рассматривается как более современный и полный язык программирования. Это открытый исходный код, что является дополнительным преимуществом NumPy» [22].

«Matplotlib — это библиотека чертежей с открытым исходным кодом, которая поддерживает различные типы рисунков. Данная библиотека позволяет создавать графики, гистограммы, гистограммы и другие типы диаграмм всего несколькими строками кода. Наиболее часто применяемым модулем matplotlib является библиотека pyplot. matplotlib.pyplot — это набор функций, благодаря которым matplotlib работает как MATLAB. Каждая

функция `ruplot` вносит некоторые изменения в фигуру: например, создает фигуру, создает область построения на фигуре, рисует несколько линий в области построения, украшает график метками и т. д. В `matplotlib.pyplot` различные состояния сохраняются при вызовах функций, так что он отслеживает такие вещи, как текущая фигура и область построения, а функции построения графика направляются к текущим осям» [22].

Приведенное описание языка Python, объясняет причину его выбора в качестве основного языка применяющийся в разрабатываемой системе.

Anaconda — это дистрибутив с открытым исходным кодом для python. Он используется для науки о данных, машинного обучения, глубокого обучения и т.д. Благодаря наличию более 300 библиотек для обработки данных любой программист может работать с Anaconda.

Интерфейс среды Anaconda представлен на рисунке 18.

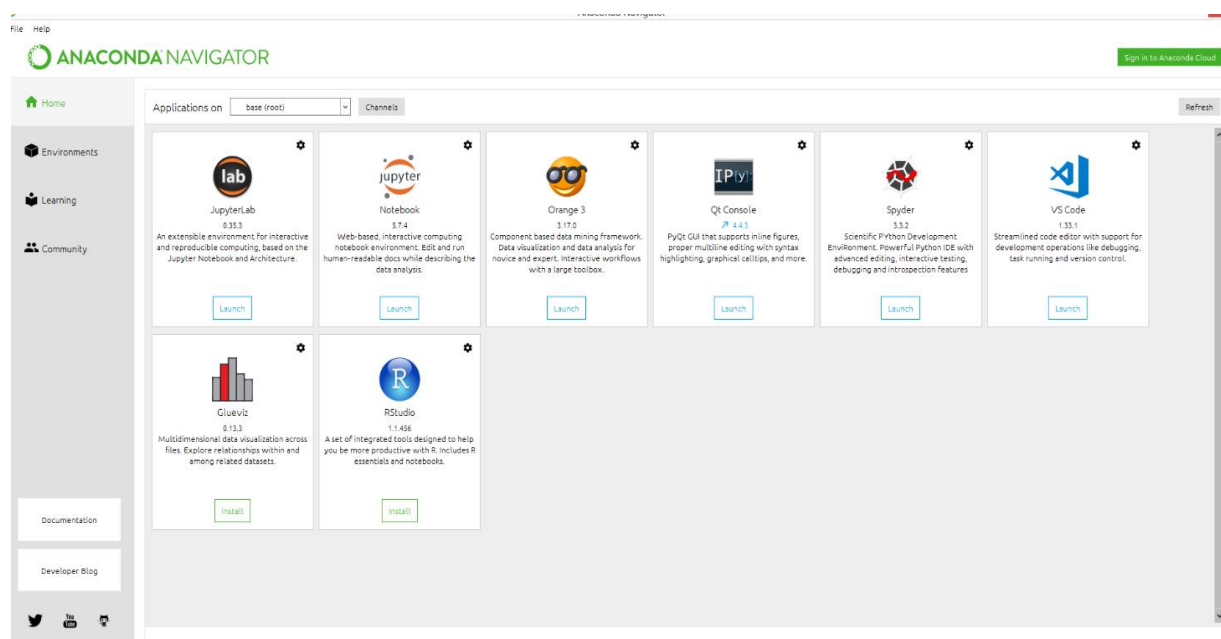


Рисунок 18 – Интерфейс среды Anaconda

Согласно вышеприведенному рисунку Anaconda может включать инструменты разного рода применяющихся в сфере программирования.



Список инструментов можно расширить или сократить, подобная настройка позволяет подстраивает его под свои требования. Среди перечисленных инструментов в разработке системы будет применяться Jupyter notebook.

«Ноутбук расширяет консольный подход к интерактивным вычислениям в качественно новом направлении, предоставляя веб-приложение, подходящее для захвата всего процесса вычислений: разработки, документирования и выполнения кода, а также передачи результатов. Блокнот Jupyter сочетает в себе два компонента:

- веб-приложение;
- документация блокнота.

Веб-приложение: инструмент на основе браузера для интерактивного создания документов, сочетающих пояснительный текст, математику, вычисления и их мультимедийный вывод.

Документы записной книжки: представление всего содержимого, видимого в веб-приложении, включая входные и выходные данные вычислений, пояснительный текст, математику, изображения и мультимедийные представления объектов» [37].

Поскольку Jupyter используется в веб-браузере, для этого необходим сервер с которым он будет взаимодействовать. В зависимости от уровня решения задачи сервером может выступать как компьютер пользователя так и корпоративный сервер. В случае когда сервером выступает компьютер «URL-адрес в адресной строке начинается с `http://localhost:` или `http://127.0.0.1:`, данный адрес относится к локальному серверу.

Jupyter не отправляет ваши данные куда-либо еще, и, поскольку это открытый исходный код, другие люди могут сами в этом убедиться».

Также Jupyter можно использовать удаленно: например, ваша компания или университет могут запустить сервер для вас. Если требуется работать с конфиденциальными данными в таких случаях, потребуются права доступа к данным.

### 3.3 Программная реализация алгоритма

Как уже отмечалось выше реализация системы будет осуществляться на языке Python интегрирования со средой Anaconda.

Первым делом подключим библиотеки содержащие необходимые инструменты, применяющиеся в разработке (рисунок 19).

```
import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.optimize import minimize
import matplotlib.pyplot as plt
```

Рисунок 19 – Библиотеки Python используемые для реализации задачи настоящей магистерской диссертации

Представленные на рисунке библиотеки подробно описаны в предыдущей главе.

Поскольку начальных данных будет много для удобной работы с воспользуемся объектом dictionary из библиотеки pandas.

Исходные данные будут формироваться и редактироваться в таблице excel.

Для получения исходных данных в jupyter используется метод read\_excel принимающий два параметра: file\_name, sheet\_name (рисунок 20).

```
[120]: course_data=pd.read_excel("C:\\Users\\Desktop\\reducingTheNumberOfListeners.xlsx", sheet_name="Лист1")
course_data.head(20)
```

```
: [120]:
```

	Учебный курс	Количество слушателей	Стоимость учебного курса	Доход	Ставка почасовой оплаты	Фонд заработной платы	Фиксированная сумма расходов
0	УК1	NaN	NaN	NaN	NaN	20000.0	6000.0
1	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
2	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
3	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
4	Минимальная рыночная стоимость курса	Максимальная рыночная стоимость курса	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
5	1500	2500	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
6	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
7	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
8	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
9	Мин СТПО	Макс СТПО	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN
10	200	500	NaN	NaN	NaN	NaN	NaN

Рисунок 20 - Импорт excel файл через метод read\_excel и вывод результата на экран

Метод head(20) в используется для отображения указанного количество строк. В данном случае применение данного метода представляет собой проверку импорта таблицы excel.

Как отмечалось выше оптимизация задачи управления рисками дополнительного образования будет осуществляться двумя способами: методом изменения стоимости учебного курса и изменением ставки почасовой оплаты преподавателе, рассмотрим первый способ. Для нахождения минимального количества слушателей путем изменения стоимости образовательной программы объявим переменную x содержащая все необходимые параметры модели (9) (рисунок 21).

```
x=[int(course_data['Количество слушателей']),
float(course_data['Стоимость учебного курса'])]

proc = float(course_data['Процент прибыли относительно дохода'])
```

Рисунок 21 – Входные параметры для определения минимального количества слушателей, необходимых для реализации учебного курса

На приведенном рисунке `course_data` это экземпляр объекта `dictionary` содержащий все входные параметры переданные указанные в таблице эксель. Для нахождения минимального количество слушателей будут использоваться такие параметры как: количество заявок, стоимость курса и процент прибыли относительно дохода.

Задача управления рисками сферы дополнительного образования сводится к задаче оптимизации. Для ее решения воспользуемся методом SLSQP, который доступен в методе `minimize` библиотеки `scipy.optimize`. Преимущество данного метода заключается в том, что в нем можно указать ограничения для уравнения системы и пределы изменения независимых переменных. Метод оптимизации SLSQP принимает следующие параметры:

- `fun`;
- `x0`;
- `method`;
- `bounds`;
- `constraints`.

`Fun` – целевая функция, эта функция которую требуется оптимизировать. `X0` – начальные данные использующиеся в функции `fun`. `Method` – метод оптимизации, в данном случае это SLSQP. `Bounds` – границы изменения элементов целевой функции. `Constraints` – ограничения системы.

Целевая функция описана методом `mainFunction (x)`. Код представлен на рисунке 22.

```
def mainFunction (x):  
    amount_of_student=x[0]  
    course_price_per_student=x[1]  
    return amount_of_student*course_price_per_student
```

Рисунок 22 – Целевая функция метода оптимизации управления рисками коммерческой организации  
Формула целевой функции соответствует выражению (4).

Далее определим ограничения (constraints) уравнений системы. В данном случае ограничение только одно – это неснижение дохода ниже суммы «фонд заработной платы» и «фиксированная сумма расходов». Код программы представлены ниже (рисунок 23).

```
def ineqConstraint(x):
    salary_fond = float(course_data['Фонд заработной платы'])
    expenses_sum = float(course_data['Фиксированная сумма расходов'])
    income = (salary_fond + expenses_sum)
    income = income + (income*proc)/100
    return (x[0]*x[1]) - income
```

Рисунок 23 – Ограничения целевой функции

Как можно заметить, ограничения тоже задаются функцией. Минимальным пределом значения функции служит переменная income содержащая сумму «фонд заработной платы» и «фиксированная сумма расходов». Указание знака ограничения в явном виде не представляется возможным поэтому для этого значение из левой стороны переводится в правую сторону (рисунок 24).

```
bounds_for_amounts_of_students = (0, float("inf"))
bounds_for_course_price = (float(course_data['Максимальная рыночная стоимость курса']),
                           float(course_data['Минимальная рыночная стоимость курса']))
const = {'type': 'ineq', 'fun': ineqConstraint}
bnds = (bounds_for_amounts_of_students, bounds_for_course_price)
```

Рисунок 24 – Границы изменения элементов целевой функции и указание типа ограничения

Параметр bounds\_for\_amounts\_of\_students задает пределы изменения первого параметра, в данном случае от 0 до бесконечно положительного значения. Переменная bounds\_for\_course\_price задает пределы второго параметра - это стоимость курса, от 1500-2500. Параметр const описывает

ограничение уравнения целевой функции. Описание включает тип ограничения в этом случае `ineq` (`inequal`) неравно и функцию `fun` указывающая на объявленную ранее функцию ограничения `ineqConstraint(x)`.

Далее вызовем метод `minimize` передав ей заготовленные параметры (рисунок 25).

```
result = minimize(mainFunction,
                  x,method='SLSQP',
                  bounds=bnds,
                  constraints=const)
print(result.x)
```

Рисунок 25 – Минимизация стоимости курса с целью определения минимального количество слушателей для осуществления образовательной программы

Полученные результаты присваиваются соответствующим полям с помощью функции `set_values_to_dictionary` (рисунок 26).

```
set_values_to_dictionary("Количество слушателей",round(result.x[0]))
set_values_to_dictionary("Стоимость учебного курса",round(result.x[1]))
set_values_to_dictionary("Доход",round(result.x[0])*round(result.x[1]))
```

Рисунок 26 – Присвоение полученных результатов соответствующим ячейкам

На данном этапе завершается реализация метода определения минимального количество студентов для осуществления образовательной программы.

Далее будет представлена реализация второго метода – это метод получения оптимального количество слушателей при изменении ставки почасовой оплаты. Реализация практически идентична имплементацию первого метода за исключением используемых начальных данных.

Представим входные параметры для целевой функции `mainFunction(x)` (рисунок 27).

```
x=[int(course_data['Количество слушателей']),  
   float(course_data['Ставка почасовой оплаты']),  
   ]  
прос = float(course_data['Процент СПО относительно стоимости курса'])
```

Рисунок 27 – Входные параметры целевой функции

В отличие от первого метода во втором в качестве второго параметра передается «показатель ставки почасовой оплаты» на основе которого рассчитывается стоимость учебного курса.

Имплементация целевой функции имеет следующий вид (рисунок 28).

```
def mainFunction (x):  
    amount_of_student = x[0]  
    course_price_per_student = float((100*x[1])/20)  
    return amount_of_student * course_price_per_student
```

Рисунок 28 – Целевая функция метода изменения стоимости относительно ставки почасовой оплаты

Как можно заметить на рисунке 28 в имплементации целевой функции изменилось получение стоимости курса. Данная стоимость рассчитывается согласно выражению (4).

Учитывая, что выражение ограничения целевой функции за исключением параметра `income` соответствует выражению `mainFunction(x)`, изменения в расчете стоимости учебного курса также перенесутся в функцию ограничения (рисунок 29).

```

def ineqConstraint(x):
    salary_fond = float(course_data['Отчисления в Бюджет'])
    expenses_sum = float(course_data['Фиксированная сумма расходов'])
    income = salary_fond + expenses_sum
    course_price_per_student = float((100*x[1])/20)
    return x[0]*course_price_per_student-income

```

Рисунок 29 – Ограничения целевой функции

Аналогичным образом объявим пределы изменения параметров целевой функции. В данном случае вместо пределы стоимости учебного курса передается граница изменения ставки почасовой оплаты преподавателя (рисунок 30).

```

bounds_for_amounts_of_students = (0, float("inf"))
bounds_for_STPO_price = (course_data['Мин СТПО'], course_data['Макс СТПО'])
const = {'type': 'ineq', 'fun': ineqConstraint}
bnds = (bounds_for_amounts_of_students, bounds_for_STPO_price)

```

Рисунок 30 – Установка границ изменения параметров целевой функции

Далее вызывается метод `minimize` идентично рисунку (25) и полученные значения при помощи функции `set_values_to_dictionary` присваиваются соответствующим ячейкам excel таблицы. Это сделано для удобства представления результатов минимизации дохода образовательной программы (рисунок 31).

```

def set_values_to_dictionary(key, value):
    course_data["" + key + ""] = value

```

Рисунок 31 – Функция для вставки значения в dictionary



Полученные результаты присваиваются соответствующим полям с помощью функции `set_values_to_dictionary` (рисунок 32).

```
set_values_to_dictionary("Количество слушателей",round(result.x[0]))
set_values_to_dictionary("Стоимость учебного курса",round((100*result.x[1]/proc)))
set_values_to_dictionary("Доход",round(result.x[0])*round((100*result.x[1]/proc)))
set_values_to_dictionary("Ставка почасовой оплаты",round(result.x[1]))
```

Рисунок 32 – Присвоение полученных результатов соответствующим ячейкам

Код программы представлен в листинге 1.

Листинг 1 - Код программы

```
import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.optimize import minimize,linprog
import matplotlib.pyplot as plt
course_data=pd.read_excel("C:\\Users\\Расим\\Desktop\\мАгистратура\\Диссертация\\reducingTheNumberOfListeners.xlsx")
course_data=course_data.fillna(0)
course_data.head(1)
x=[int(course_data['Количество слушателей']),
float(course_data['Стоимость учебного курса'])]
proc = float(course_data['Процент прибыли относительно дохода'])
def mainFunction (x):
amount_of_student=x[0]
course_price_per_student=x[1]
return amount_of_student*course_price_per_student
def ineqConstraint(x):
salary_fond = float(course_data['Фонд заработной платы']
expenses_sum= float(course_data['Фиксированная сумма расходов']
```

```

income = (salary_fond + expenses_sum)
income = income + (income*proc)/100
return (x[0]*x[1])-income
bounds_for_amounts_of_students = (0,float("inf"))
bounds_for_course_price = (float(course_data['Минимальная рыночная
стоимость курса'
float(course_data['Максимальная рыночная стоимость курса']))
const = {'type':'ineq','fun':ineqConstraint}
bnds = (bounds_for_amounts_of_students,bounds_for_course_price)
result = minimize(mainFunction, x,method='SLSQP',
bounds=bnds,
constraints=const)
print(result)
def set_values_to_dictionary(key,value):
course_data[key] = value
set_values_to_dictionary("Количество слушателей",round(result.x[0]))
set_values_to_dictionary("Стоимость учебного курса",round(result.x[1]))
set_values_to_dictionary("Доход",round(result.x[0])*round(result.x[1]))
course_data.head()
x=[int(course_data['Количество слушателей']),
float(course_data['Ставка почасовой оплаты']),
]
proc = float(course_data['Процент СТПО относительно стоимости
курса'])
def mainFunction (x):
amount_of_student = x[0]
course_price_per_student = round(100*x[1]/proc)
return amount_of_student * course_price_per_student
def ineqConstraint(x):
salary_fond = float(course_data['Фонд заработной платы'])

```

```

expenses_sum = float(course_data['Фиксированная сумма расходов'])
income = salary_fond + expenses_sum
course_price_per_student = round(100*x[1]/proc)
return x[0]*course_price_per_student-income
bounds_for_amounts_of_students = (0,float("inf"))
bounds_for_STPO_price = (course_data['Мин СТПО'],course_data['Макс
СТПО'])
const = {'type':'ineq','fun':ineqConstraint}
bnds = (bounds_for_amounts_of_students,bounds_for_STPO_price)
result = minimize( mainFunction, x, method='SLSQP', bounds=bnds,
constraints=const)
print('Minimum amount of students: ', result)
set_values_to_dictionary("Количество слушателей",round(result.x[0]))
set_values_to_dictionary("Стоимость учебного
курса",round((100*result.x[1]/proc)))
set_values_to_dictionary("Доход",round(result.x[0])*round((100*result.x[1]/proc)
))
set_values_to_dictionary("Ставка почасовой оплаты",round(result.x[1]))
course_data.head()

```

Реализация методов получения оптимального количество слушателей на данном этапе завершается.

### **3.4 Проверка адекватности модели**

Для проверки корректной работы программы составим таблицу excel с входными данными [14].

В таблице заполнены только те поля, которые необходимы для работы алгоритмов программы. Excel таблицы с входными данными приведена на рисунке 33.

Учебный курс	Количество слушателей	Стоимость учебного курса	Доход	Ставка почасовой оплаты	Фонд заработной платы	Фиксированная сумма расходов	Процент прибыли относительно дохода
УК1					20000	6000	50
Минимальная рыночная стоимость курса	Максимальная рыночная стоимость курса						
1500	2500						
Мин СТПО	Макс СТПО						
250	500						

Рисунок 33 – Входные данные для определения оптимального количество слушателей УК1

Определим минимальное количество слушателей путем изменения стоимости курса учебного курса. В данном случае входными параметрами являются: «Фонд заработной платы», «Фиксированная сумма расходов», «Минимальная рыночная стоимость курса», «Максимальная стоимость курса» и «Процент прибыли относительно дохода». Результат работы программы представлен на рисунке 34.

Учебный курс	Количество слушателей	Стоимость учебного курса	Доход	Ставка почасовой оплаты	Фонд заработной платы	
0	УК1	26	1500	39000	0.0	20000

Фиксированная сумма расходов	Минимальная рыночная стоимость курса	Максимальная рыночная стоимость курса	Мин СТПО	Макс СТПО	Процент прибыли относительно дохода
6000	1500	2500	200	500	50

Рисунок 34 – Определение оптимального количество слушателей путем изменения стоимости курса относительно рыночной



Согласно приведенному рисунку оптимальное количество слушателей при 270 почасовой ставки составляет 10 слушателей со стоимостью курса 27000.

### Выводы по третьей главе

Построены алгоритмы, оптимизирующие управление рисками коммерческой образовательной организации предоставляющая услуги дополнительного образования.

Представлены технологии, используемые при реализации алгоритмов, описана причина выбора каждой технологии.

Выполнена реализация построенных алгоритмов на языке python платформы Jupyter.

Подробно описаны элементы кода, а также представлен листинг программы.

Проведена проверка корректности работы программы для каждого метода оптимизации.

## Заключение

В ходе выполнения настоящей магистерской диссертации разработана система управления риском «уменьшение контингента слушателей» путем оптимизации стоимости образовательной программы и регулирования почасовой оплаты преподавателей.

Выполнение магистерской диссертации разбито на три последовательных глав, результаты каждой главы приведен ниже:

- проведен анализ рисков в сфере дополнительного образования. В ходе анализа проведена классификация рисков, показывающая какие группы рисков влияют на сферу дополнительного образования, также проведена оценка рисков методом экспертной оценки, в ходе которого выявлены наиболее важные риски. Важными являются риски: высокая стоимость образовательных услуг дополнительного образования, низкое качество обучения, невозможность организации дистанционного режима обучения, уменьшение контингента слушателей, низкий уровень квалификации сотрудников, низкая заработная плата сотрудников. Учитывая, что результатом реализации перечисленных рисков является уменьшение контингента слушателей было принято решение рассматривать данный риск как основной;
- рассмотрены способы контроля потери контингента слушателей и стимулирования работников образовательной организации. Сформированы показатели эффективности системой KPI (Key Performance Indicator) для поддержки стабильности осуществления деятельности образовательной организации. Выполнена формализация задачи в ходе которого составлены формулы необходимые для построения математических моделей. На этапе анализа подходов к моделированию системы выбран объектно-

структурный подход как основной метод моделирования системы управления рисками ДО;

- построены алгоритмы, оптимизирующие управление рисками коммерческой образовательной организации предоставляющая услуги дополнительного образования. Представлены технологии, использующиеся при реализации построенных алгоритмов, описана причина выбора каждой технологии. Выполнена реализация построенных алгоритмов на языке python платформы Jupyter. Подробно описана каждая часть кода, а также представлен листинг программы. Проведена проверка адекватности модели для каждого метода оптимизации. В ходе проверки получены оптимальные значения для каждого метода, гарантирующие рентабельность образовательной программы.

Таким образом выполненная работа соответствует установленным требованиям на этапе постановки задачи и удовлетворяет цели настоящей магистерской диссертации.

Значимость настоящей магистерской диссертации определяется исследованиям проведенными с целью повышения устойчивости коммерческих образовательных организаций рискам сферы дополнительного образования.



## Список используемой литературы

1. Аналитики раскрыли расходы россиян на дополнительное образование детей [Электронный ресурс]. URL: <https://moe-online.ru/news/society/1019055> (дата обращения 01.03.2022).
2. Башарова О.Г. Разработка системы экономических показателей для оценки эффективности деятельности учреждений образования // Экономический анализ: теория и практика. 2011. № 28. С. 56 - 61.
3. Васильева О. Н. и [др.]. Модели и методы материального стимулирования (теория и практика) / Под ред. проф. В.Г. Засканова и проф. Д.А. Новикова. М.: ЛЕНАНД, 2007. 288 с.
4. Вольхина Ю. Автоматизация учета платных услуг в учреждениях образования и культуры [Электронный ресурс]. URL: <https://www.budgetnik.ru/art/3627-red-avtomatizatsiya-ucheta-platnyh-uslug-v-uchrejdeniyah-obrazovaniya-i-kultury> (дата обращения 01.03.2022).
5. Ганин Д.В. Особенности механизма повышения эффективности и качества образовательных услуг / Д.В. Ганин, Н.В. Доможурова // Вестник НГИЭИ. 2011. №4 (5). С. 147-159.
6. Иващенко А.В. Мультиагентные технологии для разработки сетцентрических систем управления / А.В. Иващенко, О.В. Карсаев, П.О. Скобелев, А.В. Царев, Р.М. Юсупов // VI Всероссийская научно-практическая конференция «Перспективные системы и задачи управления», 4-6 апреля 2011 г. Таганрог: Известия ЮФУ. Технические науки. 2011. №3 (116). С. 11-23.
7. Кленин А.И. Модели управления платными образовательными услугами в организациях высшего образования: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.э.н. М.: (МГТУ им. Н.Э. Баумана), 2018. 16с.
8. Лысенко И.А. Механизмы и модели управления рисками многопрофильного образовательного учреждения: автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. Уфа: УГАТУ, 2012. 19 с.

9. Мкртычев С.В. Методология моделирования систем управления операционной деятельностью социально-экономических систем, функционирующих в условиях неопределенности и риска // В сборнике научных статей IV научно-практической международной конференции (школы-семинара) молодых ученых: в двух частях. 2018. С. 17-20.

10. Мкртычев С.В. Формализация постановок задач функциональной оптимизации проблемно-ориентированных систем сбора и обработки страховой учетно-аналитической информации/ С.В. Мкртычев, Н.А. Дроздов, А.В. Очеповский, О.М. Гущина // Фундаментальные исследования. 2015. - №12 (2). С. 306-310.

11. Моделирование управления рисками в системе образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-upravleniya-riskami-v-sisteme-obrazovaniya/viewer> (дата обращения 01.03.2022).

12. Новиков Д.А. Механизмы стимулирования в организационных системах / Д.А. Новиков. М.: ИПУ РАН (научное издание), 2003. 147 с.

13. Новиков Д.А. Модели и механизмы управления образовательными сетями и комплексами / Д.А. Новиков, Н.П. Глотова. М.: Институт управления образованием РАО, 2004. 142 с.

14. Пакулин В. Н. Решение задач оптимизации управления с помощью MS Excel 2010 [Электронный ресурс] / В. Н. Пакулин. М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. 91 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/52167.html> (дата обращения 01.03.2022).

15. Подготовка и защита магистерской диссертации [Электронный ресурс]. URL: <https://rudocs.exdat.com/docs/index-391780.html?page=4> (дата обращения 01.03.2022).

16. Пугач В.Н. Образовательные услуги: общие понятия [Электронный ресурс] / В.Н. Пугач, С.В. Абдуллина // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2013. №2. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/50evn213.pdf> (дата обращения 01.03.2022).

17. Рожков А.И. Платные образовательные услуги в школе в условиях реализации нового Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» / А.И. Рожков // Юридический журнал директора школы. 2013. № 5.
18. Стрельцова Е.Д. Модельный инструментарий системы поддержки принятия решений по управлению формированием контингента студентов в вузах / Е.Д. Стрельцова, Л.Э. Петросян // Государственное и муниципальное управление : Ученые записки СКАГС. 2015. № 4. С. 10–16.
19. Угрюмова М. А. Контроллинг качества как система управления минимизацией потерь в вузе / М.А. Угрюмова, И.Б. Бондырева // Теоретическая экономика. 2018. №1 (43). С. 67-75.
20. Управление рисками в сфере дополнительного профессионального образования [Электронный ресурс]. URL: [https://www.sgu.ru/sites/default/files/conf/files/2019-04/vakulich\\_osm\\_2019.pdf](https://www.sgu.ru/sites/default/files/conf/files/2019-04/vakulich_osm_2019.pdf) (дата обращения 01.03.2022).
21. Управление рисками образовательных проектов в сфере дополнительного профессионального образования [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-riskami-obrazovatelnyh-proektov-v-sfere-dopolnitelnogo-professionalnogo-obrazovaniya/viewer> (дата обращения 01.03.2022).
22. Язык программирования Python [Электронный ресурс]. URL: <http://rus-linux.net/MyLDP/BOOKS/python.pdf> (дата обращения 01.03.2022).
23. Baranowski M. “Education in times of uncertainty. Uncertainty in education. A critical approach”, In: Symbolic violence in socio-educational contexts. A post-colonial critique, Anna Odrowąż-Coates, Sribas Goswami (eds.), Warszawa: Wydawnictwo Akademii Pedagogiki Specjalnej, 2017, pp. 63–72.
24. Bezek A. and Gams M. “Comparing a traditional and multi-agent load-balancing system, Computing and Informatics, vol. 25, 2006, pp. 17–42

25. Designing and Managing Incentive Compensation Programs [Электронный ресурс]. URL: <https://www.shrm.org/resourcesandtools/tools-and-samples/toolkits/pages/designingincentivecompensation.aspx> (дата обращения 01.03.2022).

26. Example KPIs for the Educational Services Industry [Электронный ресурс]. URL: <https://kpidashboards.com/kpi/industry/educational-services/> (дата обращения 01.03.2022).

27. Hanson E. M. “School management and contingency theory: an emerging perspective. Educational Administration Quarterly”, 1979, 15(2), pp. 98–116.

28. Indicator B1: How much is spent per student? [Электронный ресурс] URL: [http://www.oecd.org/education/EAG2014-Indicator%20B1%20\(eng\).pdf](http://www.oecd.org/education/EAG2014-Indicator%20B1%20(eng).pdf) (дата обращения 01.03.2022).

29. Kenny J.D.J. “Efficiency and effectiveness in higher education: Who is accountable for what?”, Australian Universities Review, 2008, 50(1), pp. 11–20.

30. Management Control System – Definition, Characteristics and More [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://www.cleverism.com/management-control-system-guide/> (дата обращения 01.03.2022).

31. March J. G. and Shapira Z. “Managerial perspectives on risk and risk taking”, In: Management Science, 33 (11), 1987, pp. 1404-1418.

32. Maslow A. H. “Motivation and Personality”, New York: Harpaer & Row, 1954.

33. Rodrigues N. and others “Self-organization Combining Incentives and Risk Management for a Dynamic Service-Oriented Multi-agent System”, 5th DoCEIS, AICT-423, 2014, pp.101-108.

34. Rolle A. “Rethinking Educational Productivity and its Management: A Discussions of Stochastic Frontier Analysis Within a Budget-Maximizing Framework”, Measuring School Performance & Efficiency, 2005, pp.185-201.

35. Ruzic-Dimitrijevic L and Dakic J. "The risk management in higher education institutions", Online Journal of Applied Knowledge Management, vol. 2(1). pp. 137-152.
36. Simons R. "Levers of control: How managers use innovative control systems to drive strategic renewal". Boston, MA: Harvard Business School Press, 1995.
37. The Jupyter Notebook [Электронный ресурс]. URL: <https://ipython.org/notebook.html> (дата обращения 01.03.2022).
38. Wang Y. "Exploring the Design of Compensation Management System in ICBC", International Journal of Business and Social Science, vol. 5(13), pp.243-256.
39. Wojtkowski W. and Wojtkowski W.G. "Systems Development Methods for Databases, Enterprise Modeling, and Workflow Management", 1999.
40. Woźniakowski T. and Jolowiecki P. "Risk management in E-learning projects" Information Systems in Management, 2012, Vol. 1 (1), pp. 62 -71.