

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»

На правах рукописи



ШИЛЬНИКОВ АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

**МОДЕЛИ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДДЕРЖКИ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ СИСТЕМЫ ОПЛАТЫ
ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
д.т.н., профессор,
Заслуженный работник ВШ РФ,
Мицель Артур Александрович

Томск - 2022

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	5
СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1 – АНАЛИЗ ВОПРОСА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ОПЛАТЫ ТРУДА	16
1.1. Анализ применения систем оплаты труда	16
1.2. Системы оплаты труда в рамках управления человеческими ресурсами	20
1.2.1. Место системы оплаты труда в системе управления человеческими ресурсами	20
1.2.2. Виды и классификация систем оплаты труда	22
1.3. Проблемы современной практики выбора СОР	25
1.3.1. Подходы к выбору систем оплаты труда на предприятиях	25
1.3.2. Критика подходов к выбору систем оплаты труда на предприятиях.....	28
1.4. Тенденции исследований в вопросах выбора систем оплаты труда	30
1.4.1. Статистика научных исследований о выборе систем оплаты труда	30
1.4.2. Большие данные (Big Data) в вопросе выбора систем оплаты труда.....	33
1.5. Системы поддержки принятия решений в проблеме выбора систем оплаты труда	38
1.6. Выводы главы 1.....	42
ГЛАВА 2 – Построение математической модели систем оплаты труда	44
2.1. Предмодель системы оплаты труда	44
2.1.1. Описание предмодели системы оплаты труда	44
2.1.2. Характеристики предмодели	48
2.2. Концептуальная модель системы оплаты труда.....	49
2.2.1. Модель «черного ящика»	49
2.2.2. Виды распределений случайных величин в системах оплаты труда	52
2.2.3. Характеристики концептуальной модели СОР.....	55
2.3. Математическая модель СОР.....	56
2.3.1. Вводные данные.....	56
2.3.2. Наборы функций $F(COR_m)$	58
2.3.3. Параметры законов распределения	60
2.3.4. Характеристики математической модели СОР.....	61
2.4. Проверка корректности модели	63
2.5. Методы решения задачи	65
2.5.1. Метод на основе статистических моделей	66
2.5.2. Метод на основе имитационного моделирования	76
2.6. Проверка адекватности модели.....	81
2.7. Перспективы «обогащения» модели посредством Big data.....	81
2.8. Выводы Главы 2	83

ГЛАВА 3 – РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ СППР «ОПЛАТА ТРУДА».....	85
3.1. Интерпретация результатов имитационного моделирования систем оплаты труда	85
3.1.1. Интерпретация выработки (Q).....	85
3.1.2. Интерпретация качества продукции (Qu).....	88
3.1.3. Интерпретация фонда оплаты труда (W)	90
3.1.4. Интерпретация удовлетворенности трудом (Sat)	94
3.1.5. Интерпретация видов распределений.....	96
3.2. Построение эмпирических функций распределения.....	99
3.2.1. Интегральное распределение выработки при сдельной СОР (Q3).....	100
3.2.2. Интегральное распределение уровня качества при сдельно–премиальной СОР (G4)...	103
3.2.3. Интегральное распределение уровня удовлетворенности работников трудом при сдельно–премиальной СОР (Sat4)	104
3.2.4. Интегральное распределение уровня удовлетворенности работников трудом при сдельно–прогрессивной СОР (Sat5).....	105
3.2.5. Выводы по построению эмпирических моделей.....	107
3.3. Проверка адекватности результатов моделирования	108
3.4. Описание СППР «Оплата труда»	111
3.4.1. Цели и задачи СППР «Оплата труда».....	111
3.4.2. Схема принятия решений с помощью СППР «Оплата труда».....	112
3.4.3. Схема функционирования СППР «Оплата труда»	115
3.4.4. Алгоритм функционирования СППР «Оплата труда».....	118
3.4.5. Порядок работы с программой и ее интерфейс	122
3.4.6. Сравнение СППР «Оплата труда» с аналогами	124
3.5. Апробация программного обеспечения	126
3.5.1. Апробация на предприятии ООО НПК «ЭТТ».....	127
3.5.2. Апробация на предприятии ООО «Медекс»	131
3.5.3. Апробация на предприятии ИП Калегов.....	132
3.5.4. Выводы по апробации ПО СППР «оплата труда»	134
3.6. Выводы по главе 3.....	134
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	137
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	140
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Статистические модели	157
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Имитационное моделирование на языке Python	168
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Матрицы для проведения имитационного моделирования.....	175
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Результаты моделирования показателей	179
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Результаты комбинаций.....	187
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. СППР «Оплата труда»	188

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. АПРОБАЦИЯ	199
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Регистрация программы ЭВМ	202
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Расчет эмпирических функций	203
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Акты внедрения	209

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

СППР – Система поддержки принятия решений

СОТ – Система оплаты труда

ФОТ – Фонд оплаты труда

ПО – Программное обеспечение

УЧР – Управление человеческими ресурсами

ЛПР – Лицо принимающее решение

УР – Управленческое решение

ТВиМС – Теория вероятностей и математической статистики

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Q – Выработка, у.е.

Qu / G – Качество продукции, у.е.

Sat – Удовлетворенность трудом работников (насколько работник удовлетворен своим трудом), %

W – Фонд оплаты труда, у.е.

C_v – Коэффициент вариации

COT₁ – повременная система оплаты труда

COT₂ – повременно-премиальная система оплаты труда с премией за выработку

COT₃ – сдельная система оплаты труда

COT₄ – сдельно-премиальная система оплаты труда с премией за качество

COT₅ – сдельно-прогрессивная система оплаты труда

COT₆ – сдельно-регрессивная система оплаты труда

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Развитие информационных и компьютерных технологий открыло немало новых научно-прикладных отраслей, которые вынуждают пересмотреть старые знания и подходы. В частности, это касается и экономики предприятий, на которых стремительными темпами внедряются технологии Data science (наука о данных), в частности Big Data (большие данные), People Data (данные о людях), вероятностные модели. Все эти новшества используются в системах поддержки принятия решений (СППР), которые дают так называемую предиктивную аналитику. С помощью предсказательной (предиктивной) аналитикикратно повышается экономическая эффективность за счет того, что компании могут заранее знать с высокой долей вероятности результаты своих действий и выбирать оптимальный путь. Этой темой активно занимаются как отечественные авторы, так и зарубежные [1, 2, 3, 4, 5].

В этой связи, фундаментальная проблема любого предприятия, оплата труда наемных работников, не только не потеряла свою актуальность, но и кардинально переосмысливается. В специальных исследованиях, особенно в периодических изданиях, большое количество авторов, обозначают проблему систем оплаты труда (СОТ) едва ли не ключевой проблемой производительности в экономике России [6, 7, 8, 9]. Высказываются мнения, что на сегодняшний день на российских предприятиях СОТ устарели и требуют серьезного реформирования [6, 10]. Также некоторые авторы считают, что в России низкая производительность труда компенсируется низкой заработной платой [11]. В целом ежегодно появляются работы, где авторы подчеркивают острую необходимость совершенствования СОТ [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

До сих пор выбор СОТ на предприятии делался исходя из интуиции или общеэкономической логики. Менеджеры компаний сознают, что любые эксперименты с СОТ, её реформирование и калибровка, могут драматическим образом сказаться на результатах работы всей фирмы. Как следствие, предпочитают придерживаться простейших и малоэффективных СОТ и

практически никогда не меняют их. Сегодня же пришло понимание, что «экспериментировать» с СОТ и ставить под угрозу деятельность фирмы и благосостояние работников не нужно. Ведь предиктивные технологии позволяют найти «оптимальные», в заданных условиях, СОТ и добиться решений совершенно нового качества. Но, на данный момент не существует СППР, которая бы давала вероятностные оценки результатов работы фирмы, в зависимости от выбранной СОТ. И этому есть три основные причины.

Во-первых, это статистическая проблема. Разработка большинства СППР базируется на статистических данных. По сути, требуются данные о выработке (Q), уровне качества продукции (Q_u), уровне удовлетворенности трудом (Sat), уровне заработной платы (W) за период времени t , при $СОТ_1$ и те же самые параметры на том же самом предприятии, за то же самое t , при $СОТ_2...СОТ_n$. И для того, чтобы статистика была обоснованной, требуются такие наборы данных с сотен предприятий. Практически сразу становится понятно, что статистики подобного рода быть не может в связи с её специфичностью и колоссальностью исследования.

Во-вторых, фактор случайности. Даже если можно было бы получить хотя бы данные на схожих предприятиях о параметрах $\{Q, Q_u, Sat, W\}$ за время t , то по-прежнему было бы несправедливо утверждать, что если предприятие A , использующее $СОТ_0$ имея $\{Q_0, Q_{u0}, Sat_0, W_0\}$, внедрит $СОТ_1$, то получит $\{Q_1, Q_{u1}, Sat_1, W_1\}$. Вся проблема заключается в том, что реакция каждого отдельного коллектива на изменение СОТ – индивидуальна. Причем индивидуальна для каждого параметра. То есть, при смене $СОТ_0$ с $\{Q_0, Q_{u0}, Sat_0, W_0\}$ на $СОТ_1$, результатом практически 100% будут параметры отличные от $\{Q_1, Q_{u1}, Sat_1, W_1\}$. Таким образом, с учётом данной логики прогнозирование не может быть основано на статистике. В то же время, степень реакции персонала на изменения СОТ является величиной случайной с неизвестным нам законом распределения случайных величин.

В-третьих, многовариантность СОТ. Системы оплаты труда имеют много параметров. Например, тарифная ставка, размер премии за качество, размер

премии за выработку, сдельный шаг, надбавки и бонусы. То есть, одна и та же система оплаты труда, например, повременно-премиальная, может кардинально отличаться на предприятиях А и В. Таким образом, порождаются сотни вариантов одних и тех же СОТ, что крайне затрудняет разработку унифицированной СППР.

Важность настоящего исследования заключается в решении актуальной проблемы предприятий – выбор оптимальной СОТ. С помощью современных технологий и методов возможно преодолеть выше обозначенные сложности и получить рабочую СППР для выбора СОТ.

Цель и задачи диссертационного исследования

Целью исследования является разработка моделей, алгоритмов и СППР по выбору СОТ на предприятии, выраженной в готовом программном продукте, который позволит получать предиктивную аналитику.

Для достижения поставленной цели в диссертационной работе необходимо решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать практику применения СОТ на предприятиях
2. Рассмотреть функционирование СОТ с точки зрения теории вероятности и математической статистики (ТВиМС).
3. Разработать статистические модели СОТ.
4. Создать имитационные модели СОТ.
5. Выявить устойчивые взаимосвязи между результирующими показателями различных СОТ. Взаимосвязи выявляются по результатам имитационного и статистического моделирования.
6. Разработать и описать модель СППР в выборе СОТ.

Методы исследования: при выполнении диссертационной работы использовались методы прикладной статистики и теории вероятностей, методы системного анализа, а также имитационное моделирование в пакете MS Excel и статистическое моделирование в математическом пакете MathCAD. С точки зрения программных продуктов в рамках данной работы использовался язык программирования Python совместно со средой разработки Spyder.

Объектом исследования являются системы оплаты труда производственных работников на предприятии.

Предметом исследования является экономико-математические модели СОТ для целей разработки СППР по выбору СОТ.

Степень научной разработанности проблемы

Существует множество работ, посвященных проблемам труда и его оплаты. Ежегодно можно встретить в ведущих научных изданиях десятки статей, посвященных СОТ. Достаточно много трудов имеется и в сфере системного анализа. Вопросы же моделирования и создания СППР являются как никогда актуальными и получают всё большее развитие.

Что касается фундаментальных экономических трудов, то особое место среди них занимают работы К. Маркса, А. Смита, Л. Мизеса, Ф. Тейлора, Г. Эмерсона, Г. Форда, Р. Барта, Д. Меррика, Г. Гантта, Д. Аткинсона, М. Скэнлон. Работы данных авторов внесли весомый вклад в развитие и становление науки о труде. На основе их произведений сформировались базовые определения категории труд, основы менеджмента, понимание сущности управления трудом и его организация.

Проблемами оплаты труда активно занимаются и современные авторы, например, Е.А. Егорова, О.В. Кучмаева, Ю.П. Кокин, П.Э. Шлендер, Ю.М. Остапенко, А.И. Рофе, В.А Гага, М.С. Каз, Б.С. Бурыхин, И. Кесслер, Л. Меджиа, Д. Борджа. Углубленно проблемами оплаты труда занимаются В.А. Гага, Р.И. Хендерсон, Е.Г. Калабина, Н.А. Горелов. Работы данных исследователей содержат теоретические и практические основы об оплате труда, организации оплаты труда, вопросы мотивации и СОТ.

В целях глубокого исследования поставленной проблемы требуется более широкий взгляд на СОТ. Для этого целесообразно прибегнуть к системному подходу и системному анализу. Крупных теоретиков в области системного анализа представляют М.А.Гайдес, С. Л. Оптнер, О'Коннор, А. Макдермотт, Ф.П. Тарасенко, Е.П. Голубков, С. Янг, И. Дрогобыцкий, В.С. Анфилатов, А.А. Емельянов, А.А. Кукушкин, В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов, В.Н.

Волкова, А.А. Денисов, А.М. Корилов, С.Н. Павлов. В их работах раскрываются сущность системности, задаются основные термины и определения, характеризуются особенности экономических систем. В ряде работ делается акцент на прикладном системном анализе и методиках его применения.

К современным авторам, изучающим управление производственными процессами, относят М. Хаммера, Д. Чампи, Ю.Ф. Тельнова, Робсона М., Уллаха Ф, Н.М. Абдикеева, Т.П. Данько, С.В. Ильдеменова, А.Д. Киселева. Работы данных авторов и многих других дополняют комплекс знаний об организации системы оплаты труда, позволяя эффективно учитывать производственные процессы.

Вопросы принятия решений и создания СППР широко освещены, особенно в периодических изданиях. В частности, можно отметить работы таких авторов, как Прохоров Ю.К., Фролов В.В., Зуб, А.Т., Фролов В.В., Трофимова Л.А., Саати Т., Белов М.Т., Волочиенко В.А., Зеленина Л.И., Орлов А.И., Слепцова Е.В., Шендрикова О.О., Ехлаков Ю.П., Захарова А.А., Мицель А.А. и др.

Научная новизна диссертационного исследования

Научной новизной обладают следующие результаты:

1. Впервые разработана статистическая модель СОТ, включающая смеси вероятностных распределений случайных величин (соответствует п. 6 паспорта специальности ВАК 05.13.10)
2. Впервые разработана имитационная модель СОТ, включающая набор распределений случайных величин и входных параметров для различных СОТ (соответствует п. 4 паспорта специальности ВАК 05.13.10)
3. Выявлены устойчивые соотношения между результатами работы разных систем оплаты труда. Устойчивость проявляется в том, что соотношения между результирующими показателями разных СОТ сохраняются при различных комбинациях входных параметров систем оплаты труда и законах распределения случайных величин (соответствует п. 1 паспорта специальности ВАК 05.13.10)

4. Разработана авторская система поддержки принятия решений по выбору системы оплаты труда «производственных работников». Главная особенность системы - демонстрация пользователю вероятностных значений результатов работы фирмы в зависимости от выбранной системы оплаты труда и заданных условий (соответствует п. 5 паспорта специальности ВАК 05.13.10)

Теоретическая значимость работы заключается в разработке статистической и имитационной моделей СОТ, исследовании закономерностей функционирования СОТ на предприятии и поведения некоторых количественных и качественных характеристик предприятия в зависимости от выбранной СОТ. В частности, закономерности исследуются с помощью вычисления вероятностных характеристик результирующих параметров СОТ. А также, мы считаем, не менее значимым разработку имитационной модели функционирования различных СОТ с множеством комбинаций заданных параметров. Все полученные результаты и изыскания призваны внести вклад в развитие экономической и технической наук, связанных с управлением в социальных и экономических системах, а также с оптимизацией и моделированием механизмов принятия решений.

Практическая значимость исследования

Проведенная работа по изучению функционирования СОТ на предприятии позволила сформулировать все необходимые требования и создать СППР по выбору СОТ для «производственного персонала» на предприятии. Практическая ценность данной СППР заключается в том, что пользователь (менеджеры, руководители среднего и высшего звена) может вводить собственные условия СОТ и характеристики своего предприятия и, как результат, получать вероятностные значения характеристик предприятия, при выборе той или иной СОТ. Таким образом, для пользователя решена проблема неопределенности и могут быть приняты управленческие решения совершенно иного качества.

Результаты диссертации использованы в ФГБОУ ВО «ТУСУР» при выполнении государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, проект FEWM-2020-0036 «Методическое и инструментальное

обеспечение принятия решений в задачах управления социально-экономическими системами и процессами в гетерогенной информационной среде».

Положения, выносимые на защиту:

1. Предложенные статистические и имитационные модели СОТ позволяют получить базу данных, в которой учтены как факторы случайности, так и различные комбинации входных параметров. Это даёт возможность изучить системы оплаты труда с учётом случайных факторов, что было невозможно без моделирования.
2. Закон распределения каждой случайной величины в работе систем оплаты труда не существенно влияет на результаты функционирования систем оплаты труда. Это даёт основания утверждать, что для изучения свойств систем оплаты труда в отсутствии реального статистического материала можно использовать синтетические данные.
3. Выявленные закономерности соотношений результатов работы разных систем оплаты труда, при разных законах распределения случайных величин и разных заданных параметров самих систем, позволило создать надёжное ядро системы поддержки принятия решений.
4. Созданная система поддержки принятия решений по выбору системы оплаты труда на предприятии позволяет пользователям получить предиктивную аналитику, опираясь на которую, значительно снижаются риски получения низкого экономического и социального результата как для компаний, так и для их работников.

Достоверность результатов исследования обусловлена строгим использованием известных математических и статистических методов, корректным составлением моделей, соответствием полученных результатов экономической логике. Достоверность результатов подтверждается также проведенной апробацией на научных конференциях и реальных предприятиях, с получением положительного эффекта.

Внедрение результатов диссертационного исследования проходило в части оценки перспектив изменения СОТ на предприятиях ООО Научно-производственный комплекс «Электро-тепловые технологии» г. Томск (производство технических газов), ИП Калегов Р.В. г. Томск (оказание работ по уборке территории), ООО «Медекс» г. Томск (производство шариков подшипниковых).

Апробация работы. Основные результаты были представлены на конференциях различного уровня:

1. Региональной Научно-практическая конференция «Наука и практика: проектная деятельность – от идеи до внедрения», г. Томск: ТУСУР, 2018 г.
2. Springer Proceedings in Business and Economics «Global Economics and Management: Transition to Economy 4.0», Switzerland, 2019.
3. II всероссийская научно-практическая конференция «Перспективы развития российской экономики в цифровую эпоху», г. Улан-Удэ, 2019 г.
4. XVI Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук», г. Томск: ТУСУР, 2019 г.
5. VI Всероссийской научно-практической конференции «Приоритетные направления развития российской науки», г. Саратов, 2020 г.
6. Международная научно-методическая конференция «Перспективы развития фундаментальных наук: Современное образование: повышение конкурентоспособности университетов», г. Томск: ТУСУР, 2021 г.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 статей. В том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК, 1 статья в журнале, индексируемая Web of Science, 1 статья, индексируемая Scopus, 1 статья индексируемая GeoRef, 6 публикаций в материалах Всероссийских и международных конференций. Получено 1 свидетельство о регистрации программы ЭВМ № 2021682018 (Приложение 3).

Личный вклад автора. Концептуальная идея принадлежит лично автору. Под руководством научного руководителя, Мицеля Артура Александровича, была

разработана модель СППР и её основные составляющие. Собственно имитационное моделирование выполнено автором исследования. Совместно с научным руководителем аналитическим путём были получены результаты в виде плотностей распределения случайных величин различных СОТ. Экономическая интерпретация всех результатов проведена автором. Все программные продукты и модели разработаны лично соискателем, под его руководством или его непосредственном участии.

Благодарности. Автор выражает глубочайшую признательность своему научному руководителю д.т.н. Мицелю А.А. за помощь в проведении исследования и искренний интерес к работе. Автор благодарит за помощь в работе над программным кодом А. Пасевьеву, А. Ковалика. Также выражается благодарность Макашовой Н.П., Каз М.С., Карповой А.Ю.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов по каждой главе, заключения, списка литературы из 151 наименования, 9 приложений, содержит 35 рисунков и 28 таблиц. Основной текст работы составляет 140 страниц, общий объем – 212 страниц.

ГЛАВА 1 – АНАЛИЗ ВОПРОСА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ОПЛАТЫ ТРУДА

1.1. Анализ применения систем оплаты труда

Трактовки понятия заработная плата достаточно обширны. Доктор экономических наук Ю.П. Кокин утверждает, что термин «заработная плата» применяется преимущественно к лицам, работающим по найму и получающим вознаграждение за свой труд в заранее оговоренном размере [22]. Заработную плату можно рассматривать с двух сторон, как экономическую и как юридическую категорию.

С экономической точки зрения заработная плата является элементом личного дохода работника [23]. Для работодателя заработная плата является элементом издержек производства, в снижении которых он заинтересован. Это ведет к более жесткому отбору самых эффективных и производительных работников, внедрению новых технологий [23]. Таким образом, с экономической точки зрения заработная плата – это цена фактора производства. Системой же заработной платы можно назвать способ исчисления вознаграждения за труд [24].

Как юридическая категория, заработная плата - совокупность правовых отношений. Трудовые отношения регулируются: Международными правовыми актами (например Конвенции международной организации труда при ООН (МОТ) № 95, 98, 100), Конституцией РФ (статья 30 и 37), Трудовым кодексом Российской Федерации, иными федеральными законами [25]. По определению ТК РФ, заработная плата – это вознаграждение за труд в зависимости от квалификации работника, сложности, количества, качества и условий выполняемой работы, а также доплат, надбавок компенсационного и стимулирующего характера [26]. Конкретного определения «система оплаты труда» ТК РФ не дает, но, исходя из ст.135 следует, что СОР – это способ исчисления заработной платы.

СОР формировались на протяжении всей человеческой истории с момента появления наемной рабочей силы. Как утверждает Ян Кесслер, профессор Оксфордского университета, ценность и жизнеспособность СОР связана с

базовыми ценностями, установками и убеждениями, подкрепленными национальной культурой. Ф. Тромперс говорит о том, что хорошая система для западных культур индивидуалистов, едва ли будет работать с той же эффективностью в коллективистских культурах Азии [23]. Соответственно эволюция СОТ прямым образом связана с технологическими и культурными укладами человечества, а особенно взглядов на труд. В таблице 1.1.1 отражены основные вехи в развитии взглядов на труд и соответствующие им СОТ.

Таблица 1.1.1 – Эволюция взглядов на труд и СОТ [23, 27, 28, 29]

Уклад	Период	Понимание труда	Содержание труда	Отношение к труду / характер труда	Преобладающие системы оплаты труда
Аграрный	Древность	Ненаучное понимание труда	Преобладают сельскохозяйственные и ремесленные работы	Отношение как к неизбежности в целях выживания	Натуральная форма выплат. Первые формы СОТ
	Средние века	Религиозная основа. Труд ради труда	Преобладают сельскохозяйственные и ремесленные работы	Сильная религиозная основа плюс принудительный характер труда	Первые формы сдельной СОТ
Индустриальный	18 век	Научный подход. Труд – одна из основ экономики	На первом плане ремесленные и технические работы	Наемный характер труда	1. Развитые сдельные СОТ 2. коллективные виды СОТ
	19 век	Труд – фактор производства	Работы технического типа, специализация	Регламентируемый наемный труд. Источник личного дохода	3. премирования за личные достижения и личные качества
	20 век	На первом плане понятие человеческих ресурсов	Работы конвейерного типа. Глубокая специализация	Свободный характер труда. На первый план выходят социальные отношения	
Информационный	21 век	Доминирование понимания интеллектуального капитала личности	Преобладание интеллектуальной и творческой работы	Свободный характер. Труд по большей части - удовольствие и самореализация личности	Все сложные современные СОТ

В период аграрного уклада общества категория труда специально не изучалась, а скорее создавалась на бытовом уровне. Тогда же появились первые

формы стимулирующих выплат [23]. Как отмечает Ян Кесслер, в 6 веке до н.э. работники получали заработок в форме еды, количество которой зависело от результатов труда. В средневековье продолжает становление сдельная система. К 16-18 веку ремесленники приобрели статус работников по найму [23]. Таким образом на ранней стадии развития СОТ можно увидеть становление современной сдельной системы и ряда других.

Следующий этап – это научное изучение труда в период индустриализации, связанное с именами А. Смита и К. Маркса в 18-19 веках. Так, К. Маркс вводит понятие рабочая сила (способность к труду). Последующее понимание категории «труд» имеет гуманистический вектор и базируется на понятиях человеческого капитала [30]. В связи с этим, произошли кардинальные изменения в СОТ в период появления индустриального общества, и соответственно нового типа организации производства [23]. Индивидуальные работники стали наемными в рамках фабрик. В конце 19 века была распространена пропорциональная сдельная оплаты труда в особенности для легкой промышленности. Все же, большинство рабочих оставалось в рамках повременной СОТ. Значительный вклад в развитие СОТ внесли Ф. Тейлор, Ш. Бедо, Р. Оуэн, А. Тургот.

Ф. Тейлор стал родоначальником «научной организации труда» и по сути всерьез рассмотрел саму концепцию «система оплаты труда» [31]. Как утверждает Ян Кесслер, около 30% фирм в машиностроении применяли сдельную СОТ. Однако, уже тогда были известны системы оценки по индивидуальным заслугам. Среди прочих, Д. Шлосс предложил брать за основу качественные показатели. А. Тургот разрабатывал системы участия работников в прибыли.

Период индустриализации был связан с промышленными предприятиями. Возрастающая значимость сдельной оплаты усилила интерес исследователей [23]. В научной среде пришли к выводу, что работниками движет не только экономический интерес, что дало толчок различным социальным подходам. На первый план стала выходить более комплексная оценка труда работников, в частности была популярна оценка «деловых качеств».

Информационный уклад представлен в современности. К началу 21го века кардинально изменилось содержание труда с аграрного и ремесленного на интеллектуальную и творческую работу. Как следствие, это отразилось и на СОТ. Если с тейлоровских времен СОТ преследовали цель полной регламентации, жесткого контроля и производительности, то ко временам Свейби и Л. Эдвинссона, СОТ проектируются, исходя из отношения к работникам как нематериальному активу [24].

Современный труд характеризуется тремя основными особенностями. Во-первых, возрастанием интеллектуального потенциала процесса труда [32, 33]. Во-вторых, возрастающим аспектом гуманизации труда. Многие исследователи считают факторами роста производительности труда не только повышение квалификации работника или повышение уровня механизации и автоматизации его труда, но и состояние здоровья человека, его настроение, отношения в семье, коллективе и обществе в целом [23, 22, 33, 34, 35]. Социальная сторона трудовых отношений существенно дополняет материальные стороны труда. В-третьих, возрастание роли, выражаясь словами Л.Ф. Мизеса, «радости труда». То есть труд является способом самовыражения личности и способ получения удовольствия [36].

Как можно заметить современные СОТ отличаются от первоначальных этапов. Вначале СОТ представляли собой схемы вычисления сдельных заработков, затем плавно появлялись СОТ на повременной основе. В последнюю очередь системы, максимально мотивирующие творчество. Следовательно, произошло накопление СОТ с разными целями и условиями применения. На каждом этапе развития системы приобретали разные формы и соответственно разное отношение к себе. Прошла эволюция от выплаты заработной платы в натуральной форме до поощрения индивидуальных качеств работников. К концу XX началу XXI века можно относить функционирование современных СОТ.

1.2. Системы оплаты труда в рамках управления человеческими ресурсами

На текущий момент можно констатировать факт, что на любом предприятии СОТ входят в несколько больший конструкт, называемый системой управления человеческими ресурсами (УЧР).

1.2.1. Место системы оплаты труда в системе управления человеческими ресурсами

Существует ряд определений человеческих ресурсов и схожих понятий, отличающихся стилистическими оттенками. Доктор экономических наук А.Л. Мазин считает, что понятие человеческие ресурсы синонимично человеческому капиталу, но больше относится к сфере менеджмента [27]. Также можно привести определение В. Генкина: «Человеческий капитал - совокупность качеств, которые определяют производительность и могут стать источником дохода». И более емкое определение В. Щетинина: «запас знаний, способностей, мотиваций» [37]. Западные термины аналоги представлены в таблице 1.2.1 [24, 52].

Таблица 1.2.1 – Терминология в системе управления человеческими ресурсами

Термин	Аналог	Значение
«трудовые ресурсы» (ТР)	«Labor force» (LF)	трудоспособная часть населения, обладающая физическим развитием и умственными способностями, знаниями, необходимыми для осуществления полезной трудовой деятельности
«рабочая сила» (РС)	«Work force» (WF)	совокупность физических и духовных способностей, которыми обладает человек и которые он использует, каждый раз, когда производит материальные блага.
«трудовой потенциал» (ТП)	«Labor potential» (LP)	характеристика населения, как производителя материальных благ на основе совокупности качеств: трудоспособности, производительности и прочее
«экономически активное население» (ЭАН)	«Economically active population» (EAP)	рабочая сила, которая обеспечивает предложение на рынке рабочей силы.

Система управления человеческими ресурсами - комплексная категория, которая обеспечивает нормальное функционирование предприятия. Например обратимся к труду L. Meija или публикациям в периодических изданиях авторов

Березниковой Е.Н., Тараненко А.О., можно описать структуру элементов системы УЧР следующим образом (см. рисунок 1.2.1) [38, 39, 40].

Элементы служат для реализации целей, которые ставит перед собой система УЧР. Современная концепция УЧР нацелена на: контроль труда (в плане менеджмента качества), оптимизацию труда, эффективность труда, социальную и мотивационную составляющую.

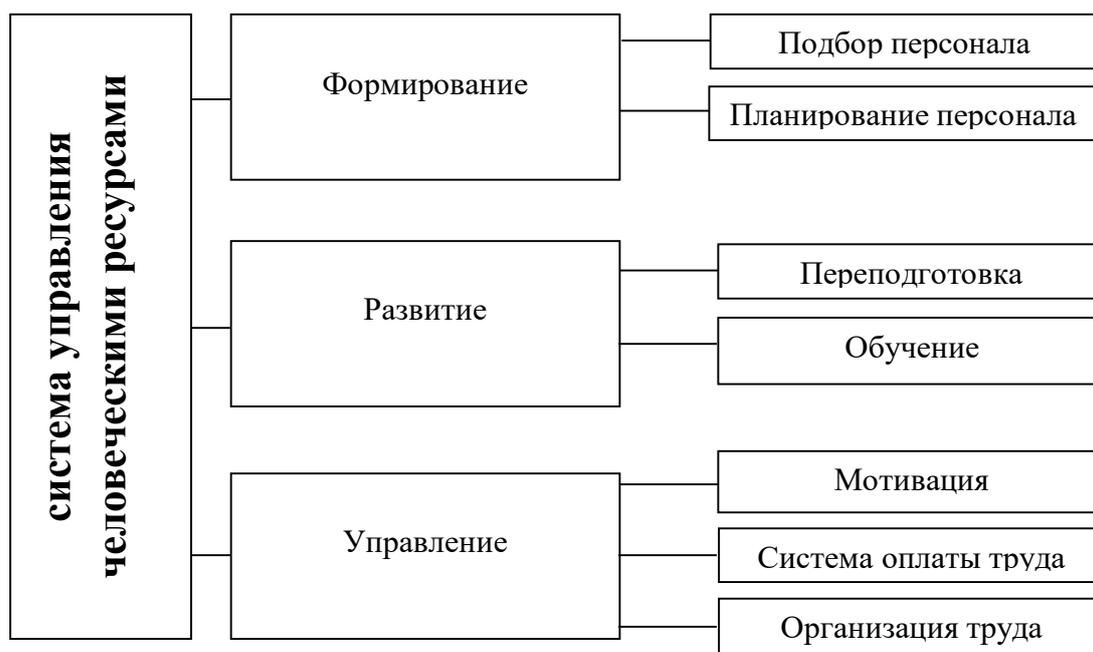


Рис. 1.2.1 – Состав и структура системы управления человеческими ресурсами

Как следует из рисунка 1.2.1, СОТ занимает свое место в блоке управления человеческими ресурсами, выполняя распределительную, воспроизводственную, стимулирующую, статусную и накопительную функцию [22]. Также СОТ сильно влияет на удовлетворенность трудом (см. исследования Е.А. Лакке, А. Брюггеманном, Л. Мизеса) [36]. И, согласно исследованиям Ф. Тейлора, Ф. Хэлси, Г. Эмерсона, Г. Гантта, Ш. Бидо, Г. Форда, Буханана и Хучински не менее сильно влияет на трудовую мотивацию [31, 41].

Несомненно, именно СОТ является основой управления человеческими ресурсами на любом предприятии. Например, еще Л. Мизес в своем труде «Человеческая деятельность» приводил пример зависимости работы человека и

заработной платы: «Нельзя ставить вопроса о том, чтобы заставить людей работать только ради радости труда. Радость труда не может заменить промежуточное вознаграждение труда. Единственное средство побудить человека работать больше и лучше – это предложить ему более высокое вознаграждение» [36]. А. Смит отмечает: «Прогрессивное вознаграждение труда повышает усердие простых рабочих. Их заработная плата стимулирует производство» [42]. А.Л. Мазин ссылается на исследования, которые проводились с 1974 по 2001 год. Их результаты показали линейную зависимость между увеличением заработной платы и производительностью труда [27]. На эту тему проводилось и до сих пор проводится множество исследований. В частности активно продвигается тезис о главенстве СОТ в УЧР в периодических изданиях. Можно найти такие публикации как «Оплата труда как один из ключевых элементов управления человеческими ресурсами», «Система оплаты как важнейшая стратегическая задача в сфере управления человеческими ресурсам», «Роль и значение оплаты труда в системе управления качеством человеческих ресурсов» и многие другие [43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50].

СОТ является центральным рычагом реализации функций системы управления человеческими ресурсами, сочетая в себе элементы мотивации, имея социальный характер, обеспечивающая эффективность работы.

1.2.2. Виды и классификация систем оплаты труда

В целях эффективного выполнения функций, СОТ стали весьма разнообразны. По своей структуре заработная плата состоит из двух частей: постоянной в виде ставки заработной платы и переменной (дифференцированной), определяющей индивидуальные усилия и особенности работника [22]. Однако, эксперты в области экономики труда склонны давать одним и тем же системам разные названия, либо подходить к вопросу о классификации видов с различных сторон. Исходя из анализа российских и зарубежных источников, можно найти общие черты и подходы. Под формой заработной платы А.И. Рофе понимает тип критерия, который берется в основу

для расчета заработной платы [51]. Е.А. Егорова и О.В. Кучемаева отмечают, что форма заработной платы – это соотношение между затратами времени и величиной заработка или производительностью и величиной заработка [33]. Таким образом, различают две основные формы заработной платы: повременная и сдельная [22, 33, 51]. Аналогичный подход встречается и в зарубежных СОР [52]. Под формой заработной платы, в отличие от понимания специалистов в области труда, в ТК РФ понимается по статье 131 «денежную форму» в валюте Российской Федерации и «иную форму» [26]. Схема форм и систем заработной платы представлена на рисунке 1.2.2.

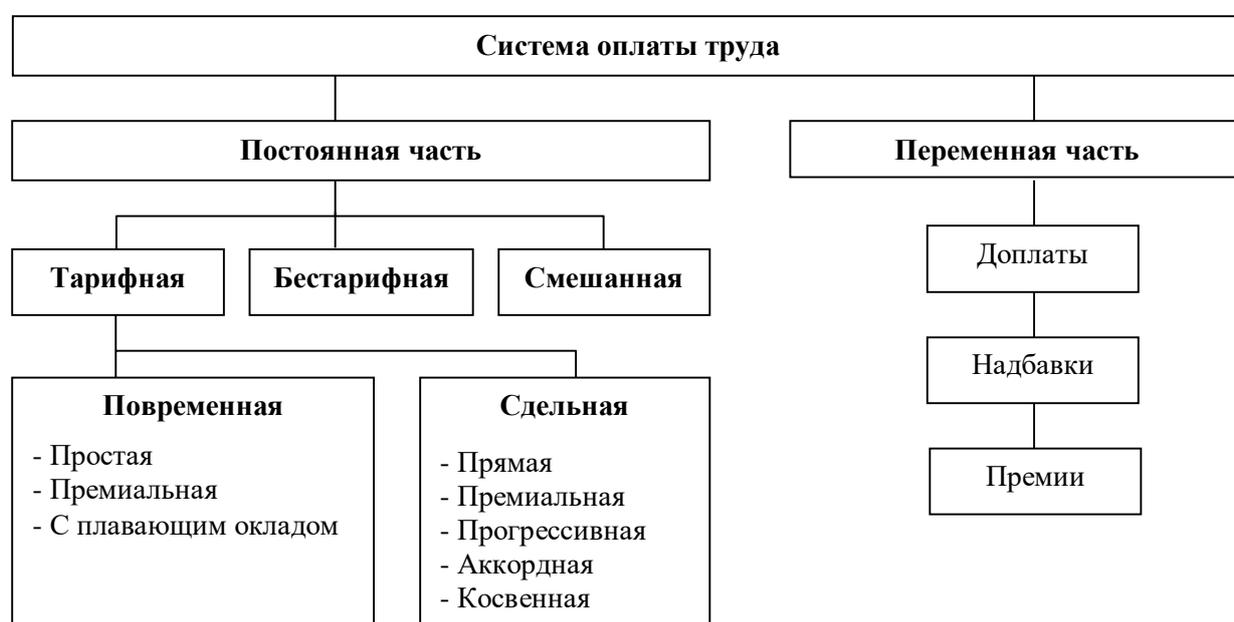


Рис. 1.2.2 – Системы заработной платы

Установление той или иной системы на предприятии зависит от цели и специфики организации. Каждая система имеет свои преимущества и недостатки. Через выплаты компенсационного, стимулирующего и поощряющего характера (доплаты, надбавки, премии) осуществляется перераспределение доли работника в созданном продукте, кроме того увеличивается его личный доход, подчеркивая статус [33, 51]. Переменная часть является пожалуй самым значимым элементом в СОР на предприятии, и именно с ее помощью создаются все возможные комбинации систем, позволяющие справедливо оценить и поощрить труд работников.

Гибкое и эффективное управление человеческими ресурсами осуществляется через наиболее распространенные тарифные СОТ: простая повременная, повременно-премиальная, повременная с плавающим окладом, а также прямая сдельная, имеющая две модификации: комиссионная, бонусная; сдельно-премиальная, сдельно-прогрессивная, аккордная [22, 24, 51]. Немаловажно иметь в виду, что все СОТ также могут делиться на индивидуальные и коллективные (бригадные) [23]. Разнообразие систем обусловлено множеством специфических условий на предприятиях. Например повременная система наиболее эффективна в тех случаях, когда работник не может напрямую повлиять на увеличение объема деятельности и не существует конкретных количественных показателей работы [33]. Применение же сдельной системы эффективно только тогда, когда есть возможность учесть количество выполненной работы. Повременно-премиальная применяется практически к любому работнику любого учреждения, в связи со своей универсальностью. Комиссионные и бонусные варианты удобно применять для работников торговли или сферы услуг [24]. Когда необходимо сократить срок выполнения работ применяется аккордная система (в основном в строительстве или для вспомогательных работ). Бестарифная СОТ позволяет более индивидуально оценить труд каждого работника и избавиться, хотя бы частично от уравнивания труда [33]. Такая система, по мнению специалистов обеспечивает наибольшую социальную справедливость [51]. Мало распространенная смешанная или комбинированная система является наиболее гибкой. В целом возможны любые комбинации как тарифных, так и бестарифных систем.

Как можно убедиться на основе специальных исследований, система УЧР - сложная концепция. В общем смысле ее целью является развитие и управление человеческим капиталом. Так как работники предприятия являются ключевым звеном всей деятельности, СОТ является наиболее значимым вопросом, который должна решить для себя организация.

В качестве вывода по вышеописанным системам можно утверждать. Во-первых, классификация форм и систем весьма разнообразна и многогранна, о чем

свидетельствуют многие специалисты. Во-вторых, СОТ является основой УЧР, о чем свидетельствует и исторический контекст.

1.3. Проблемы современной практики выбора СОТ

1.3.1. Подходы к выбору систем оплаты труда на предприятиях

Не вызывает сомнения тот факт, что СОТ на предприятиях должны выбираться оптимально и постоянно совершенствоваться, чтобы удовлетворять меняющимся социально-экономическим и трудовым условиям. Большое количество авторов, особенно в периодических изданиях обозначают проблему СОТ едва ли не ключевой проблемой производительности в экономике России [6, 7, 8, 9, 10, 53, 54, 55, 56]. Авторы высказываются, что на сегодняшний день на российских предприятиях СОТ устарели и требуют серьезного реформирования. Проясним выбираются СОТ сегодня.

На предприятиях пользуется популярностью концепция выбора СОТ, исходя из поставленных на предприятии целей [57]. Цели же варьируются от повышения выработки до минимизации «текучести» кадров [58, 59, 60, 61, 62]. Логика такой концепции проста: каждая СОТ показывает себя в лучшей или худшей степени для достижения целей в области УЧР. Пример такой концепции представлен в таблице 1.3.1.

Таблица 1.3.1 – Степень достижения основных целей при различных системах оплаты труда

Система	Повременная	Сдельная	Бестарифная
Цель			
Закрепление кадров	Очень высокая степень	Низкая степень	Низкая степень
Мотивация качества	Высокая степень	Низкая степень	Очень высокая степень
Высокая выработка	Очень низкая степень	Очень высокая степень	Низкая степень
Рост квалификации	Высокая степень	Очень низкая степень	Высокая степень
Простота понимания	Очень высокая степень	Очень высокая степень	Низкая степень
Зависимость от результата	Очень низкая степень	Очень высокая степень	Средняя степень

Разумеется, подобная аналитика эффективности достаточно упрощена, тем не менее она дает понять общую картину. Графа «закрепление кадров»: повременная система выступает ведущей, так как достаточно легко вводятся премии за стаж работы или повышенные оклады, в то время как сдельные и бестарифные системы, ориентированные на выработку, пробуждают гораздо меньшую привязанность работников к предприятию. «Мотивация качества», лидер - повременная система, так как качество можно контролировать при помощи премий, далее идут системы ориентированные на премирование квалификации. Самой неудачной для этих целей оказывается бестарифная и сдельная системы. Сдельная система классически, считается плохим стимулятором качества, а бестарифная система и групповое премирование делают оценку качества сложной. «Высокая выработка» лучше всего стимулируется при сдельных системах, в то время как повременная система и системы с премиями за квалификацию здесь оказываются наихудшим вариантом. «Рост квалификации» активизирует повременная, в силу роста квалификации будет расти оклад. По параметру простоты понимания одинаково хороши повременная и сдельная СОТ. Это связано с несложным механизмом расчета. Наименее понятными системами являются бестарифные.

Таблица 1.3.1 отражает самые базовые предпосылки для выбора СОТ, которые известны любому менеджеру. В действительности СОТ очень разнообразны, как и эффект от их внедрения. Поэтому устанавливать те или иные СОТ, основываясь только на базовом знании об их эффективности – неправильно.

Мы полагаем, что можно выделить два основных методических подхода к выбору СОТ.

Суть «первого подхода» заключается в использовании методик, которые ориентированы на достижение, не более двух целей, связанных с управлением работниками. Таким образом, применив ту или иную методику решаются существующие проблемы и достигаются поставленные цели. Такой подход зачастую представлен в различных как российских, так и зарубежных научных

журналах, руководствах по управлению персоналом. Такие методики узнаваемы уже по названию: «Управление производительностью и эффективностью труда на основе мотивации в нефтегазовом секторе», «Переменная часть ФОТ и здоровье работников» (Variable compensation and salesperson health), «Влияние структурированной заработной платы на гендерную разницу в оплате труда в хирургии и др. [20, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 71]. Такое «точечное» решение вопросов, связанных с оплатой труда работников, можно обозначить как «первый подход» к выбору СОР.

Однако, современные предприятия имеют широкий спектр задач. Это сформировало «второй подход». Он заключается в системном рассмотрении всего предприятия и его целей. Главная особенность «второго подхода» - широкий охват целей. Более глубокая проработка причин проблем и их влияния на остальные системы предприятия. Нередки примеры методических разработок «второго подхода» в научных журналах: «Системное управление организацией», «Управление системой оплаты труда на промышленных предприятиях», «Алгоритм формирования системы оплаты труда», «Взаимосвязь методик анализа фонда оплаты труда и системы мотивации работников предприятия», «Внедрение грейдинга в систему оплаты труда...», «Грейдинг как развитие тарифной системы...» и другие [71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81]. Самым характерным примером «второго подхода» является целое направление в экономике труда - компенсационный менеджмент. Данное направление появилось относительно недавно. Основными представителями направления являются Р.И. Хендерсон – американская школа и Н.А. Горелов – российская школа [82, 83]. Подход представляет собой комплекс знаний в области формирования, управления и совершенствования оплаты труда работников. В данном направлении разработана собственная технология и представлен обширный набор инструментов. Что, по сути, является попыткой объединения имеющихся методик в области экономики труда.

1.3.2. Критика подходов к выбору систем оплаты труда на предприятиях

На сегодняшний день функционируют оба подхода. Однако в отсутствии единой концепции они имеют ряд негативных сторон. Критика каждого из подходов дана в таблице 1.3.2.

Таблица 1.3.2 – Сравнительный анализ недостатков двух основных подходов к совершенствованию систем оплаты труда

Подход	Основные недостатки использования
<p>Подход I – методики для решения конкретных проблем («точечный подход»)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отсутствие системности 2. Невозможность совмещения разных методик 3. Ограниченное применение
<p>Подход II – комплексное совершенствование в рамках предприятия</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложность практического применения 2. Большие ресурсозатраты на внедрение 3. Проблемы границ применения 4. Проблема трактовки ключевых терминов

«Первый подход» представляется менее эффективным, так как точечное применение методик к отдельным проблемам абсолютно не позволяет соблюдать системность преобразований. Это неминуемо влечет за собой проблемы в работе остальных систем на предприятии в силу синергетического эффекта. Например если использовать методику выбора СОТ, которая приводит к увеличению соревновательного духа среди работников и одновременно методику с целью уменьшения текучести кадров, на предприятии произойдет рассогласование в работе всей системы УЧР. Не меньшую проблему составляет отсутствие возможности совмещения разных методик, так как они зачастую используют разные методы. Положительной стороной такого подхода является реальное решение существующих проблем и поставленных целей.

«Второй подход» обладает несомненным преимуществом в системности преобразований. Однако нивелируется рядом недостатков подхода. А именно

сложностями практической реализации, особенно в связи с крупными затратами людских и временных ресурсов. Отдельно стоит остановиться на компенсационном менеджменте. Первый серьезный недостаток – это неполное соблюдение системности процесса совершенствования оплаты труда. Это проявляется в слабом анализе исходного состояния предприятия и его бизнес-процессов. В учет берется лишь информация, связанная с «заданием» работников [83]. Или, например, в компенсационном менеджменте не предусмотрен механизм отслеживания процесса внедрения СОР. Еще один недостаток связан с неясностью ключевых терминов. Например, Р. Хендерсон прямо указывает на это: «Задания могут определяться настолько широко и гибко, насколько это желательно для самой организации» [83]. В принципе, можно утверждать, что предмет исследования неясен, так как отсутствует его унификация, что приведет к разной трактовке предмета в разных случаях.

Существование двух подходов привело к двойственному пониманию процесса выбора СОР. С одной стороны, научное и деловое сообщество предлагает конкретные методики для решения тех или иных проблем, игнорируя работу остальных систем предприятия («первый подход»). С другой стороны, в рамках «второго подхода» зачастую все сосредоточено на комплексном совершенствовании, в итоге упускается полезный опыт «точечного» решения некоторых проблем. Таким образом, вопрос о подходе к выбору СОР на сегодняшний день неоднозначен.

Суммируя всё выше сказанное, следует выделить конкретные проблемы в выборе СОР на современных российских предприятиях:

1. В практической сфере неясно, какой из подходов следует применять. В результате часто происходит их смешение в рамках одного предприятия или же неверный выбор подхода, что приводит к негативным последствиям. Например в ситуациях, где требуется глубокое переосмысление СОР («второй подход»), применяется «точечное» решение некоторых проблем («первый подход»). И в силу синергетического эффекта преобразования не только могут не дать

положительных результатов, но и оказать негативное влияние на устоявшуюся систему.

2. Сложность использования уже существующих методик экономики труда. Это ярко выражается в появлении СОТ лишь внешне отличающихся от старых. Например грейдинг и использование стандартных тарифных сеток. Суть данных систем одна и та же - дифференциация заработной платы по ряду параметров [84]. Это означает, что в ряде случаев появление «нового» не является таковым.
3. Страх топ-менеджмента применять СОТ «сложнее», чем повременная, так как результат применения неясен и будет виден, только после негативного эффекта. В связи с этим существует целая структурная проблема во всей российской экономике.
4. Главная проблема – выбор СОТ носит не строгий математический и конкретный характер, а «размытый», гуманитарный. Эффект от выбора СОТ неизвестен, решения принимаются интуитивно, что абсолютно не соответствует стандартам современного бизнес-планирования.

1.4. Тенденции исследований в вопросах выбора систем оплаты труда

1.4.1. Статистика научных исследований о выборе систем оплаты труда

С целью оценки и описания тенденций в вопросе выбора СОТ, стоит обратиться к темам, которые исследуют в научном и профессиональном сообществе. В качестве базы таких исследований мы опираемся на статистику крупнейшей в России электронной библиотеки научных публикаций, интегрированной с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) - Elibrary.

Состав и динамика исследований, относящиеся к теме выбора СОТ представлены в таблице 1.4.1. В ней отражены исследования, опубликованные в течение последних пяти лет. На рисунке 1.4.1, отражена доля каждого направления в общем объеме исследований. На рисунке 1.4.2 динамика количества работ каждого вопроса.

Таблица 1.4.1 – Состав и динамика исследований вопросов СОТ

Вопрос исследования	Количество исследований за 5 лет (с 2015 по 2020)	Доля исследований за 5 лет (с 2015 по 2020)	Исследований в 2015	Исследований в 2019	Годовой прирост
Оценка персонала	11000	29%	1587	2300	31%
Мотивация персонала	10144	26%	1304	2044	36%
Бизнес планирование	5647	15%	857	1167	27%
Человеческий капитал в экономике	4863	13%	734	1099	33%
СОТ (в т.ч. Совершенствование и эффективность)	6670	17%	1126	1373	18%



Рис. 1.4.1 – Доля тем исследований в общем количестве научных публикаций

В таблице 1.4.1 представлены 5 основных ключевых фраз, которые отражают интерес научного и профессионального сообщества. Из таблицы 1.4.1 и рисунка 1.4.1 следует, что наибольший интерес представляют темы мотивации и оценки персонала, которые составляют более 50% от всех исследований и достигают 21 000 научных статей за 5 лет. Примерно с одинаковыми

пропорциями в районе 15% на каждую тему составляют: бизнес планирование, человеческий капитал и совершенствование СОР. Стоит отметить, что тема «мотивация персонала» во многих случаях касается в том числе и материальной мотивации работников, что делает её по сути тождественной с темой «системы оплаты труда».

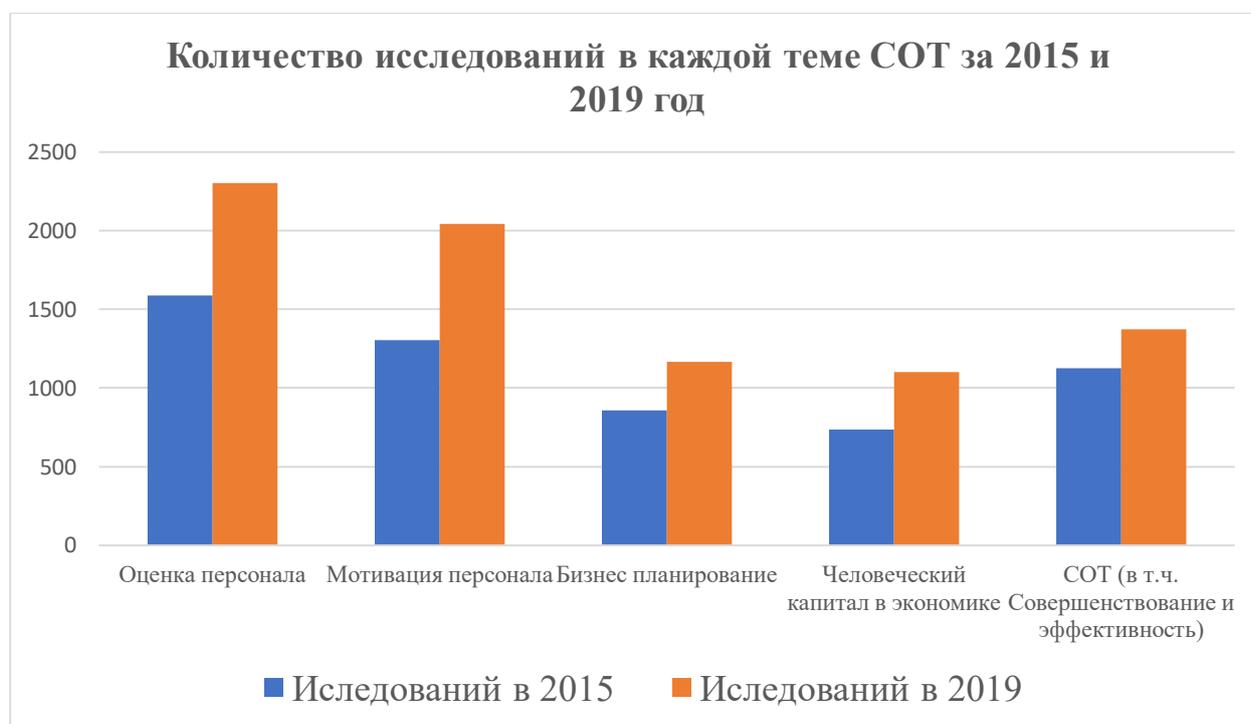


Рис. 1.4.2 – Динамика количества публикаций по каждому вопросу изучения СОР

Как следует из таблицы 1.4.1 и рисунка 1.4.2, самыми быстрорастущими темами, которые отражают общий тренд являются: «мотивация персонала» с 36% приростом в количестве научных публикаций в 2019 году к 2015. За ним идут работы 33% прироста на тему «человеческого капитала» и 31% прироста «оценка персонала». «Бизнес планирование» и «системы оплаты труда» также показали хороший прирост 27% и 18% соответственно.

В целом можно сказать, что проблема выбора СОР на предприятии является не решенной. Вопросы прямо или косвенно связанные с СОР активно изучаются и являются быстрорастущими. За 5 последних лет суммарное количество исследований составило более 36 000 научных публикаций с ежегодным приростом публикаций порядка 10%. Научное и деловое сообщество интересуют

проблемы справедливости и эффективности СОТ с точки зрения бизнеса. Не меньшую роль в развитии данного вопроса играет взгляд на наемного работника как на главную ценность в компании, в связи с этим встает проблема постоянного изучения человека. В частности его интересов, его ценностей и целей. Всё это ведет проблему выбора СОТ в новые технологические цифровые концепции: Big data (большие данные) и предиктивная аналитика бизнеса с использованием систем поддержки принятия решений.

1.4.2. Большие данные (Big Data) в вопросе выбора систем оплаты труда

Обозначим причины, почему проблема выбора СОТ до сих пор актуальна и быстро развивается. Может показаться, что имеющегося инструментария достаточно, чтобы на каждом конкретном предприятии установить приближенную к оптимальной СОТ. Однако, практика показала, что это невозможно по нескольким причинам:

1. Предприятие – динамически развивающаяся система. Это значит, что, с течением времени параметры этой системы меняются. Как следствие, казалось бы, только что найденное решение может перестать работать уже в следующем месяце.
2. «Справедливость» или «Оптимальность» - очень относительно понятие, когда это относится к человеческому оценочному суждению. И его трактование у каждого наемного работника – своё. Что может быть справедливо для одного, совсем несправедливо для другого.
3. Из предыдущей причины следствием идет то, что работодатель, в силу естественных причин, очень мало знает о своих наемных работниках. А именно какие у него жизненные установки, что является для него приоритетом, сколько минимально денег ему требуется, в соответствии с его семейным положением, а сколько комфортно. Также работодатель не может знать до конца способности работника – работает ли он в полную

силу или же, как писал Генри Форд «с прохладцей». Соответственно тонкая настройка COT для каждого индивидуально - невозможна.

Таким образом, вопрос сколько платить наемным работникам, чтобы это было оптимально для одной и другой стороны, остается открытым. Источник проблемы так или иначе связан с недостатком информации. Логично предположить, что если бы работодатель имел исчерпывающую информацию, то проблем с установлением «оптимальной» COT не возникало бы. Причем нельзя говорить о сборе данных лишь в рамках одного предприятия, так как для выявления закономерностей во влиянии COT на работников, требуется как минимум выборка по всей стране и разных типах предприятий. Рассмотрим какая информация есть на сегодняшний день, и какая информация потребовалась бы для установления «оптимальной» COT (см. таблицу 1.4.2).

Таблица 1.4.2 – информация для определения «Оптимальной» системы оплаты труда

Информация в наличии	Требуемая информация
Данные Росстата о ВВП в денежном выражении	Помесячные данные о выработке продукции
Данные Росстата о среднемесячной заработной плате по видам экономической деятельности	Помесячные данные о качестве продукции
Данные Росстата о среднемесячной заработной плате по полу и возрасту	Помесячная оценка и фиксация трудоемкости изготовления продукции
-	Помесячные данные об удовлетворенности трудом (в формате соц. опроса, анкетирования)
-	Помесячные индивидуальные данные о заработной плате работников на тысячах предприятий
-	Помесячная фиксация всех параметров систем оплаты труда на тысячах предприятий
-	Анализ изменения выработки, качества, удовлетворенности трудом при изменении параметров систем оплаты труда с одних на другие

Все данные из правой колонки таблицы 1.4.2 должны быть сопоставимы с предприятиями, на которых собирается информация. Как следует из таблицы 1.4.2, «имеющаяся информация» не представляет практически никакой ценности

для выявления закономерностей влияния СОТ на труд работников. В то же время, «требуемая информация» представляется невозможной для получения, так как потребовалась бы невероятно слаженное и точное взаимодействие тысяч предприятий по всей России.

В ближайшей перспективе эту проблему можно решить с помощью технологии Big Data (Большие данные). Обладая большим массивом данных и применив специфические алгоритмы обработки и анализа, в результате можно получить очень неожиданные теории и гипотезы [85, 86].

Термин «большие данные» появился в работах Джона Маха еще в конце 90-х годов [87]. Но уже на протяжении 20 лет не устоялось общепринятого определения больших данных [86]. Так консалтинговая компания с мировым именем Gartner предлагает определение, основанное на 3V: «Big data – это масштабные (volume), с высокой скоростью передачи (velocity), многообразные (variety) информационные активы, которые требуют рентабельных инновационных технологий обработки для извлечения полезной информации и принятия обоснованных решений» [86]. Лидеры ИТ-рынка, такие как Oracle, Intel, Microsoft, предлагают собственные варианты, дополняя 3V признака до 5V: Veracity (достоверность) и Value (ценность) [86, 88].

Проведем анализ данных, которые касаются СОТ из таблицы 1.4.2, чтобы показать, что в вопросах оплаты труда работников присутствуют признаки больших данных.

Volume (объем). По данным Росстата в России [89]:

1. Около 4,5 миллионов организаций
2. Порядка 72 миллионов занятых граждан
3. По ОКВЭД 2018 года классифицировано 2680 видов экономической деятельности

Даже если сделать допущение, что каждое предприятие выпускает хотя бы 5 наименований товаров, работ и услуг, то ежедневно в России генерируется 45 000 000 единиц данных о количестве и качестве по каждому наименованию продукции, выпущенной в день. Также ежедневно фиксируется рабочее время и

начисленная заработная плата в день 72 000 000 человек. Следовательно, ежедневно генерируется минимум 144 000 000 единиц данных об отработанном времени и начисленной заработной плате каждого из занятых граждан. В общем, данные для анализа и работы с СОР соответствуют критерию «объем» больших данных

Velocity (скорость). Скорость появления данных ежедневна, а если была бы техническая возможность на всех предприятиях, как например в сотовых компаниях, то и ежечасна.

Variety (разнообразие). Данные в СОР действительно делятся на структурированные и неструктурированные. Например, структурированные данные – количество выпущенной продукции и начисленная заработная плата, а неструктурированные – параметры СОР, параметры качества, удовлетворенность трудом.

Суммируя выше сказанное, можно с уверенностью утверждать, что данные, относящиеся к СОР, являются большими данными и соответственно содержат в себе новые знания, характерные для больших данных.

Современные авторы научных работ, называют Большие Данные (BIG DATA) ключевым направлением развития информационных технологий [88, 90]. С развитием интернета интерес к данному явлению существенно вырос [86]. Западные компании и государства начали исследовать и разрабатывать подходы к большим данным уже в «нулевые» годы 21 века [91, 92]. В России же развитие Больших данных проходит с некоторым запозданием [90]. Лишь в 2017 году утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации» до 2024 года [88]. Экспертное сообщество, задумывается о применении больших данных в частности в вопросах оплаты труда. Примерами могут служить публикации в периодических изданиях по темам: «Управление персоналом на основе анализа больших данных: риски и возможности», «Влияние современных технологий на рынок труда», «BIG DATA: новый подход формирования бизнес-знаний» [86, 93, 94].

Значимым фактором является «добыча» данных. В теории Больших данных этот раздел называется «data mining» и является, по сути, вопросом номер один [56, 86]. Если, например, у сотовых компаний нет проблем с получением больших данных, так как вся информация идёт по телекоммуникационным каналам, то в вопросах оплаты труда таких каналов нет. В идеальной ситуации, на миллионах предприятий должна функционировать отлаженная система сбора и обработки управленческой информации. Очевидно, что на данный момент, получать Большие данные такого рода в России невозможно. Может быть использовано лишь имитационное моделирование, которое является весьма ценным инструментом для работы с Большими данными [96].

Подводя итог, касаясь тенденций в вопросах выбора СОТ, можно утверждать следующее:

1. За последние 5 лет было опубликовано несколько десятков тысяч исследований по вопросам СОТ и ежегодное количество публикаций растёт быстрыми темпами. Главными темами исследования являются мотивация персонала, вопросы СОТ, человеческого капитала и бизнес планирования.
2. Существующие на данный момент исследования и решения, в сущности, ищут ответ на вопрос: «Сколько оптимально нужно платить персоналу». Но до сих пор не в состоянии преодолеть некоторые «естественные» проблемы и поставить точку в вопросе СОТ.
3. Выходом из сложившейся ситуации видится в концепции Big Data, а также использовании имитационного моделирования для получения прогнозной аналитики, или предиктивного анализа. Это метод анализа данных, концентрирующийся на прогнозировании будущего поведения объектов и субъектов с целью принятия оптимальных решений [97]
4. Однозначно, что технологии сбора, анализа и обработки Больших данных в области труда и, в частности, СОТ, позволят получить совершенно новые знания и теории.

1.5. Системы поддержки принятия решений в проблеме выбора систем оплаты труда

Как отмечалось выше, главным трендом в современной экономике является стремление к сбору и анализу больших данных с целью получения предиктивной аналитики. Теоретически эта цель должна достигаться с помощью СППР, которые по мнению ряда авторов могут играть ключевую роль в многофакторной экономике [98, 99, 100]. Однако, современные СППР до сих пор очень далеки от требуемого уровня, что и делает актуальной данную диссертацию. Для дальнейшего продвижения, опишем существующее на рынке СППР, изложим их основные недостатки, а также отметим главные проблемы, с которыми сталкиваются разработчики СППР в вопросах оплаты труда.

Обзор современного учётного ПО, СППР и исследований в данной области которые предлагаются на российском рынке представлены в таблице 1.5.1 [101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117]. Также много позиций описаны в специальном ежегоднике научных работ «Информационные технологии в экономической деятельности [118].

Таблица 1.5.1 – Учётное ПО и СППР на российском рынке

Тип	Название
Широко известные комплексные программные продукты	<ol style="list-style-type: none"> 1. Платформа 1с 2. SAP 3. BAAN 4. Oracle 5. Платформа R-Style Software Lab 6. Инфо-Бухгалтер 7. Галактика-Парус 8. Фрегат-Бухгалтерия 9. Атлант-Информ 10. ВС-Бухгалтерия 11. Контур-Бухгалтерия 12. Альт-Финансы 13. ФинЭк Анализ 14. Audit Expert 15. Аналитик 16. Мастер финансов
Отраслевые программные продукты	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расчет сдельной оплаты труда работников АЗС» Часть 1 и 2 (Лукойл-информ) 2. Программа моделирования конечных результатов деятельности гематологической службы Самарской области

	<ol style="list-style-type: none"> 3. Устройство автоматизированной корректировки операционных норм времени и расценок на оплату труда 4. Программный комплекс АИС БП-ЭК «Планирование затрат по оплате труда в бюджетном секторе» 5. Программа автоматизированного расчета компенсационных выплат (Авиационная компания «Прогресс») 6. «Учет заработной платы. Кадровый учет» («КВН-СТ») 7. Оценка эффективности регулирования системы трудовых отношений на предприятии 8. Автоматизированная информационная система «Управление фондом заработной платы работников образовательного учреждения» 9. «Планирование фонда оплаты труда» (ООО «АйТи Клиента») 10. Интегральная модель организации заработной платы (ИМ) 11. BSC-ФОТ (РП-ФОТ)
Теоретические изыскания без воплощения в СППР	<ol style="list-style-type: none"> 1. Моделирование поведения ФОТ при различном уровне укомплектованности штата 2. моделирование сот (Е.А. Лупинос) 3. моделирование производительности и оплаты труда работников сельского хозяйства (Салимова Г.А.) 4. Моделирование системы оплаты и стимулирования труда персонала организации: системно-динамический и агентный подходы (Крюкова А.С) 5. Моделирование внутрифирменных тарифных систем оплаты труда на предприятиях (В.М. Тур) 6. Моделирование организации оплаты труда на предприятии (О.И. Девяткова) 7. Экономико-математическое моделирование системы оплаты труда в сфере государственной службы (Бийбосунов Б.И., Давлятова Б.Д., Керимов У.Т.) 8. Моделирование системы компенсаций затрат труда на предприятии (Сухова О.В.)

Как можно заметить из таблицы 1.5.1, все СППР можно условно разделить на три основные группы.

Во-первых, это широко известные комплексные программные продукты. В периодических изданиях можно встретить обзоры и описания данных систем, особенно SAP, BAAN, Oracle [119, 120, 121]. Эти флагманские системы можно охарактеризовать скорее как учётные программы, которые сосредоточены на задачах бухгалтерского, складского и кадрового учёта. Планирование и прогнозирование в данном ПО зачастую сводится к план-фактному анализу. Речь не идёт о моделировании предприятия, с факторами неопределенности и разными

вариантами параметров. Также ПО первой группы очень комплексные и сосредоточены на работе с предприятием целиком. Таким образом у пользователей возникает множество вопросов в процессе принятия решений.

Во-вторых, отраслевые программные продукты. Это ПО гораздо более конкретное, чем из первой группы. К сожалению, в большинстве своем все эти программы представляют собой калькулятор ФОТ и простой план-фактный анализ. В некоторые также встроен кадровый учёт. Кроме того, почти все они ориентированы на конкретную сферу: образование, медицина, АЗС и т.д. Тем не менее, в этой группе есть СППР, заметно выделяющиеся на фоне остальных, например «Программа моделирования конечных результатов деятельности гематологической службы Самарской области» [111]. В этой СППР уже заложен некий инструментарий прогнозирования результатов деятельности службы в зависимости от параметров СОТ. Однако речь не идет о включении элементов случайности в данное моделирование.

В-третьих, группа теоретических изысканий. Если в первых двух группах СППР оформлены в виде программных продуктов и имеют патенты, то эти СППР или их концепты изложены лишь в письменном виде. К сожалению, в данных теоретических изысканиях в области моделирования много проблем. Главная из них - неверное толкование термина «моделирование». Моделирование предполагает, что будет описан реальный объект в виде аналогичной системы с некоторыми допущениями. При этом модель будет иметь схожее с реальным объектом поведение и свойства. Именно это помогает исследователю проводить тесты и изучение, не имея дело с реальным объектом. В большинстве же работ по моделированию СОТ, предполагается, что моделью СОТ является сама формула начисления заработной платы, что является ошибочным суждением. Ведь СОТ, как любой реальный объект, функционирует по принципу «черного ящика». А именно имеет входы, внутреннюю структуру, которая преобразует входы и соответственно получает выходы. Таким образом, моделирование СОТ может быть таковым только с учётом описания входов, формул функционирования СОТ и результатов. Некоторые работы описывают СОТ исходя из этой концепции и

предлагают своё видение. Тем не менее, ни в одной из них не ставится вопрос о факторах случайности.

Мы полагаем, что все выше обозначенные недостатки СППР, связаны с тремя основными проблемами при их разработке.

Проблема 1 – статистика. Логичная позиция – это при разработке СППР обратиться к статистическим данным и построить прогноз. По сути, требуются данные о выработке (Q), уровне качества продукции (Q_u), уровне удовлетворенности трудом (Sat), уровне заработной платы (W) при функционировании например повременной СОТ, за период времени (t) и те же самые параметры на том же самом предприятии, за то же самое t . И для того, чтобы статистика была обоснованной, требуются такие наборы данных с сотен предприятий. Очевидно, что статистики подобного рода быть не может, в связи с её специфичностью и колоссальностью исследования.

Проблема 2 – фактор случайности. Даже если можно было бы получить хотя бы данные на схожих предприятиях о параметрах $\{Q, Q_u, Sat, W\}$ за t , то по прежнему было бы несправедливо утверждать, что если предприятие А, использующее $СОТ_0$, имея $\{Q_0, Q_{u0}, Sat_0, W_0\}$, внедрит $СОТ_1$, то получит $\{Q_1, Q_{u1}, Sat_1, W_1\}$. Вся проблема заключается в том, что реакция каждого отдельного коллектива на выбор СОТ – индивидуальна. Причем индивидуальна для каждого параметра. То есть, при смене $СОТ_0$ с $\{Q_0, Q_{u0}, Sat_0, W_0\}$ на $СОТ_1$, результатом практически 100% будут параметры отличные от $\{Q_1, Q_{u1}, Sat_1, W_1\}$. Таким образом, с учётом данной логики прогнозирование не может быть основано на статистике. В то же время, степень реакции персонала на изменения СОТ является величиной случайной с неизвестным законом распределения случайных величин.

Проблема 3 – многовариантность СОТ. Системы оплаты труда имеют много параметров. Например тарифная ставка, размер премии за качество, размер премии за выработку, сдельный шаг, надбавки и бонусы. То есть, одна и та же СОТ, например повременно-премиальная, может кардинально отличаться на предприятиях А и В. В итоге, многовариантность СОТ создает дополнительные проблемы, порождая сотни вариантов одних и тех же СОТ.

Таким образом, сложилась ситуация, при которой современные СППР, представленные на российском рынке и в российских исследованиях, не преодолевают три главные проблемы при разработке СППР в вопросах выбора СОТ. Более того, согласно доступным открытым источникам, до сих пор не проведено реального математического моделирования в вопросе выбора СОТ на предприятиях.

В связи с этим, мы полагаем, что с научной и практической точки зрения, вопрос разработки СППР в области выбора СОТ на предприятии является весьма актуальным и перспективным. Для этого требуется описать модель функционирования СОТ, провести имитационное моделирование работы различных СОТ с множеством параметров и вариаций. Исходя из полученных результатов, откроются возможности для разработки самой СППР в виде программного продукта, которым может воспользоваться менеджмент организаций. Адекватность СППР будет подкрепляться прежде всего надежностью предлагаемой модели и методами исследования.

1.6. Выводы главы 1

Первая глава диссертации призвана решить первую задачу всей работы, а именно проанализировать и раскрыть современную практику применения СОТ и СППР на современных предприятиях. Это даёт значительное понимание актуальности и востребованности вопроса выбора СОТ. Согласно проведенным исследованиям, автор сделал следующие выводы:

1. Концепция СОТ существовала уже с античных времен, но полноценно оформилась лишь несколько сот лет назад и стала основой в более сложной системе - управления человеческими ресурсами.
2. Исходя из научных публикаций и публикаций «бизнес-практиков», СОТ за последние 100 лет стали очень разнообразны. Они приобрели множество опций и вариантов. Однако, по мнению многих специалистов и большому количеству исследований, некоторые СОТ являются копиями друг друга, а большинство из них по сути содержит логику классических СОТ: повременной, сдельной и их премиальные варианты.

3. Усложнение современных предприятий, гуманизация труда, многообразие самих СОТ, сделали процесс выбора СОТ настоящей и очень важной проблемой. Эта проблема на сегодняшний день особенно обострилась в связи с отсутствием ясности как «оптимально» выбирать СОТ. Десятки мелких методик и комплексные подходы не решают задачу, а делают её более запутанной. Как следствие на данный момент существует тотальный страх топ менеджмента в выборе СОТ и непредсказуемость последствий их выбора.
4. Исследователи с нарастающими темпами делают попытки поставить точку в проблеме выбора СОТ. Только за последние 5 лет было опубликовано свыше 35 000 научных работ. Однако вопрос до сих пор остается нерешенным. Тем не менее, суммируя общие тенденции, можно утверждать, что выбор СОТ во многом зависит от полноты понимания последствий выбора СОТ на конкретном предприятии, что требует СППР. Это ведет к необходимости сбора и анализа больших данных (Big Data). С помощью больших данных станет возможным создание СППР с предиктивной аналитикой.
5. В ходе исследования удалось выявить десятки СППР, позволяющих решать разные вопросы в области СОТ. Однако их детальное изучение показало, что они являются лишь учётными программами, без моделирования процесса функционирования СОТ, а, следовательно, не могут предсказывать с высокой долей вероятности результаты выбора СОТ.

Таким образом, разработка СППР в области выбора СОТ является острой и актуальной задачей, решить которую возможно применяя методы статистического и имитационного моделирования.

ГЛАВА 2 – Построение математической модели систем оплаты труда

Построение математической модели – сложный комплексный процесс, требующий большой обоснованности. В доступных российских и иностранных источниках подробно описан процесс построения математических моделей, например, в работах А.А. Мицеля, В.В. Аюпова, С.В. Звонарева [122, 123, 124]. Не менее важную роль в построении математических моделей играет системный анализ, позволяющий комплексно рассматривать моделируемый объект, особенно в части построения «Чёрного ящика». В работе применялись труды А.М. Корикова, И.Н. Дрогобыцкого, В.Н. Волкова и других авторов [126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134].

2.1. Предмодель системы оплаты труда

2.1.1. Описание предмодели системы оплаты труда

На данном этапе построения модели СОТ, требуется сначала описать так называемую предмодель. Это изложение модели с помощью «естественного» языка [123]. СОТ на предприятии как один из элементов системы управления человеческими ресурсами, природа и история СОТ, были подробно описаны в Главе 1. Кратко обозначим принципиальные выводы:

1. Классификация форм и систем оплаты труда весьма разнообразна и многогранна
2. СОТ является основой управления человеческими ресурсами
3. Усложнение современных предприятий, гуманизация труда, многообразие самих СОТ, привело к высокой сложности процесса выбора СОТ
4. На сегодняшний день отсутствуют прогностические инструменты работы предприятий при той или иной СОТ

В связи с этим, для построения модели СОТ на предприятии, требуется сформулировать совокупность вопросов, касаемых моделируемого объекта:

1. Если СОТ разнообразны, то какие СОТ следует рассмотреть для моделирования?

2. На какие результаты работы предприятия влияет выбранная СОР?
3. Как выбранная СОР влияет на результаты работы предприятия?
4. По каким критериям следует выбирать СОР на предприятии?
5. На каком основании делается прогноз функционирования той или иной СОР на предприятии?

Таким образом, прежде чем сформулировать основные утверждения и провести математическую формализацию модели, требуется дать ответы на поставленные вопросы.

Во-первых, моделирование СОР следует ограничить базовыми СОР: повременная, повременно-премиальная, сдельная, сдельно-премиальная, сдельно-прогрессивная, сдельно-регрессивная. Эти СОР являются наиболее старыми и хорошо изученными. Также как отмечалось в Главе 1, практически всё разнообразие СОР уходит корнями именно к этим типам и зачастую является их копиями или их модификациями.

Во-вторых, СОР очевидным и непосредственным образом влияет на четыре результата функционирования любого предприятия. Это выработка (Q), качество продукции (Q_u), удовлетворенность работников трудом (Sat), размер фонда оплаты труда (W). Прямая связь между СОР и этими результатами очевидна с точки зрения экономической логики и здравого смысла. Например, если СОР предполагает высокую оплату труда за выработку, то и выработка будет расти прямо пропорционально. Аналогична ситуация и с качеством продукции. Также, если СОР предполагает низкую оплату труда при требуемых высоких нормах выработки, то удовлетворенность трудом у работников будет стремительно падать. И, логично, что от СОР напрямую зависит, будет ли расход на фонд оплаты труда (ФОТ) большим или маленьким, что сказывается на экономике всего предприятия.

В-третьих, каждый вид СОР влияет на результирующие показатели не абстрактно, а вполне конкретно. Исходя из анализа специальной экономической литературы, можно сделать вывод, что существуют известные закономерности. Приведем принципы влияния СОР в таблице 2.1.1. Оценки, представленные в

таблице, не определяют абсолютную или относительную величину, а лишь указывают на вектор результата.

Таблица 2.1.1 – влияние COT на результаты

COT / Результат	Q	Qu	Sat	W
Повременная	Стремится к min	Стремится к min	?	Consto
Повременно-премиальная	?	Стремится к min	?	?
Сдельная	Близко к max	Близко к min	?	Стремится к max
Сдельно-премиальная	Стремится к max	?	?	?
Сдельно- прогрессивная	Стремится к max	Близко к min	?	?
Сдельно-регрессивная	Стремится к max	Близко к min	?	?

Как можно заметить из таблицы 2.1.1, большинство клеток обозначены знаком вопроса. Это значит, что абсолютно неизвестно, как влияют COT на соответствующие показатели. Напротив, заполненные клетки таблицы весьма хорошо изучены. Подтверждения им имеются в экономической литературе. Рассмотрим утверждения в таблице 2.1.1 подробнее, так как именно эти суждения ложатся в основу модели.

Отправной точкой всех рассуждений является так называемая концепция «экономического человека». Это фундаментальное понятие классической экономики и классических экономических учений. Основоположником можно считать А. Смита 18 век, однако целостный трактат принадлежит Дж. С. Миллю «Об определении предмета политической экономии; и о методе исследования, свойственном ей», где он рассуждает о homo economicus [135]. Эта концепция представляет абстрактного человека в экономике, в том числе наёмного работника, который действует, исходя из собственных эгоистичных экономических интересов. Иными словами, человек оптимизирует потраченные ресурсы и приобретаемые блага. Рассмотрим это утверждение в контексте COT. Ресурс работника, который он тратит – это его время и силы (эмоциональные и физические). Приобретаемые блага – это заработная плата. Таким образом,

работник стремится получить наибольшую заработную плату с минимально возможными затратами времени и сил. Конкретизируем, «сила» тратится на количество работы (Q) и на качество работы (Q_u). Следовательно, сделаем важный вывод: если задача работника – оптимизация, то и «удовлетворенность трудом» (Sat) тем выше, чем лучше оптимизация. То есть, Sat стремится вверх, при стремлении Q и Q_u вниз и стремится вниз, при стремлении заработной платы (W) вниз. Сделаем ремарку, что мы отталкиваемся от обратно пропорциональной зависимости, хотя есть исследования справедливости логарифмической зависимости Вебера-Фехнера в СОТ [136]. Тем не менее, для соблюдения относительной простоты модели, в данной работе эта зависимость применяться не будет.

Не менее известный широко освещенный феномен, который опять же исходит из концепции «экономического человека» - это увеличение выработки при сдельной СОТ с одновременным уменьшением качества работы. Эти закономерности представлены, например, в работах А.Смита: «Прогрессивное вознаграждение труда повышает усердие простых рабочих. Их заработная плата стимулирует производство. Там, где заработок высокий, следовательно, мы найдем более энергичных, старательных и проворных работников, чем там, где зарплата низкая» [42]. Более профильные практические исследования на эту тему являются классикой менеджмента и экономики труда. Это работы Ф. Тейлора, Г. Эмерсона, Г. Форда, Р. Барта, Д. Меррика, Г. Гантта, Д. Аткинсона, М. Скэнлон [31, 41]. Наиболее известные во всем мире работы «Принципы научного менеджмента» Ф. Тейлора, «12 принципов производительности» Г. Эмерсона и «Моя жизнь, мои достижения» Г. Форда. Логично, сдельная заработная плата является одной из самых затратных для предприятия, так как стимулирует высокую выработку и высокие выплаты. Однако, если выдавать премии за поддержание качества, при сдельной СОТ, то качество хоть и будет страдать, но не столь сильно, как при простой сдельной СОТ без премий.

В итоге, таблицу 2.1.1 можно дополнить, исходя из выше изложенных закономерностей, однако всё еще остаются пробелы, которые предстоит закрыть с помощью моделирования.

В-четвертых, говоря о критериях выбора СОТ на предприятии, следует отметить, что акт выбора СОТ носит субъективный характер. То есть задача не может являться строго математической. Окончательное решение о выборе СОТ принимает ТОП менеджмент предприятия, оценивая все риски своего решения. Однако, для поддержки принятия решений, моделирование СОТ может быть чрезвычайно полезным, демонстрируя прогноз результатов СОТ. Но, стоит особо подчеркнуть, что результаты моделирования различных СОТ, будут некорректными и нерелевантными друг другу, если эти результаты будут получены не от единого базиса. То есть моделирование каждой СОТ должно быть выполнено на одних и тех же базовых условиях. Таким базисом, в силу своей массовой распространенности, в данной работе выступает повременная СОТ [8, 55, 58, 137]. То есть моделирование всех СОТ исходит из одной и той же пред заданной повременной СОТ, к которой применяются все выше написанные закономерности касаемые Q , Q_u , Sat , W . В этом случае закономерности между результатами моделирования $СОТ_1$, $СОТ_2$, $СОТ_n$ будут корректны. Итого, критерии выбора СОТ на предприятии определяет сам менеджер, опираясь на прогнозные результаты той или иной СОТ.

В-пятых, корректность прогнозирования основана на учёте фактора случайности. Имеется в виду, что результаты моделирования СОТ должны быть корректны для любого предприятия. Но, деятельность любого предприятия, параметры СОТ, реакция персонала на изменения СОТ носят случайный характер. Таким образом, в ходе моделирования требуется выделить и учесть все случайные факторы, которые возникают в деятельности реального объекта.

2.1.2. Характеристики предмодели

Сформулируем основные параметры предмодели СОТ:

1. Моделирование СОТ должно быть осуществлено на основе следующих СОТ: повременная, повременно-премиальная, сдельная, сдельно-премиальная, сдельно-прогрессивная, сдельно-регрессивная
2. Всего оценивается 4 вида результирующих показателей: Q – выработка, Q_u – качество продукции, Sat – удовлетворенность трудом, W – заработная плата
3. С точки зрения экономической логики, существуют следующие закономерности:
 - a. Повременная СОТ: $Q \rightarrow \min, Q_u \rightarrow \min$
 - b. Сдельные виды СОТ: $Q \rightarrow \max, Q_u \rightarrow \min, W \rightarrow \max$
 - c. Все СОТ: $Sat \rightarrow \max$, если Q и/или $Q_u \rightarrow \min$ и наоборот
4. Все прогнозные значения $СОТ_m, Q_m, Q_{u_m}, Sat_m, W_m$, даются в сравнении с Q, Q_u, Sat, W повременной СОТ
5. Модель должна учитывать случайный характер результатов функционирования СОТ

2.2. Концептуальная модель системы оплаты труда

2.2.1. Модель «черного ящика»

Перед тем, как представить математическую формализацию, доведем предмодель СОТ до концептуальной модели и сформулируем основные утверждения, касаемые объекта моделирования. Для наглядного представления модели обратимся к концепции «черного ящика» (См. рисунок 2.2.1).

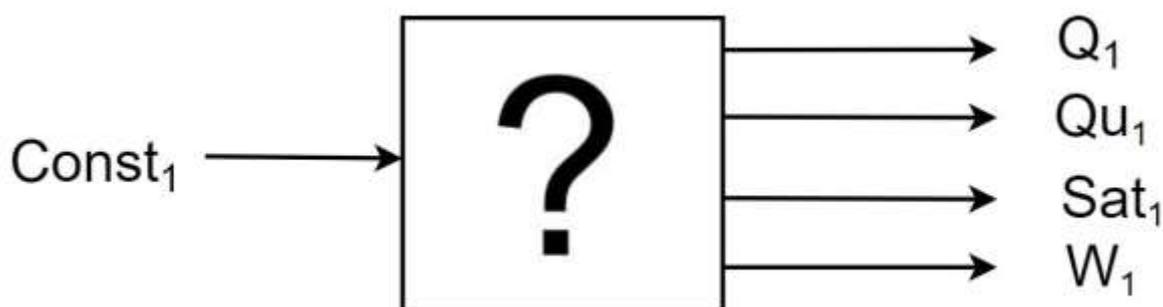


Рис. 2.2.1 – черный ящик повременной СОТ

На рисунке 2.2.1 отражено функционирование повременной СОТ, которую мы представляем с индексом «1». Нам известно, что в «черный ящик» входят константы, которые задает пользователь на любом предприятии. Далее происходит цепь неизвестных случайных процессов, по результатам которых мы можем наблюдать случайные результаты $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$. Как рассматривалось, в главе 1, в целом собрать статистические данные «входов» и «выходов» данного черного ящика возможно. Однако, это не представляет особой ценности. Главную ценность представляет другой вопрос. Как изменятся $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$ на этом же гипотетическом предприятии, если мы сменим систему оплаты труда с повременной, например на сдельную. Такого рода статистику уже получить невозможно. Итак, представим данную задачу также в виде рисунка «Черного ящика» (см. рисунок 2.2.2).



Рис. 2.2.2 – черный ящик m -ой СОТ

Исходя из вышеописанной логики, любая СОТ, результирующие показатели которой мы хотим спрогнозировать, отталкивается от базисной СОТ, то есть повременной с индексом «1». Следовательно, модель любой, m -ой изучаемой СОТ можно представить как «черный ящик», входом в который являются константы базисной СОТ плюс n констант m -ой СОТ. Таким образом, «входы» также преобразуются неизвестным случайным образом и на выходе получаем Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m .

В итоге сравнение $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$ и $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$ даст возможность вычислить вероятностные прогнозные величины результирующих

показателей. Как финальный результат, появится возможность делать выбор между COT_1 , COT_2 , COT_m , исходя из прогнозных значений $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$.

Сделаем также оговорку о константах. Константы представляют собой пред заданные параметры, которые фигурируют в формуле расчета показателя W . В реальном объекте они могут варьироваться в диапазоне $\{0...n\}$. В целях моделирования нужно ответить на три основных вопроса, касаемых констант:

1. Какие константы существуют для заданных COT
2. Какие константы из диапазона $\{0...n\}$ требуется включить в моделирование
3. Какие значения могут принимать константы из диапазона $\{0...n\}$ для заданных COT

Ответ на первый принципиальный вопрос о константах можно представить в виде таблицы 2.2.1.

Таблица 2.2.1 – перечень констант в COT

COT	Константы
Повременная	a1 – оклад, при повременной COT
Повременно-премиальная	a2 – оклад, при повременно-премиальной COT b1 – норма выработки, для получения премиальной части, при повременно-премиальной COT
Сдельная	a3 – тарифная ставка, при сдельной COT
Сдельно-премиальная	a4 - тарифная ставка, при сдельно-премиальной COT a5 – премия за достижение уровня качества, при сдельно-премиальной COT b2 – норма качества, для получения премиальной части, при сдельно-премиальной COT
Сдельно- прогрессивная	aб - тарифная ставка шага 1, при сдельно-прогрессивной COT a8 - тарифная ставка шага 2, при сдельно-прогрессивной, a8 всегда берется больше, чем aб b3 – норма выработки для тарифного шага, при сдельно-регрессивной COT
Сдельно- регрессивная	a7 - тарифная ставка шага1, при сдельно-регрессивной COT a9 - тарифная ставка шага 2, при сдельно-регрессивной COT, a9 всегда берется меньше, чем a7 b3 – норма выработки для тарифного шага, при сдельно-регрессивной COT

Всего в моделировании 6-и COT можно выделить 12 констант, которые при каждом моделировании можно варьировать в диапазоне от минимального значения до максимального с учётом ограничений. По сути, мы имеем дело с

многомерным пространством вариантов, так как каждая константа имеет свой диапазон изменения значений. Логично, что в целях изучения реального объекта необходимым и достаточным в ходе моделирования будет перебор лишь \min и \max значений каждой константы, что является ответом на второй вопрос. Таким образом, в ходе одного моделирования мы имеем 12 констант, каждая из которых может принять 2 значения: \min и \max . Однако, константа a_1 для целей моделирования COT не имеет \min и \max , а имеет лишь одно единственное значение и является своего рода «отправной» точкой для всего моделирования. Итого, количество вариаций констант составляет $2^{11} = 2048$ вариантов сочетаний констант.

Третий вопрос – вопрос размерности констант. Это не является принципиальной проблемой, константы находятся в тесной конкретной связи в формуле расчета показателя W , а также соблюдаются пропорции между константами, путём ограничений (см. таблицу 2.2.1). Таким образом, неважно, будут ли константы измеряться в тысячах, сотнях или миллионах. Единственная оговорка, что константы характеризующие «тариф» должны измеряться в условных денежных единицах, а «норма выработки» в штуках.

2.2.2. Виды распределений случайных величин в системах оплаты труда

Особый интерес и вопрос вызывают случайные изменения, которые происходят внутри «черного ящика». Для построения адекватной модели, требуется учесть эту случайность.

Случайными в нашей модели по сути являются только показатели Q , Q_u и Sat_0 . Показатели Sat и W являются производными от Q , Q_u . Показатель Sat изменяется обратно пропорционально Q и Q_u , а показатель W считается по формулам COT_m с учетом пред заданных $const_m$.

Поскольку, нам не известно устройство «черного ящика», случайность результирующих показателей можно учесть в виде коэффициентов, случайно

повышающих или понижающих те или иные показатели. Представим данную закономерность в виде формул:

$$Q_m = (1 \pm k_1) * Q_1 \quad (2.2.1)$$

$$Qu_m = (1 \pm k_2) * Qu_1 \quad (2.2.2)$$

$$Sat_m = Sat_1 * \left(1 - \frac{Q_m - Q_1}{Q_1} - \frac{Qu_m - Qu_1}{Qu_1}\right) \quad (2.2.3)$$

$$W_m = F(COT_m) \quad (2.2.4)$$

Таким образом, в данной интерпретации коэффициенты случайности k_1 и k_2 определяют $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$. Но необходимо ответить на два вопроса:

1. Какой знак выбрать перед k_1 и k_2
2. Какой закон распределения вероятности имеют Q_1, Qu_1, Sat_1, k_1 и k_2

Ответ на первый вопрос весьма прост. Знак плюса или минуса зависит от известных соотношений результирующих показателей изложенных в пред модели в таблице 2.2.1. То есть, если показатель n в COT_1 стремится к минимуму, а в COT_m к максимуму, то и знак коэффициента будет положительным и наоборот.

Ответ на второй вопрос является гораздо более серьезной проблемой. Нет никакой возможности вычислить реальный закон распределения, так как отсутствуют статистические данные. Решением данной проблемы может служить подтверждение предположения о том, что, в сущности, не имеет значения какой закон распределения имеет место в реальности. Как бы ни были распределены случайные величины, на соотношения $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$ и $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$ это не окажет сколь либо существенного влияния. Таким образом, чтобы проверить данное утверждение, потребуется провести моделирование по нескольким законам распределения случайных величин и сопоставить полученные результаты. В случае их незначительного отличия, утверждение можно будет считать верным. В том числе стоит учесть, что каждая случайная величина может иметь свой собственный закон распределения, то есть в ходе моделирования следует перебирать законы по каждой переменной, а не один закон на группу.

Для моделирования СОР, с учетом разных законов распределения случайных величин, необходимо выбрать сами законы. Так как моделирование по всем известным законам, было бы слишком трудоемким, в рамках данной работы, мы остановимся на рассмотрении следующих видов: Равномерное распределение, Хи-квадрат, распределения Пирсона III, X, XI типа: Гамма распределение, Экспоненциальное распределение, Нормальное распределение. Таким образом, требуется провести моделирование, при котором каждая случайная величина будет принимать значения по каждому обозначенному закону распределения (см. таблицу 2.2.2).

Таблица 2.2.2 – сочетания законов распределения

Переменная Вариация	Q_1	Q_{u1}	Sat_1	k_1	k_2
Вариация 1	norm	Gamma	norm	Хи ²	Exp
Вариация 2	Хи ²	norm	Exp	Хи ²	Norm
Вариация n

В итоге мы имеем 5^5 сочетаний, то есть 3125 возможных сочетаний. Однако, исходя из здравого смысла, мы предлагаем не рассматривать в моделировании равномерное распределение. Это связано с тем, что в реальной экономике, такие характеристики как выработка на коммерческих предприятиях, реакции персонала на изменения условий их труда, не могут быть распределены равномерно. В противном случае, как пример, нам пришлось бы предположить, что в экономике России существует одинаковое количество предприятий, производящих как минимально возможное количество продукции, так и максимально возможное количество продукции. Такого рода утверждение противоречит рыночной экономике. При таком положении дел одни предприятия приходили бы в состояние банкротства вследствие так называемого эффекта «перегрева ресурсов», другие вследствие экономического истощения. Поэтому, мы предлагаем лишь частично рассмотреть равномерное распределение (см.

методы моделирования), но не применять его в ходе моделирования. В итоге мы имеем 5^4 сочетаний, то есть 625 возможных сочетания законов распределения.

2.2.3. Характеристики концептуальной модели СОР

Сформулируем основные характеристики концептуальной модели СОР:

1. В модели имеется m СОР, $m \in \{0 \dots 6\}$. $m = 1$ (повременная СОР), $m = 2$ (повременно-премиальная СОР), $m = 3$ (сдельная СОР), $m = 4$ (сдельно-премиальная СОР), $m = 5$ (сдельно-прогрессивная СОР), $m = 6$ (сдельно-регрессивная СОР)
2. В модели из m СОР имеется n констант, $n \in \{1 \dots 12\}$ – см. табл. 2.2.1
3. Каждая из $СОР_m$ имеет результирующие показатели: $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$
4. Все результирующие показатели $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$ находятся в прямой зависимости от $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$, согласно формулам (1), (2), (4)
5. Известно, что Q_1 и $Qu_1 \rightarrow \min$. $Q_3, Qu_3, W_3 \rightarrow \max$. $Sat_m \rightarrow \max$, если Q_m и/или $Qu_m \rightarrow \min$
6. В модели из m СОР согласно формулам (1), (2), (4) имеется 5 случайных переменных $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, k_1, k_2\}$, каждая из которых может принимать значения в собственном диапазоне в соответствии с одним из четырёх законов распределения: Равномерное распределение, Хи-квадрат, распределения Пирсона III, X, XI типа: Гамма распределение, Экспоненциальное распределение, Нормальное распределение.

Задача моделирования СОР: получить надежные данные о соотношениях между собой $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$, $\{Q_2, Qu_2, Sat_2, W_2\}$, $\{Q_3, Qu_3, Sat_3, W_3\}$, $\{Q_4, Qu_4, Sat_4, W_4\}$, $\{Q_5, Qu_5, Sat_5, W_5\}$, $\{Q_6, Qu_6, Sat_6, W_6\}$.

Утверждения концептуальной модели СОР:

1. В ходе моделирования возможно установить статистические взаимосвязи между $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$, $\{Q_2, Qu_2, Sat_2, W_2\}$, $\{Q_3, Qu_3, Sat_3, W_3\}$, $\{Q_4, Qu_4, Sat_4, W_4\}$, $\{Q_5, Qu_5, Sat_5, W_5\}$, $\{Q_6, Qu_6, Sat_6, W_6\}$.

2. Какое бы ни было распределение каждой случайной величины $Q_0, Q_{u_0}, Sat_0, k_1, k_2$, соотношения между $\{Q_1, Q_{u_1}, Sat_1, W_1\} \dots \{Q_6, Q_{u_6}, Sat_6, W_6\}$ будут приближены друг к другу
3. Какие ни были бы заданы константы в модели COT, соотношения между $\{Q_1, Q_{u_1}, Sat_1, W_1\} \dots \{Q_6, Q_{u_6}, Sat_6, W_6\}$ будут приближены друг к другу.

2.3. Математическая модель COT

Исходя из изложенной выше концептуальной модели, опишем математическую модель со следующими компонентами: описание переменных и констант, описание $F(COT_m)$, параметры используемых законов распределения и алгоритм моделирования.

2.3.1. Вводные данные

Константы, использующиеся при моделировании:

a1 – оклад, при повременной COT {10000}

a2 – оклад, при повременно-премиальной COT {5000; 8000}

a3 – тарифная ставка, при сдельной COT {105; 117}

a4 - тарифная ставка, при сдельно-премиальной COT {105;117}

a5 – премия за достижение уровня качества, при сдельно-премиальной COT {1000;3000}

a6 - тарифная ставка шага 1, при сдельно-прогрессивной COT {105; 117}

a7 - тарифная ставка шага1, при сдельно-регрессивной COT {105; 117}

a8 - тарифная ставка шага 2, при сдельно-прогрессивной COT {105; 117}, a8 всегда берется больше, чем a6

a9 - тарифная ставка шага 2, при сдельно-регрессивной COT {105; 117}, a9 всегда берется меньше, чем a7

b1 – норма выработки, для получения премиальной части, при повременно-премиальной COT {70; 85}

b2 – норма качества, для получения премиальной части, при сдельно-премиальной COT {70; 80}

b3 – норма выработки для тарифного шага, при сдельно-прогрессивной и сдельно-регрессивной СОР {75; 85}

Переменные, используемые при моделировании:

x1 - случайная величина (выработка при повременной СОР) {50; 100}

x2 – случайная величина (влияние на выработку при смене СОР). {0; 1}

y1 – случайная величина (качество выпускаемой продукции в % при повременной СОР) {50; 100}

y2 – влияние на качество при смене СОР {0; 1}

z - случайная величина (удовлетворенность трудом в %). {1; 100}

Результирующие показатели СОР:

W1 – ФОР, при повременной СОР

W2 – ФОР, при повременно-премиальной СОР

W 3 – ФОР, при сдельной СОР

W 4 – ФОР, при сдельно-премиальной СОР

W 5 – ФОР, при сдельно-прогрессивной СОР

W 6 – ФОР, при сдельно-регрессивной СОР

Sat1 – удовлетворенность трудом, при повременной СОР

Sat2 – удовлетворенность трудом, при повременно-премиальной СОР

Sat3 – удовлетворенность трудом, при сдельной СОР

Sat4 – удовлетворенность трудом, при сдельно-премиальной СОР

Sat5 – удовлетворенность трудом, при сдельно-прогрессивной СОР

Sat6 – удовлетворенность трудом, при сдельно-регрессивной СОР

Q1 – Выработка, при повременной СОР

Q2 – Выработка, при повременно-премиальной СОР

Q3 – Выработка, при сдельной СОР

Q4 – Выработка, при сдельно-премиальной СОР

Q5 – Выработка, при сдельно-прогрессивной СОР

Q6 – Выработка, при сдельно-регрессивной СОР

G1 – Качество, при повременной СОР

G2 – Качество, при повременно-премиальной СОТ

G3 – Качество, при сдельной СОТ

G4 – Качество при сдельно-премиальной СОТ

G5 – Качество, при сдельно-прогрессивной СОТ

G6 – Качество, при сдельно-регрессивной СОТ

2.3.2. Наборы функций $F(\text{СОТ}_m)$

1. $F(\text{СОТ}_1)$ - Повременная СОТ

$$Q1 = x1, G1 = y1, W1 = a1, Sat1 = z.$$

Здесь $x1 \in [50; 100]$ – случайная величина (выработка при повременной СОТ);

$y1 \in [50; 100]$ – случайная величина (качество выпускаемой продукции в % при повременной СОТ);

$z \in [1; 100]$ – случайная величина (удовлетворенность трудом в %).

2. $F(\text{СОТ}_2)$ - Повременно-премиальная СОТ

$$Q2 = \begin{cases} x1 \cdot (1 + x2), & \text{если } Q2 < b1; \\ b1, & \text{если } Q2 \geq b1; \end{cases} \quad (2.3.1)$$

$$G2 = y1, \quad (2.3.2)$$

$$W2 = \begin{cases} a2, & \text{если } Q2 < b1; \\ a1, & \text{если } Q2 \geq b1; \end{cases} \quad (2.3.3)$$

$$Sat2 = \begin{cases} z + 100 \cdot \left(\frac{b1}{x1} - 1\right), & \text{если } Q2 \geq b1; \\ z + \frac{a1 - a2}{a2} 100 + 100 \cdot x2, & \text{если } Q2 < b1. \end{cases} \quad (2.3.4)$$

Здесь $x2 \in [0; 1]$ – случайная величина (влияние на выработку при смене СОТ).

3. $F(\text{СОТ}_3)$ - Сдельная СОТ

$$Q3 = \begin{cases} x1 \cdot (1 + x2), & \text{если } Q3 \leq 100; \\ 100, & \text{если } Q3 > 100; \end{cases} \quad (2.3.5)$$

$$G3 = \begin{cases} y1 \cdot (1 - y2), & \text{если } G3 \geq 50; \\ 50, & \text{если } G3 < 50; \end{cases} \quad (2.3.6)$$

$$W3 = a3 \cdot Q3; \quad (2.3.7)$$

$$Sat3 = z + 100 \cdot \left(\frac{a1}{a3 \cdot Q3} - 1\right) + 100 \cdot x2. \quad (2.3.8)$$

Здесь y_2 – влияние на качество при смене СОР, $y_2 \in [0; 1]$.

4. F(COT₄) - Сдельно-премиальная СОР

$$Q_4 = \begin{cases} x_1 \cdot (1 + x_2), & \text{если } Q_4 \leq 100; \\ 100, & \text{если } Q_4 > 100; \end{cases} \quad (2.3.9)$$

$$G_4 = \begin{cases} y_1 \cdot (1 + y_2), & \text{если } y_1 \leq b_2; \\ b_2, & \text{если } y_1 > b_2; \end{cases} \quad (2.3.10)$$

$$W_4 = \begin{cases} a_4 \cdot b_2, & \text{если } y_1 \leq b_2 \\ a_4 \cdot b_2 + a_5, & \text{если } y_1 > b_2; \end{cases} \quad (2.3.11)$$

$$Sat_4 = \begin{cases} z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_4 \cdot b_2} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 + y_2 \cdot 100, & \text{если } y_1 \leq b_2; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_4 \cdot b_2 + a_5} - 1 \right) + 100 \cdot \left(\frac{100}{x_1} - 1 \right) + 100 \cdot \left(\frac{b_2}{y_1} - 1 \right), & \text{если } y_1 > b_2. \end{cases} \quad (2.3.12)$$

5. F(COT₅) - Сдельно-прогрессивная СОР

$$Q_5 = \begin{cases} x_1 \cdot (1 + x_2), & \text{если } Q_5 \leq 100; \\ 100, & \text{если } Q_5 > 100; \end{cases} \quad (2.3.13)$$

$$G_5 = \begin{cases} y_1 \cdot (1 - y_2), & \text{если } G_5 \leq 50\%; \\ 50\%, & \text{если } G_5 > 50\%; \end{cases} \quad (2.3.14)$$

$$W_5 = \begin{cases} a_6 \cdot Q_5, & \text{если } Q_5 \leq b_3 \\ a_6 \cdot b_3 + a_8 \cdot (Q_5 - b_3), & \text{если } b_3 < Q_5 \leq 100; \end{cases} \quad (2.3.15)$$

$$Sat_5 = \begin{cases} z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_6 \cdot Q_5} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - y_2 \cdot 100, & \text{если } Q_5 \leq b_3; G_5 > 50\%; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_6 \cdot Q_5} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - \left(1 - \frac{50}{y_1} \right) \cdot 100, & \text{если } Q_5 \leq b_3; G_5 \leq 50\%; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_6 \cdot b_3 + a_8 \cdot (Q_5 - b_3)} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - y_2 \cdot 100, & \text{если } b_3 < Q_5 \leq 100; G_5 > 50\%; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_6 \cdot b_3 + a_8 \cdot (Q_5 - b_3)} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - \left(1 - \frac{50}{y_1} \right) \cdot 100, & \text{если } b_3 < Q_5 \leq 100; G_5 \leq 50\%. \end{cases} \quad (2.3.16)$$

6. F(COT₆) - Сдельно-регрессивная СОР

$$Q_6 = \begin{cases} x_1 \cdot (1 + x_2), & \text{если } Q_6 \leq 100; \\ 100, & \text{если } Q_6 > 100; \end{cases} \quad (2.3.17)$$

$$G_6 = \begin{cases} y_1 \cdot (1 - y_2), & \text{если } G_6 \leq 50\%; \\ 50\%, & \text{если } G_6 > 50\%; \end{cases} \quad (2.3.18)$$

$$W_6 = \begin{cases} a_6 \cdot Q_6, & \text{если } Q_6 \leq b_3 \\ a_7 \cdot b_3 + a_9 \cdot (Q_6 - b_3), & \text{если } b_3 < Q_6 \leq 100; \end{cases} \quad (2.3.19)$$

$$Sat_6 = \begin{cases} z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_7 \cdot Q_6} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - y_2 \cdot 100, & \text{если } Q_6 \leq b_3; G_6 > 50\%; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_7 \cdot Q_6} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - \left(1 - \frac{50}{y_1} \right) \cdot 100, & \\ \text{если } Q_6 \leq b_3; G_6 \leq 50\%; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_7 \cdot b_3 + a_9 \cdot (Q_6 - b_3)} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - y_2 \cdot 100, & \\ \text{если } b_3 < Q_6 \leq 100; G_6 > 50\%; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a_1}{a_7 \cdot b_3 + a_9 \cdot (Q_6 - b_3)} - 1 \right) + 100 \cdot x_2 - \left(1 - \frac{50}{y_1} \right) \cdot 100, & \\ \text{если } b_3 < Q_6 \leq 100; G_6 \leq 50\%. \end{cases} \quad (2.3.20)$$

2.3.3. Параметры законов распределения

Переменные x_1 , x_2 , y_1 , y_2 , z могут быть распределены в соответствии со следующими видами: Хи-квадрат распределение, Гамма распределение, Экспоненциальное распределение, Нормальное распределение. Параметры генерации случайных величин выбраны исходя из экономической логики. А именно, значения не должны быть отрицательными, следовательно дисперсия, среднее значение и прочие параметры выбраны соответствующим образом. Характеристика распределений представлены в Таблице 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3, 2.3.4.

Таблица 2.3.1 – характеристика нормального распределения

Виды распределений	Количество случайных реализаций	Генерируемый диапазон	Среднее значение	σ (стандартное отклонение)
Нормальное для x_1	100	50...100	75	9
Нормальное для x_2	100	0...1	0,5	0,15
Нормальное для y_1	100	50...100	75	9
Нормальное для y_2	100	0...1	0,5	0,15
Нормальное для z	100	1...100	50	15

Таблица - 2.3.2 – характеристика экспоненциального распределения

Виды распределений	Количество случайных реализаций	Генерируемый диапазон	λ
Экспоненциальное для x_1	100	50...100	0,015
Экспоненциальное для x_2	100	0...1	0,00015
Экспоненциальное для y_1	100	50...100	0,015
Экспоненциальное для y_2	100	0...1	0,00015
Экспоненциальное для z	100	1...100	0,015

Таблица – 2.3.3 Характеристика Хи -квадрат распределения

Виды распределений	Количество случайных реализаций	Генерируемый диапазон	Среднее значение	σ (стандартное отклонение)
Хи-квадрат для x_1	100	50...100	70	20
Хи-квадрат для x_2	100	0...1	0,65	0,2
Хи-квадрат для y_1	100	50...100	70	20
Хи-квадрат для y_2	100	0...1	0,65	0,20
Хи-квадрат для z	100	1...100	65	20

Таблица – 2.3.4 Характеристика Гамма-распределения

Виды распределений	Количество случайных реализаций	Генерируемый диапазон	Среднее значение	σ (стандартное отклонение)
Гамма для x_1	100	50...100	75	14
Гамма для x_2	100	0...1	0,5	0,14
Гамма для y_1	100	50...100	75	14
Гамма для y_2	100	0...1	0,5	0,14
Гамма для z	100	1...100	50	14

2.3.4. Характеристики математической модели СОТ

Для наглядного описания математической модели воспользуемся «прозрачным ящиком» см. рисунок 2.3.1.

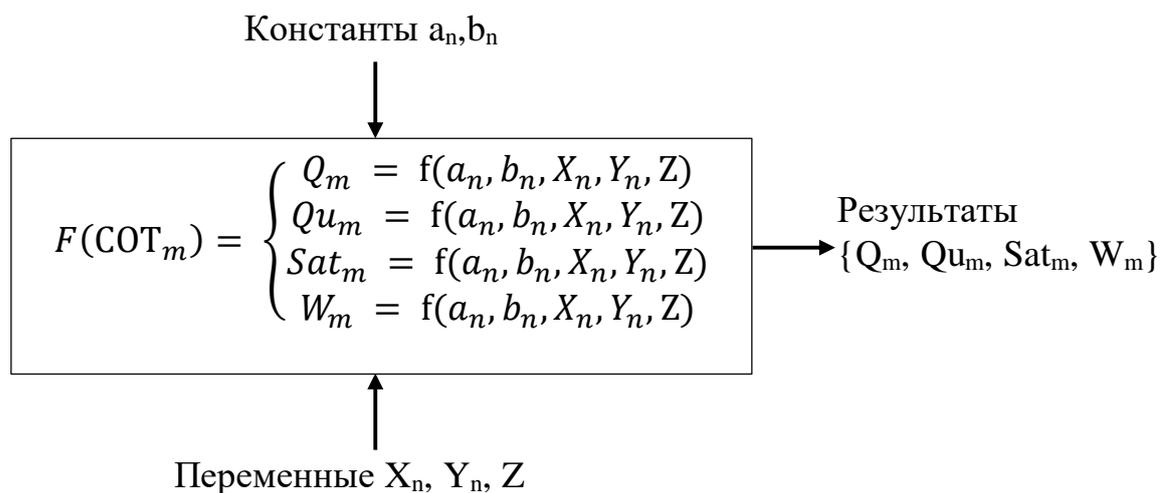


Рис. 2.3.1 – Математическая модель COT

Основные параметры модели можно описать следующим образом:

1. Имеется набор констант a_n и b_n , каждая из которых имеет \min и \max значения.
2. Имеется набор переменных X_n, Y_n, Z каждая из которых принимает случайное значение в заданном диапазоне для каждой переменной.
3. Случайные значения переменных распределены по 4 законам распределения: Хи-квадрат распределение, Гамма распределение, Экспоненциальное распределение, Нормальное распределение, характеристики которых представлены в таблицах 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4.
4. Имеется набор функций $F(\text{COT}_m)$, где каждая m -ая функция представляет собой набор алгебраических выражений для вычисления результатов: $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$. Все эти функции представлены в виде формул (2.3.1) – (2.3.20).
5. Имея значения констант и значения переменных, воспользовавшись наборами формул $F(\text{COT}_m)$, возможно получить значения результатов $\{Q, Qu, Sat, W\}$ по каждой m -ой COT.

Таким образом, имеется математическая связь между «входами» и «выходами» данной системы. На основе математической модели имеется возможность подтвердить или опровергнуть утверждения, изложенные в п.2.2.

2.4. Проверка корректности модели

Согласно специальной литературе, проверка корректности математической модели – один из самых главных этапов её построения [123, 125]. Для того, чтобы убедиться в корректности, требуется, чтобы модель прошла проверку [125]:

1. Контроль размерностей;
2. Контроль порядков;
3. Контроль характера зависимостей;
4. Контроль экстремальных ситуаций;
5. Контроль граничных условий;
6. Контроль математической замкнутости;

Контроль размерностей. Задача состоит в том, чтобы убедиться, что все величины, использованные в модели, соответствуют общепринятой системе и применяются ко всем параметрам. Всего в модели применяются 4 типа величин: величины, обозначающие денежные единицы – рубли (например W), величины, обозначающие единицы продукции – штуки (например b_1 и b_3), величины, обозначающие качественные параметры – в процентах (например z , b_2), величины, означающие повышающие-понижающие коэффициенты – в единицах (например x_2 , y_2). Итого, в модели используются рубли, штуки, проценты, единицы для коэффициентов. Можно утверждать, что данные размерности применены правильно и присвоены каждому элементу модели.

Контроль порядков. Для математических моделей требуется проверка порядков величин, в частности исключения из модели малозначимых. Каждая величина своего порядка в модели, как следует из набора функций (2.3.1) – (2.3.20), не складывается с величинами других порядков, а лишь умножается. Таким образом, можно утверждать, что в модели не может быть ситуаций, при которых складываются или вычитаются величины разных порядков.

Контроль характера зависимостей. Данный тип контроля предполагает изучение соответствия экономического и логического смысла «входных» значений модели с «выходными» значениям модели. Произведем данный анализ

на примере рисунка 2.3.1, а также описания модели из параграфа 2.3. «Входами» для модели являются константы и переменные, которые представляют собой тарифы, различные нормы в штуках, относительные показатели, измеряемые в процентах и повышающие/понижающие коэффициенты. Данные «входы» являются аргументами в функциях типа $y = f(x_n)$, при расчётах результатов СОТ, таких как $\{Q_n, Qu_n, W_n, Sat_n\}$. Получение W_n осуществляется по общепринятым формулам расчёта $СОТ_m$. Получение Q_n осуществляется путем повышения или понижения Q_1 в зависимости от общепринятой экономической логики каждой $СОТ_m$. Аналогичная ситуация с показателем Qu_n . Наиболее «сложная» связь образуется между «входами» и показателем Sat_n , так как прямого доказанного подтверждения как изменяется Sat в зависимости от «входов» не существует. Однако, мы считаем, что концепция «экономического человека», изложенная в параграфе 2.2.1. является обоснованной и достаточной, чтобы сделать математическую привязку «входов» к Sat_n . Таким образом, можно утверждать, что контроль характера зависимостей для данной математической модели пройден.

Контроль экстремальных ситуаций. Данный тип контроля предполагает изучение модели на предмет её поведения, когда параметры модели достигают максимальных значений. Исходя из экономической логики и природы самих формул расчёта СОТ, экстремальные значения параметров модели никак не влияют на результаты вычислений, так как результирующие показатели имеют ограничения. Кроме того, для моделирования предлагается брать именно минимальные и максимальные значения констант.

Контроль граничных условий. Математическая модель должна иметь граничные условия и они наложены в формулах расчета $СОТ_m$ с (2.3.1) – (2.3.20). Практически каждое уравнение результирующего показателя имеет 2 решения. Одно «стандартное», когда ответ не выходит за граничные условия и второе – верхняя планка граничного условия. Все эти ограничения наложены и используются в процессе получения значений результирующих показателей.

Контроль математической замкнутости. Описанные алгебраические выражения с (5) по (24) являются достаточно простыми, они имеют переменные и

константы, нацелены на получение конкретных результирующих показателей $\{Q_m, Qu_m, W_m, Sat_m\}$. Решение каждого уравнения, при заданных константах и переменных является единственным и однозначным. Таким образом, модель обладает свойством математической замкнутости.

2.5. Методы решения задачи

Задачу по моделированию СОТ можно решить несколькими способами, представленными в таблице 2.5.1.

Таблица 2.5.1 – Моделирование СОТ

№	Решение	Суть
1	На основе статистических данных	Осуществление сбора статистики по разным предприятиям об их СОТ и результатах их функционирования, исходя из этого строить вероятностные прогнозы
2	На основе статистических моделей	Выявить аналитическим путём распределения вероятностей появления результатов СОТ
3	На основе имитационного моделирования	Построить имитационную модель СОТ на предприятии, получить сгенерированные результаты и осуществить их анализ

Решение на основе статистических данных. Оценить СОТ, с помощью реальных статистических данных невозможно, по причине их отсутствия. Речь идёт о слишком сложной статистике, например, чтобы точно утверждать, что сделочно-премиальная СОТ в чем-то лучше повременно-премиальной СОТ в части мотивации на выработку, необходимо иметь данные о ежемесячной выработке на различных предприятиях с разным составом работников до и после внедрения всех типов СОТ.

В связи с этим, мы полагаем, что реальными решениями задачи являются № 2 и № 3 таблицы 2.5.1. Частично моделирование систем оплаты труда уже поднималось в разделе 1.5, где были приведены работы в этой области. Дополним этот ряд еще несколькими исследованиями А.А. Мицеля, Н.Е. Егоровой, J.M. Duran и других авторов в области построения статистических моделей, имитационного моделирования экономических объектов, деятельности предприятий и систем оплаты труда [124, 138, 139, 142, 143, 144, 145]. Также в периодических изданиях были рассмотрены схожие по задачам работы по

эконометрическому прогнозированию, «Разработка распределенной лингвистической системы поддержки принятия решений» и «Численные методы и регрессионный анализ в прогнозировании экономических показателей» [146, 147, 148].

2.5.1. Метод на основе статистических моделей

В рамках данного раздела приведем пример по получению статистической модели. Полный подробный вывод всех представленных ниже формул приведен в приложении А. В данном разделе в качестве примера представлены результаты вычислений и выводы статистической модели по каждому показателю сдельно-премиальной СОТ с премией за качество. Условные обозначения и формулы расчёта результирующих показателей подробно описаны в разделе построения математической модели 2.3.1. и 2.3.2. Также эту информацию можно найти в приложении А.

Пусть случайные величины x_1, x_2, y_1, y_2, z заданы своими плотностями распределения $f_{x_1}(x_1), f_{x_2}(x_2), f_{y_1}(y_1), f_z(z)$. Случайные переменные x_1, x_2, y_1, y_2, z изменяются в диапазонах: $a \leq x_1 \leq b, s_1 \leq x_2 \leq s_2, c \leq y_1 \leq d, s_1 \leq y_2 \leq s_2, g \leq z \leq h$.

Здесь $a = 50, b = 100; c = 50, d = 100; g = 1, h = 100, s_1 = 0, s_2 = 1$.

В качестве плотностей $f_{x_1}(x_1), f_{x_2}(x_2), f_{y_1}(y_1), f_z(z)$ используем усеченное нормальное распределение.

2.5.1.1. Статистическая модель выработки при сдельно-премиальной СОТ

Рассмотрим случайную величину Q_4 (выражает выработку при сдельно-премиальной СОТ, в у.е.). Обозначим Q_4 через v .

Для плотности вероятностей случайной величины выработки $v = Q_4$ получим следующее выражение (см. приложение А):

$$f(v) = Cv \cdot \int_1^{v/a} f_{x_2}(q-1) f_{x_1}(v/q) \frac{dq}{q}, a \leq v \leq b \quad (2.5.1)$$

$$Cv = \frac{1}{\int_a^b \left(\int_1^{v/a} f_{x2}(q-1) f_{x1}(v/q) \frac{dq}{q} \right) dv} - \text{константа нормировки} \quad (2.5.2)$$

Пример. Пусть случайные величины x_1 и x_2 распределены нормально с параметрами ($m_{x1} = 85, \sigma_{x1} = 5; m_{x2} = 0,5, \sigma_{x2} = 0,2$).

График плотности вероятностей случайной величины $v = Q4$ имеет вид (см. рисунок 2.5.1)

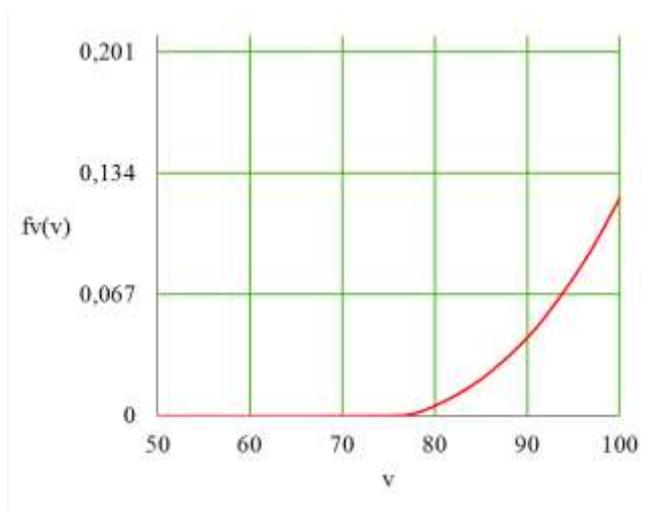


Рис. 2.5.1 – График плотности вероятностей случайной величины $Q4$

Характеристики случайной величины $v = Q4$

$$vm = \int_a^b v \cdot fv(v) dv \quad (2.5.3)$$

$$v2 = \int_a^b v^2 \cdot fv(v) dv \quad (2.5.4)$$

$$\sigma v = \sqrt{v2 - vm^2} \quad (2.5.5)$$

$$vm = 94$$

$$\sigma v = 5$$

Величину $Pv(x) = 1 - \int_a^x fx(x) dx$ можно использовать как меру эффективности труда (получения желаемой выработки).

На следующем рисунке приведен график вероятности успешного достижения заданного уровня выработки. Вероятность $P(v > X)$, $Pv(x) = 1 - \int_a^x fv(v) dv$, см. рисунок 2.5.2.

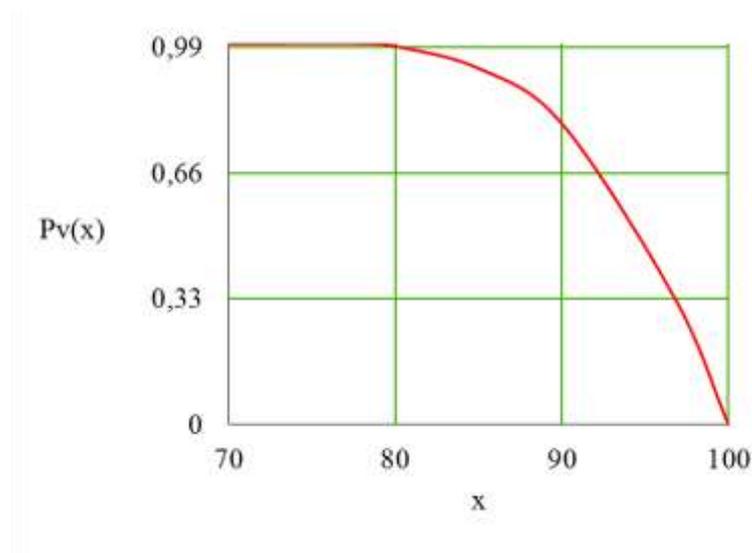


Рис. 2.5.2 – График вероятности достижения заданного уровня выработки

Как видно из графика, вероятность добиться планки максимальной производительности в 100 у.е. стремится к нулю. У представленной кривой также есть интересное свойство, а именно, что вероятность достичь выработки от 90 до 100 у.е. резко снижается. Напротив, добиться результатов от 70 до 80 у.е. стремится к 0,99 и начинает плавно снижаться в промежутке выработки от 80 до 90 у.е.

График косвенно демонстрирует логичное поведение работников производства. Сдельная ставка резко повышает производительность. Практически каждый трудовой коллектив может увеличить свою производительность. Далее вероятность достичь планки 80-90 у.е. плавно снижается, так как количество коллективов, которые способны увеличить свою выработку снижается. На самом же трудном участке (90-100 у.е.), количество работников, способных поддерживать высокую выработку резко снижается. Таким образом, приближаясь к максимуму выработки, остаются «звездные» коллективы. Поэтому вероятность того, что на конкретном рассматриваемом предприятии работает именно такой коллектив стремится к нулю.

2.5.1.2. Статистическая модель качества при сдельно-премиальной СОР

Теперь рассмотрим случайную величину $G4$ (выражает качество при сдельно-премиальной СОР). Обозначим $G4$ через y . Для плотности $f_y(y)$ можно получить следующее выражение (см. приложение А):

$$f_y(y) = C y \cdot \int_{q_1}^{y/c} f_{y2}(q-1) f_{y1}(y/q) \frac{dq}{q}, \quad (2.5.6)$$

$$C y = \frac{1}{\int_c^{b2} \left(\int_{q_1}^{y/c} f_{y2}(q-1) f_{y1}(y/q) \frac{dq}{q} \right) dy} \quad (2.5.7)$$

Пример. Пусть случайные величины y_1 и y_2 распределены нормально с параметрами ($m_{y1} = 85, \sigma_{y1} = 5$; $m_{y2} = 0,5, \sigma_{y2} = 0,2$). Зададим $b2 = 80$. График плотности вероятностей случайной величины $y = G4$ имеет вид (см. рис. 2.5.3).

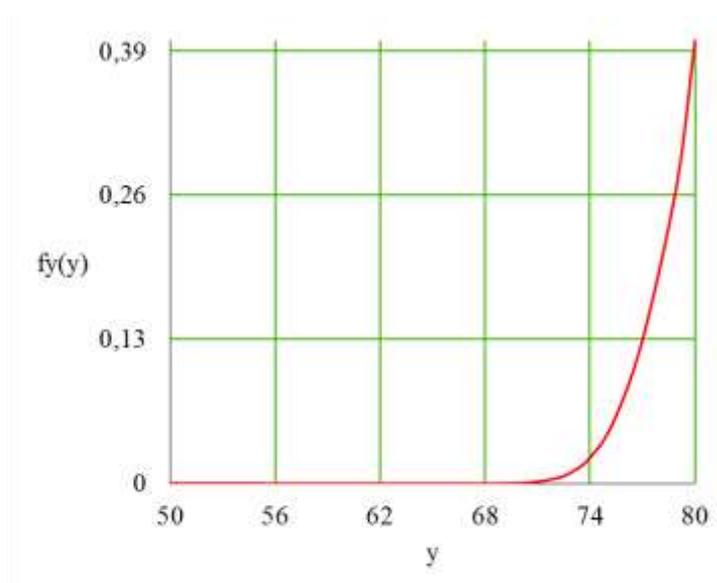


Рис. 2.5.3 – График плотности вероятностей случайной величины $G4$

Характеристика случайной величины $y=G4$

$$vm = \int_c^{b2} y \cdot f_y(y) dy \quad (2.5.8)$$

$$v2 = \int_c^{b2} y^2 \cdot f_y(y) dy \quad (2.5.9)$$

$$\sigma_y = \sqrt{v2 - vm^2} \quad (2.5.10)$$

$$vm = 78\%$$

$$\sigma_y = 2\%$$

$Pv(x) = 1 - \int_c^x f_y(y)dy$, график представлен на рисунке 2.5.4

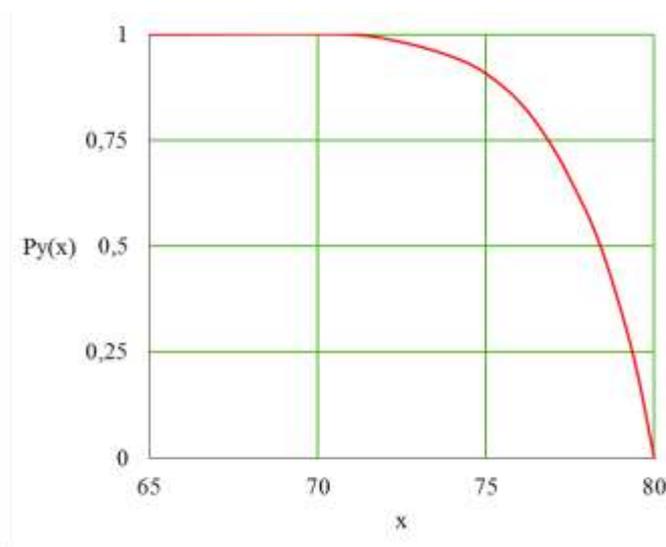


Рис. 2.5.4 - График вероятности достижения заданного уровня качества

Аналогично выработке график вероятности достижения максимального качества имеет выпуклую форму. Также имеются три важных участка: первый - 65-70%, где вероятность достижения данного уровня качества стремится к 1, второй - 70-75%, где наблюдается постепенное снижение значений функции вероятности, третий - 75-80%, где мы видим резкое падение вероятности, вплоть до нулевой отметки.

Однако, есть два основных отличия от графика выработки. Во-первых, график на рис. 2.5.4 имеет более пологий вид на участке 70-75%. Во-вторых, предельное значение качества лишь 80%, в отличие от выработки (100 у.е.). Чтобы объяснить эти свойства, нужно обратить внимание на то, как выдается премия за достижение качества - показатель b_2 , который можно задать от 70 до 80%. То есть, работник получает премию при достижении планки b_2 . Теперь разберем каждый участок графика подробнее.

Участок 65–70%. – уровень качества, который достигнет 100% трудовых коллективов, так как он не является труднодостижимым, а премия является существенной. Участок 70–75%, вероятность достижения работниками данного

уровня качества в обмен на премию находится от 0,9 до 1. Это объясняется тем, что этот уровень качества с одной стороны не является слишком высоким, с другой стороны премия является существенной. На третьем участке 75–80% функция резко падает вниз. Это связано с тем, что 80% качества являются более труднодостижимым уровнем, следовательно немногие трудовые коллективы, при одновременно существующей сдельной части за выработку, смогут достичь такого уровня, а значит и вероятность будет стремиться к нулю.

Объяснение же предела функции в 80% состоит в том, что работники абсолютно не заинтересованы производить более качественную продукцию, свыше того уровня за который им выдадут премию.

Итоговый вывод: чем выше ЛПП ставит планку качества, с которой будет выплачена премия, тем меньше вероятность того, что работники будут её достигать. Этот простой тезис имеет экономическую логику и здравый смысл, а также подтверждается математически.

Расчет характеристик случайной величины $y = G4$

Здесь мы имеем два несовместных события – случай 1 ($c \leq y1 \leq b2$) и случай 2 ($b2 \leq y1 \leq d$). Вероятности наступления первого и второго событий равна:

$$P1 = \int_c^{b2} f_{y1}(y)dy, P2 = 1 - P1 \quad (2.5.11)$$

Тогда среднее значение случайной величины $y = G4$ равно:

$$mG = P1 \cdot \int_c^{b2} y \cdot f_{y1}(y)dy + P2 \cdot b2 \quad (2.5.12)$$

Стандартное отклонение равно:

$$\sigma G = \sqrt{\left(\int_c^{b2} y^2 \cdot f_{y1}(y)dy - \left(\int_c^{b2} y \cdot f_{y1}(y)dy\right)^2\right)} \quad (2.5.13)$$

Результаты расчета характеристик случайной величины $y = G4$ для исходных данных, приведенных в примере 2, следующие: $P1 = 0,159$; $P2 = 0,841$; $mG = 80\%$; $\sigma G = 2\%$

2.5.1.3. Статистическая модель фонда оплаты труда при сдельно-премиальной СОР

Обозначим переменную W_4 за W . Ранее мы вводили обозначение $y = G_4$ и получили плотность $f_y(y)$. Здесь мы имеем два несовместных события – случай 1 ($c \leq y \leq b_2$) и случай 2 ($b_2 \leq y \leq d$). Для вычисления вероятностей, необходимо перенормировать плотность $f_y(y)$. Итого, Вероятности наступления первого и второго событий после перенормировки равна:

$$P_1 = \int_c^{b_2} f_1y(y)dy, P_2 = 1 - P_1 \quad (2.5.14)$$

Тогда среднее значение случайной величины $W = W_4$ равно

$$W = P_1 \cdot (a_4 \cdot b_2) + P_2 \cdot (a_4 \cdot b_2 + a_5) \quad (2.5.15)$$

$$\sigma W = \sqrt{P_1 \cdot (a_4 \cdot b_2)^2 + P_2 \cdot (a_4 \cdot b_2 + a_5)^2 - (mW)^2} \quad (2.5.16)$$

Пример. Пусть $a_4 = 110, a_5 = 2000, b_2 = 80$. Тогда получим следующие результаты. $P_1 = 0,012; P_2 = 0,988; mW = 10780; \sigma W = 221$.

2.5.1.4. Статистическая модель удовлетворенности трудом работников при сдельно-премиальной СОР

Перейдем к случайной величине **Sat4** (удовлетворенность трудом при сдельно-премиальной СОР). Обозначим её за r .

Случай 1 $y_1 \leq b_2$. Плотность вероятностей равна (см. приложение А):

$$r = z + 100 \cdot \left(\frac{a_4 \cdot b_2}{a_1} - 1 \right) - 100 \cdot x_2 - y_2 \cdot 100, r_1 \leq r \leq r_2; \quad (2.5.17)$$

$$s_1 \leq x_2 \leq s_2; s_1 \leq y_2 \leq s_2; h \leq z \leq g; r_1 = 1, r_2 = 100. \quad (2.5.18)$$

Введем следующие обозначения

$$M = 100 \cdot \left(\frac{a_4 \cdot b_2}{a_1} - 1 \right); x = 100 \cdot x_2 \text{ с плотностью } f_x(x) = f_{x_2}(x/100) \frac{1}{100}; y =$$

$$100 \cdot y_2 \text{ с плотностью } f_y(y) = f_{y_2}(y/100) \frac{1}{100}; q = x + y \text{ с плотностью}$$

$$f_q(q) = \begin{cases} \int_0^q f_x(x) f_y(q-x) dx, & 0 \leq q \leq 100, \\ \int_{q-100}^{100} f_x(x) f_y(q-x) dx, & 100 \leq q \leq 200 \end{cases}; \quad (2.5.19)$$

$$t = M - q \text{ с плотностью } f_t(t) = f_q(M - t)$$

Для случайной величины $r = z + t$ для ситуации $y_1 \leq b_2$ плотность вероятностей равна

$$f_{rr1}(r) = Cr \cdot \int_{r-M}^h f_t(r-z) \cdot f_z(z) dz, g + M \leq r \leq h + M; \quad (2.5.20)$$

$$Cr = \frac{1}{\int_g^{h+M} \left(\int_{r-M}^h f_t(r-z) \cdot f_z(z) dz \right) dr}. \quad (2.5.21)$$

График плотности вероятностей случайной величины $r = Sat4$ для этого случая имеет вид (см. рисунок 2.5.5)

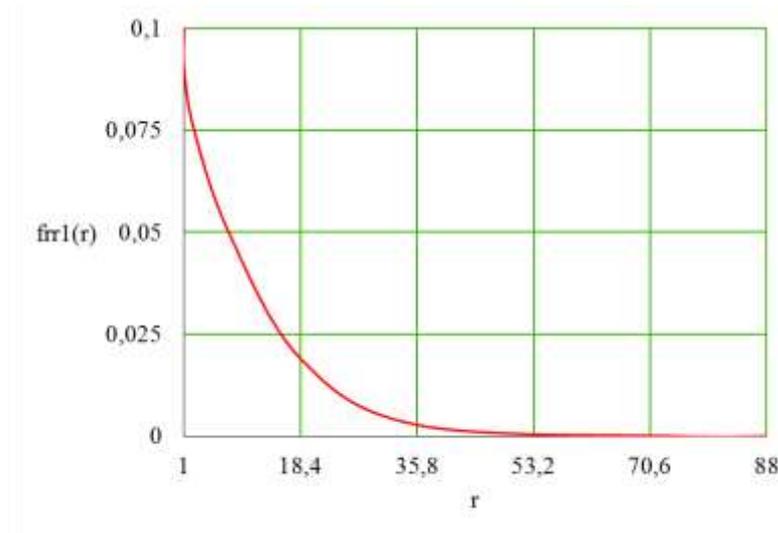


Рис. 2.5.5 - График плотности вероятностей случайной величины $Sat4$ (случай 1)

Случай 2 $y_1 > b_2$ более сложный и потребовал ввода дополнительных случайных величин для описания плотностей вероятностей. В этом разделе представлен итоговый результат вычислений. Для расшифровки и подробного вывода формул следует обратиться к приложению А. Плотности вероятностей случайной величины $r = Sat4$ (см. приложение А):

$$r = z + 100 \cdot \left(\frac{a^4 \cdot b_2 + a^5}{a_1} - 1 \right) - 100 \cdot x_2 - \left(\frac{b_2}{y_1} - 1 \right) \cdot 100, \text{ если } y_1 > b_2, \quad (2.5.22)$$

$$r_1 \leq r \leq r_2; g \leq z \leq h; s_1 \leq x_2 \leq s_2; c \leq y_1 \leq d. \quad (2.5.23)$$

Рассмотрим случайную величину $u = \left(\frac{b_2}{y_1} - 1 \right) \cdot 100$, $b_2 \leq y_1 = 100$. Плотность равна

$$f_{u1}(u) = f_{y1} \left(\frac{b_2}{1+u/100} \right) \cdot \left| -\frac{b_2}{(1+u/100)^2} \right| \cdot \frac{1}{100}, \left(\frac{b_2}{d} - 1 \right) \cdot 100 \leq u \leq 0. \quad (2.5.24)$$

Выполним нормировку:

$$Cu = \frac{1}{\int_{b_2}^d fu_1(u)du}, fu(u) = Cu \cdot fu_1(u). \quad (2.5.25)$$

Далее введем величину $o = x + u$ с плотностью

$$fo_1(o) = \begin{cases} \int_0^{o-u_1} fx(x)fu(o-x)dx, & u_1 \leq o \leq 0, \\ \int_0^{o-u_1} fx(x)fu(o-x)dx, & 0 \leq o \leq 100 + u_1, \\ \int_0^{100} fx(x)fu(o-x)dx, & 100 + u_1 \leq o \leq 100 \end{cases} \quad (2.5.26)$$

Здесь $u_1 = 100 \cdot \left(\frac{b_2}{c} - 1\right)$, $u_2 = 100 \cdot \left(\frac{b_2}{b_2} - 1\right) = 0$. Обозначим $M_2 = 100 \cdot \left(\frac{a_4 \cdot b_2 + a_5}{a_1} - 1\right)$ и введем величину

$w = M_2 - o$ с плотностью $fw(w) = fo(M_2 - w)$

Для случайной величины $r = z + w$ получим плотность вероятностей

$$frr_2(r) = \begin{cases} Cr \cdot fr_1(r), & g \leq r \leq g + w_2; \\ Cr \cdot fr_2(t), & g + w_2 \leq r \leq h + w_1; \\ Cr \cdot fr_3(r), & h + w_1 \leq r \leq h. \end{cases} \quad (2.5.27)$$

$$Cr = \frac{1}{\int_g^{g+w_2} fr_1(r)dr + \int_{g+w_2}^{h+w_1} fr_2(r)dr + \int_{h+w_1}^h fr_3(r)dr}; \quad (2.5.28)$$

$$fr_1(r) = \int_g^{r-w_1} fz(z)fw(r-z)dz, g + w_1 \leq r \leq g + w_2; \quad (2.5.29)$$

$$fr_2(t) = \int_{r-w_2}^{r-w_1} fz(z)fw(r-z)dz, g + w_2 \leq r \leq h + w_1; \quad (2.5.30)$$

$$fr_3(r) = \int_{r-w_2}^h fz(z)fw(r-z)dz, h + w_1 \leq r \leq h + w_2. \quad (2.5.31)$$

$$w_1 = M_2 - o_2, w_2 = M_2 - o_1$$

График плотности вероятностей случайной величины $r = Sat_4$ для случая $y_1 > b_2$ имеет вид (см. рисунок 2.5.6)

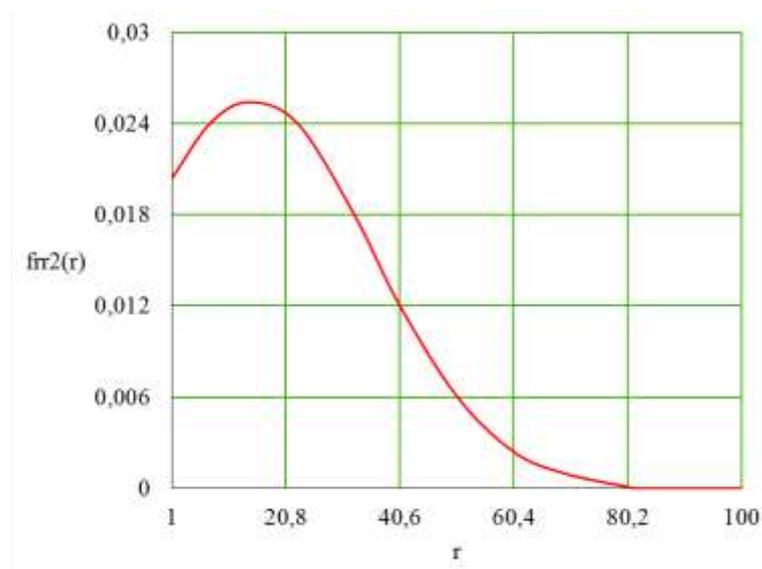


Рис. 2.5.6 – График плотности вероятностей случайной величины *Sat4* (случай 2)

Расчет характеристик случайной величины $r = \text{Sat4}$

Имеется два несовместных события – случай 1 ($c \leq y_1 \leq b_2$) и случай 2 ($b_2 \leq y_1 \leq d$). Вероятности наступления первого и второго событий равна:

$$P1 = \int_c^{b_2} f_{y1}(y) dy, P2 = 1 - P1 \quad (2.5.32)$$

Тогда среднее значение случайной величины $r = \text{Sat4}$ равно:

$$mS = P1 \cdot \int_g^h r \cdot f_{rr1}(r) dr + P2 \cdot \int_g^h r \cdot f_{rr2}(r) dr \quad (2.5.33)$$

Вычислим стандартное отклонение случайной величины $r = \text{Sat4}$.

$$S2 = P1 \cdot \int_g^h r^2 \cdot f_{rr1}(r) dr + P2 \cdot \int_g^h r^2 \cdot f_{rr2}(r) dr \quad (2.5.34)$$

$$\sigma S = \sqrt{S2 - mS^2} \quad (2.5.35)$$

Пример. Пусть $a4 = 110, a5 = 2000, b2 = 80$. Тогда получим следующие результаты. $P1 = 0,159; P2 = 0,841; mS = 22\%; \sigma S = 15\%$.

2.5.1.5. Применение статистической модели в модуле обработки данных СППР

Полученные модели плотности вероятности можно использовать в модуле обработки данных. Происходит это по следующему алгоритму:

1. Пользователь определяет, какие значения показателей он хотел бы получить $\{Q, G, Sat, W\}$;
2. Пользователь задает в % уровень риска, который он готов принять в случае, если его УР (управленческое решение) относительно СОР не сработает;
3. Вычислительный модуль рассчитывает статистические характеристики параметров СОР.
4. Выводится результат для принятия УР.

Например, пользователь желает в случае смены СОР с повременной на сдельно-премиальную достичь величины выработки $Q4$ (выработка при сдельно-премиальной СОР) значения не менее 95 у.е. Согласно полученной плотности вероятности, вероятность этого события составит:

$$P(Q4 \geq 95) = 1 - \int_{50}^{95} f(Q4)dQ4 = 17\% \quad (2.5.36)$$

Таким образом, мы имеем информацию для УР. Готов ли менеджер сменить СОР ради получения высокого результата выработки с вероятностью 17%.

Аналогично происходит расчет и других показателей. Например, если мы хотим получить уровень качества не ниже 75%, это произойдет с вероятностью 0,9.

Разумеется, модуль обработки данных СППР работает несколько сложнее. Хотя бы потому, что в нём функционирует не одна, а несколько статистических моделей по разным СОР. В этом модуле уже происходит их сравнение. В итоге, УР сводятся к тому, чтобы пользователь совершил взвешенный выбор между желаемыми показателями и вероятностью их реализации.

2.5.2. Метод на основе имитационного моделирования

Предлагаем также к рассмотрению метод имитационного моделирования. Оценить функциональные связи между качеством продукции, выработкой, удовлетворенностью трудом, затратами на персонал и системами оплаты труда на

основе данных полученных методом Монте-Карло. Суть метода строится на следующих положениях:

1. Определяются какие переменные нужно смоделировать;
2. Определяются расчетные показатели, которые зависят от ранее заданных переменных;
3. Вводится модель расчета этих показателей;
4. Генерируются случайные значения переменных;
5. Проводится достаточное количество экспериментов, то есть генераций данных, для статистического и математического анализа.

Метод Монте-Карло позволяет моделировать любой процесс, на протекание которого влияют случайные факторы [140, 141, 149]. Также метод является универсальным для решения математических задач [149].

Применимость в данном случае метода Монте-Карло может быть обоснована простой логикой. Количество произведенной продукции за случайно взятый месяц на некоем случайно взятом предприятии является величиной случайной, так как зависит от множества случайных факторов. Например, от природно-климатических условий, состояния оборудования, слаженности работы в коллективе, логистических цепочек и т.д. То же самое относится и к остальным задачам. Соответственно, возможно генерировать значения нужных параметров на основе случайности.

На рисунке 2.5.7 представлен алгоритм, по которому будет происходить моделирование. В нём присутствуют 3 компонента. Во-первых, матрицы с заранее сгенерированными значениями переменных по разным законам распределения. Во-вторых, матрицы с пред заданными константами. В-третьих, формулы расчёта результирующих показателей (по разным СОТ). Алгоритм представляет собой 3 вложенных друг в друга цикла. Большой цикл «перебирает все вариации констант». Вложенный в него цикл «перебирает» все вариации переменных». И малый цикл просчитывает результаты 100 реализаций на каждую комбинацию переменных. Как итог моделирования будет получен массив данных о поведении результирующих показателей в зависимости от разных законов распределения и

разных значений заданных констант. Таким образом, на основе этих данных можно будет сделать выводы и подтвердить или опровергнуть ранее обозначенные утверждения. Программа написана на языке Python.

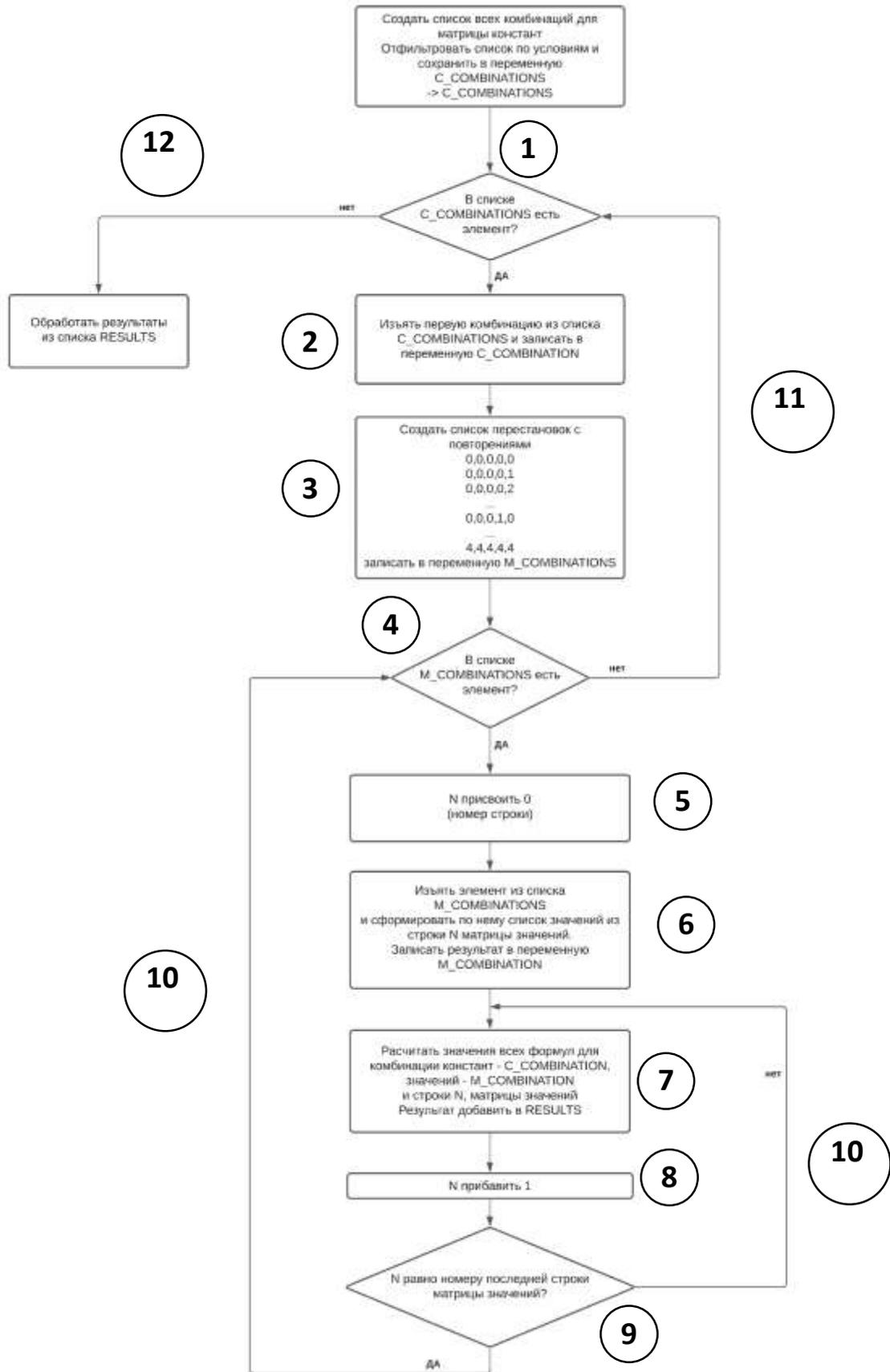


Рис. 2.5.7 – Алгоритм получения результатов COT по разным комбинациям констант и переменных

Опишем алгоритм подробнее:

Оператор 1: Имеется матрица констант размерностью i, j , где $i = 2$ (значения \max и \min), $j = 12$ (перечисление констант) см. Приложение В. Оператор создает матрицу со всеми комбинациями констант: $2^{12} = 4096$ («C_combinations»). Далее применяются ограничения, описанные в разделе констант. Получается лишь 128 возможных комбинаций констант. Алгоритм выполняется до тех пор, пока не будет исчерпана матрица комбинаций констант.

Оператор 2: Оператор изымает первую комбинацию из матрицы комбинаций констант;

Оператор 3: Имеется матрица переменных размерностью i, j , где $i = 20$ (случайное значение каждой переменной по разным видам распределений), $j = 100$ (каждая строка – следующее значение каждой переменной по разным видам распределений) см. Приложение В. Оператор создает матрицу $4^5 = 1024$ комбинаций из индексов переменных («M_combinations»). Размерность матрицы $i=5$ (каждый столбец = каждая переменная), $j = 1024$ (комбинации значений переменных);

Оператор 4: Оператор проверяет есть ли комбинации в матрице переменных;

Оператор 6: Оператор изымает первый элемент из матрицы комбинаций переменных («M_combinations»). Согласно индексам изъятой комбинации формирует матрицу значений переменных по заданной комбинации из данных матрицы;

Оператор 7, 8, 9, 10: Оператор подставляет значения переменных из матрицы в $F(COT_m)$ и получает $\{Q_m, Qu_m, W_m, Sat_m\}$. Цикл повторяется, пока не будут посчитаны все значения по 100 строкам;

Оператор 10: Оператор возвращается на более крупный цикл, чтобы взять следующую комбинацию переменных. Данный цикл повторяется пока не будут пересчитаны все 1024 комбинации;

Оператор 11: Оператор возвращается на большой цикл, чтобы изъять следующую комбинацию констант;

Оператор 12: Как только «пересчитаны» все комбинации констант, оператор завершает моделирование создавая матрицу с результатами $\{Q_m, Qu_m, W_m, Sat_m\}$ размерностью $i = 4$ (каждая колонка – результат вычислений), $j = 13107200$ (результат 100 вычислений по $1024*128$ комбинаций). В итоге, эти данные можно обработать и подвести статистику результатов.

2.6. Проверка адекватности модели

Проверка адекватности математической модели состоит в оценке результатов, которые можно получить, используя модель [125, 123]. А именно соответствие результатов и выводов здравому, экономическому, техническому и иному смыслу. Результаты должны соответствовать объекту исследования и согласоваться с его свойствами. На данном этапе, мы не можем оценить адекватность модели в полной мере. Однако, это будет возможно в Главе 3, после проведения имитационного моделирования и интерпретации результатов.

2.7. Перспективы «обогащения» модели посредством Big data

Любая модель является системой, отражающей или повторяющей свойства изучаемой системы. Как отмечалось в Главе 1, для приближения математической модели СОТ к реально функционирующим СОТ, в будущем незаменимыми окажется использование Больших данных. Рассмотрим подробнее аспекты «обогащения» математической модели данными big data.

Во-первых, путём анализа профилей социальных сетей миллионов работников с тысяч предприятий, может быть получена информация об удовлетворенности трудом. Продолжая анализ, можно установить уровень удовлетворенности трудом при конкретной СОТ. Ещё более ценной будет информация о динамике удовлетворенности трудом при смене СОТ. Таким образом принципы изменения показателей Sat будут опираться на эмпирические данные.

Во-вторых, данные о разнообразии СОТ на предприятиях зададут вектор развития СППР в области СОТ. А именно будет понятен масштаб функционирования повременной СОТ и спектр наиболее востребованных и распространенных прочих СОТ.

В-третьих, в математической модели для имитационного моделирования значения диапазонов констант a_n и b_n заданы исходя из экономической логики. Хотя стоит отметить, что итоговые выводы не изменятся, точность расчётов значительно вырастет. Например, это может быть информация об относительном размере шага тарифной ставки при сдельно-прогрессивной СОТ (соотношение a_6 и a_8). Текущая модель учитывает лишь то, что a_6 (шаг 1) точно больше a_8 (шаг 2).

В-четвертых, при помощи Больших данных может быть выявлен масштаб улучшения или ухудшения качества продукции. Для этой цели может быть применено 2 способа. Первый, массовый автоматический анализ отзывов о качестве продукции. За последние годы системы оценок и рейтингов от потребителей, особенно на маркетплейсах типа Ozon, Yandex market, wildberries сделали значительный шаг вперед. Конечно, не все виды продукции подходят для данного анализа, однако однозначно произойдет «обогащение» модели. Второй способ, анализ первичных документов бухгалтерского учёта компаний на предмет возвратов по рекламациям. Хотя данная информация на сегодняшний день является коммерческой тайной, не исключено в будущем обезличенный доступ к подобным данным. Принимая во внимание массовую цифровизацию и автоматизацию бухгалтерского учёта.

В-пятых, не малый интерес представляет диапазон значений переменных в математической модели. А именно x_n и y_n , z . Например, x_2 - влияние на выработку при смене СОТ принимает случайное значение в диапазоне $\{0; 1\}$. Модель предполагает, что при смене СОТ выработка при прочих равных условиях максимум может удвоиться. Это будет означать, что труд на предприятии был крайне неэффективным. Однако, точность модели заметно возрастет, если бы имелась информация о росте выработки после смены СОТ. Таким образом диапазон $\{0; 1\}$ можно было бы сузить или расширить.

Использование Больших данных связано с колоссальным количеством «загрязнений» информации. Она может быть весьма неточной, а главное никак не раскрывает причинно-следственные связи. Таким образом, Большие данные не отменяют применение имитационного моделирования для изучения вопроса выбора СОТ. Тем не менее, различная информация может значительно повысить точность модели и задать более точный вектор для дальнейшего развития.

2.8. Выводы Главы 2

Целью данной главы являлось изложить и логически обосновать математическую модель СОТ, на основе которой возможна разработка СППР в области СОТ. Обозначим основные выводы:

1. Процесс построения математической модели осуществлен в 5 этапов: описание пред модели, описание концептуальной модели, описание математической модели, проверка корректности модели и выбор метода работы с моделью.
2. На этапе построения пред модели «естественным» языком была описана проблематика моделирования процесса СОТ. Обозначена главная отправная точка установления закономерностей - концепция «экономического человека» Дж. С. Милля. Также сделаны выводы о том, что корректность прогнозирования основана на учёте фактора случайности.
3. На этапе построения концептуальной модели проведена предварительная формализация, СОТ описаны в виде «черного» ящика. В виде «входов» описаны константы и переменные, а результирующие показатели $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$ в виде «выходов». Отмечена прямая зависимость «выходов» от «входов». Также обозначены типы распределения случайных значений, которые принимают переменные.
4. На этапе построения математической модели подробно изложено: набор констант a_n и b_n , набор переменных X_n, Y_n, Z (с распределениями Хи-квадрат, Гамма распределение, Экспоненциальное распределение,

Нормальное распределение), набор функций $F(\text{COT}_m)$, где каждая m -ая функция представляет собой набор алгебраических выражений для вычисления результатов: $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$.

5. Поставлена задача моделирования COT: получить надежные данные о соотношениях между собой $\{Q_0, Qu_0, Sat_0, W_0\}$, $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$, $\{Q_2, Qu_2, Sat_2, W_2\}$, $\{Q_3, Qu_3, Sat_3, W_3\}$, $\{Q_4, Qu_4, Sat_4, W_4\}$, $\{Q_5, Qu_5, Sat_5, W_5\}$.
6. Исходя из математической модели и задачи, сформулированы соответствующие утверждения, ложность или истинность которых предстоит определить:
 - a. Возможно установить статистические взаимосвязи между $\{Q_0, Qu_0, Sat_0, W_0\}$, $\{Q_1, Qu_1, Sat_1, W_1\}$, $\{Q_2, Qu_2, Sat_2, W_2\}$, $\{Q_3, Qu_3, Sat_3, W_3\}$, $\{Q_4, Qu_4, Sat_4, W_4\}$, $\{Q_5, Qu_5, Sat_5, W_5\}$;
 - b. Какое бы ни было распределение каждой случайной величины X_1, X_2, Y_1, Y_2, Z , соотношения между $\{Q_0, Qu_0, Sat_0, W_0\} \dots \{Q_5, Qu_5, Sat_5, W_5\}$ будут приближены друг к другу;
 - c. Какие ни были бы заданы константы в модели COT, соотношения между $\{Q_0, Qu_0, Sat_0, W_0\} \dots \{Q_5, Qu_5, Sat_5, W_5\}$ будут приближены друг к другу;
7. Представленная математическая модель прошла проверку корректности по критериям: размерности, порядков, характера зависимостей, экстремальных ситуаций, граничных условий и математической замкнутости;
8. Проведено статистическое и имитационное моделирование COT. В качестве «рабочего» метода выбрано имитационное моделирование. Представлен алгоритм моделирования COT. Реализация алгоритма выполнена на алгоритмическом языке Python.
9. Математическая модель для имитационного моделирования COT изложена и готова к применению. Результаты моделирования лягут в основу СППР в области COT.

ГЛАВА 3 – РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ СППР «ОПЛАТА ТРУДА»

3.1. Интерпретация результатов имитационного моделирования систем оплаты труда

Полные результаты, входные матрицы для моделирования, код на алгоритмическом языке Python и результаты вычислений алгоритма представлены в приложениях Б, В, Г, Д. В данном же разделе исследования представлены таблицы, которые наглядно показывают результаты моделирования. Соответственно данные можно легко интерпретировать. Таблицы представлены для каждого результата в отдельности. Всего в ходе моделирования СОТ имеется 13107200 реализаций по каждому результату {Q, Qu, W, Sat} по каждой СОТ_n. Все реализации по каждому результату разбиты на 3 группы:

1. Реализации, где i -й результат СОТ_n = i -ому результату СОТ₁
2. Реализации, где i -й результат СОТ_n > i -ого результата СОТ₁
3. Реализации, где i -й результат СОТ_n < i -ого результата СОТ₁

Подсчитано количество реализаций по каждой группе, таким образом можно посчитать вероятность вхождения реализации в одну из групп. Формула простой вероятности $p_i = \frac{n}{N}$, где n – количество реализаций соответствующей группы, а N – общее количество реализаций. Также, для целей интерпретации рассчитывается \bar{x}_i для соответствующей выборки n . Таким образом, сравнивая \bar{x}_1 и \bar{x}_i по выборке n можно посчитать прирост каждого показателя по каждой СОТ_n. Следовательно, серия таблиц, представленных ниже, показывает с какой вероятностью в среднем прирастет i -й результат по СОТ_n относительно i -го результата СОТ₁.

3.1.1. Интерпретация выработки (Q)

Начнем интерпретацию результатов Q (см. таблицу 3.1.1 и рис. 3.1.1)

Таблица 3.1.1 – интерпретация выработки Q

	Параметр	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6
Q _n =Q ₁	Доля случаев	1%	1%	1%	1%	1%
	Среднее значение СОТ _n по выборке	76,82	100,00	100,00	100,00	100,00
Q _n >Q ₁	Доля случаев	59%	99%	99%	99%	99%
	Среднее значение Q ₁ в выборке	66,61	73,32	73,32	73,32	73,32
	Среднее значение Q _n по выборке	78,70	94,60	94,60	94,60	94,60
	% прироста при реализации выигрыша	18%	29%	29%	29%	29%
Q _n <Q ₁	Доля случаев	39%	0%	0%	0%	0%
	Среднее значение Q ₁ в выборке	84,04				
	Среднее значение СОТ _n по выборке	73,58				
	% падения при реализации риска	-12%				

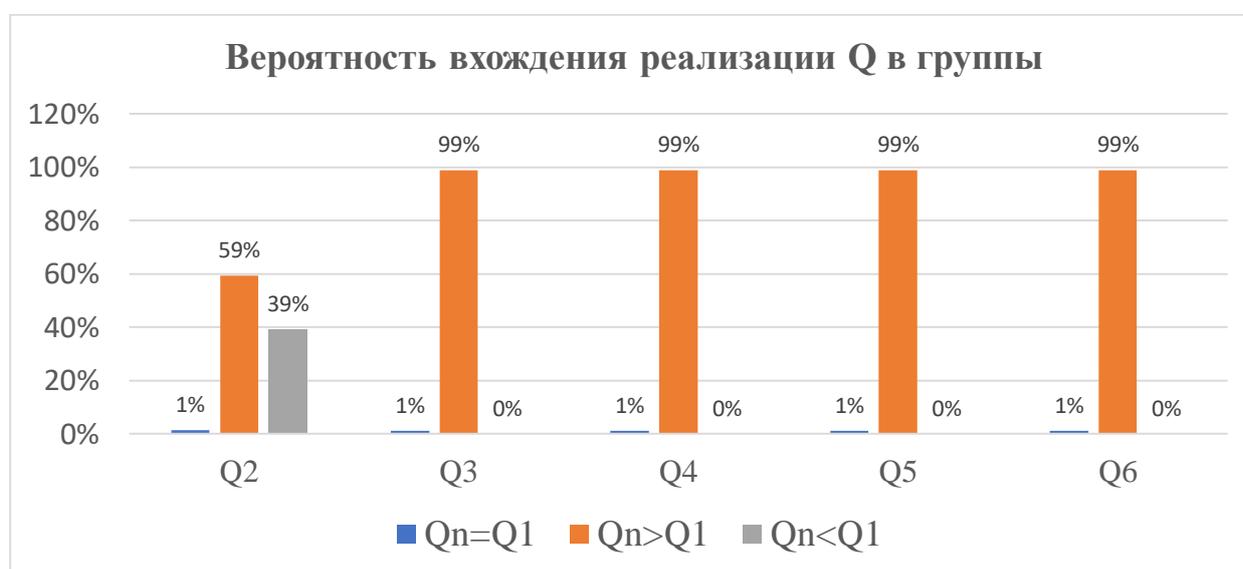


Рис. 3.1.1 - интерпретация выработки Q

Как можно заметить из таблицы 3.1.1, доля случаев, в которых $Q_1=Q_n$ составляет 1%. В экономическом смысле это означает, что существуют случаи, когда смена системы оплаты труда никак не сказалась на выработке. Данная ситуация справедлива для коллективов и предприятий сильно «мотивированных» идеей деятельности и в целом равнодушно относящихся к оплате труда. Однако, стоит заметить, что в условиях реальной экономики это редкость, что и демонстрирует результат моделирования. Отметим также, что в случаях $Q_3...Q_6$ в среднем выработка равна 100. Это означает, что персонал работал на максимально возможной выработке и смена СОТ никак не может стимулировать большую производительность, что логично.

Абсолютно закономерный результат также показала доля реализаций, где $Q_n > Q_1$. Вероятность попадания любой i -ой реализации в эту группу в показателях $Q_3 \dots Q_6$ составляет 99%. Это означает, что с вероятностью 99% при переходе на любой формат сдельной системы произойдет рост выработки. Экономическая логика и здравый смысл подтверждают верность этого утверждения. Сравнивая средние значения $\overline{Q_1}$ и $\overline{Q_3 \dots Q_6}$, видно, что прирост Q составляет 29%. Итог можно сформулировать так: при смене повременной $СОТ_1$ на любой вариант сдельной $СОТ$, с вероятностью 99% произойдет рост производительности в среднем на 29%. Более неоднозначный результат имеет Q_2 , являясь результатом повременно-премиальной $СОТ$ с премией за выработку ($СОТ_2$). Вероятность роста выработки при смене $СОТ_1$ на $СОТ_2$ составляет 59% со средним приростом 18%. Напротив, риск снижения выработки на 12% доходит до 39%. С экономической точки зрения этот результат моделирования вполне объясним. Премию за выработку целесообразно устанавливать не на слишком высокой планке относительно максимально возможной производительности, чтобы персонал имел возможность её достичь. Таким образом, складывается 2 ситуации:

1. Выработка при $СОТ_1$ была выше, чем планка, с которой начисляется премия;
2. Выработка при $СОТ_1$ была ниже, чем планка, с которой начисляется премия;

В итоге, если на предприятии реализовалась ситуация 1, то при смене $СОТ_1$ на $СОТ_2$ произойдет падение выработки. Это связано с тем, что работникам не имеет смысла производить больше продукции, так как они уже достигли своей максимальной заработной платы. И наоборот, в ситуации 2, когда выработка при $СОТ_1$ меньше планки, после которой выплачивается премия, работники вынуждены повысить свою производительность, чтобы получить «стандартную» заработную плату. Графически это показано на рисунке 3.1.2.

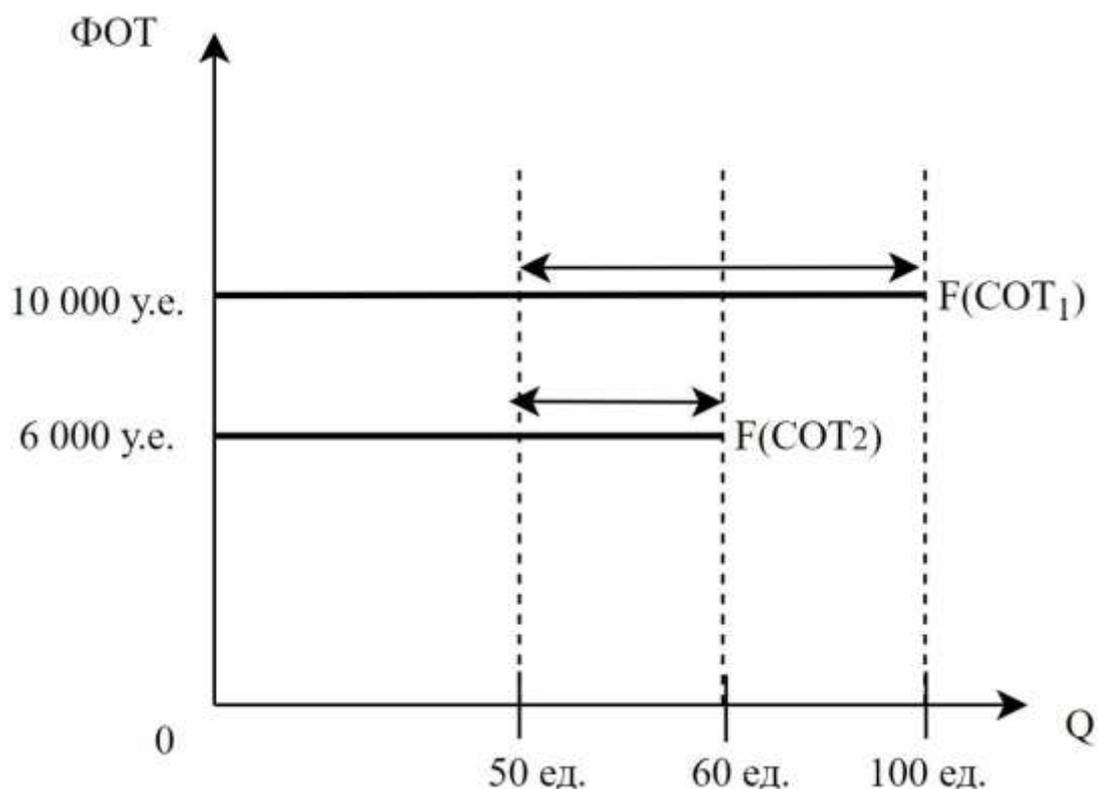


Рис. 3.1.2 – Зависимость от планки премии

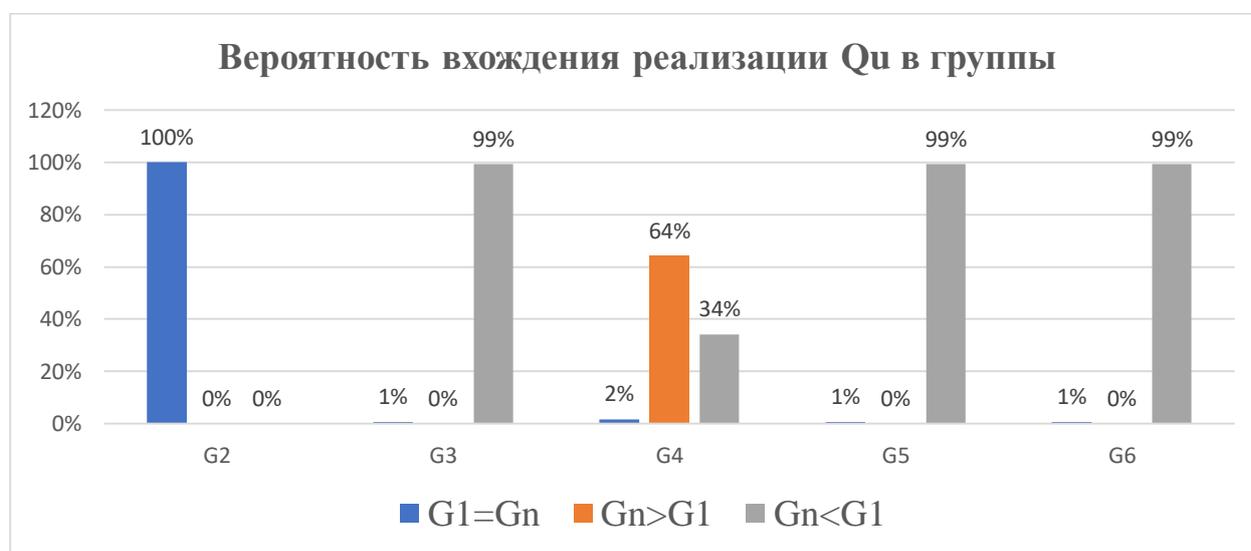
Рассмотрим две функции $F(COT_1)$ и $F(COT_2)$. При COT_1 ФОТ в 10 000 у.е., выработка для каждого предприятия случайна и лежит в области от 50 до 100 ед. Если же посмотреть на COT_2 , где ФОТ ограничена 6000 у.е., пока работник не достигнет 60 ед. выработки, то закономерно Q будет случайным образом варьироваться от 50 ед. до максимум 60 ед., где работник получит премию и его ФОТ будет равняться 10000 у.е. Таким образом, можно сказать, что вероятность положительного исхода для показателя Q , при смене COT_1 на COT_2 выше, чем риск падения Q , но не намного, так как работник гарантировано будет стремиться к выработке в 60 ед.. Целесообразность принятия этого риска стоит рассматривать в контексте остальных результирующих показателей COT_2 .

3.1.2. Интерпретация качества продукции (Q_u)

Рассмотрим результаты моделирования параметра качества – таблица 3.1.2 и рис. 3.1.3

Таблица 3.1.2 – Интерпретация качества продукции (Q_u)

	Параметр	$Q_u 2$	$Q_u 3$	$Q_u 4$	$Q_u 5$	$Q_u 6$
$Q_u 1 = Q_u n$	Доля случаев	100%	1%	2%	1%	1%
	Среднее значение COT_n по выборке	71,91	50,00	73,21	50,00	50,00
$Q_u n > Q_u 1$	Доля случаев	0%	0%	64%	0%	0%
	Среднее значение $Q_u 1$ в выборке			65,82		
	Среднее значение COT_n по выборке			99,48		
	% прироста при реализации выигрыша			51%		
$Q_u n < Q_u 1$	Доля случаев	0%	99%	34%	99%	99%
	Среднее значение $Q_u 1$ в выборке		72,08	83,30	72,08	72,08
	Среднее значение COT_n по выборке		51,96	73,30	51,96	51,96
	% падения при реализации риска		-28%	-12%	-28%	-28%

Рис. 3.1.3 - Интерпретация качества продукции (Q_u)

Рассмотрим первую группу реализаций, где $Q_{u1}=Q_{un}$. $\{Q_{u3}, Q_{u5}, Q_{u6}\}$ совершенно обоснованно равны Q_1 в крайне малом количестве случаев, не превышающих 1%. Эта ситуация возможна, когда на предприятии продукция изготавливалась с минимальным качеством. Таким образом, при смене COT_1 на COT_3 , или COT_5 , или COT_6 , которые по своему существу лишь ухудшают его, но до минимального предела, образуется равенство Q_{u1} и Q_{un} . В подтверждение этому тезису мы также можем наблюдать, что в этих случаях среднее значение Q_u минимально и равно 50 у.е. Немного выше результат у COT_4 , где Q_{u4} равен Q_{u1} в 2% случаев. Результат выше, так как, в отличие от остальных COT , сдельно-премиальная COT с премией за качество, наращивает показатель Q_u и обретает больше шансов уравняться с COT_1 . $Q_{u2} = Q_{u1}$ в 100% случаев, так как при COT_2

выплачивается премия за выработку, следовательно качество остается неизменным.

Группа реализаций, где $Q_{u1} > Q_{un}$ показывает подтверждения стандартной широко известной экономической закономерности: сдельная оплата труда снижает качество продукции. Так $\{Q_{u3}, Q_{u5}, Q_{u6}\}$ показывают, что с вероятностью 99% произойдет понижение качества в среднем на 28%. Гораздо более интересный результат показывает $СОТ_4$. С одной стороны это сдельная система, с другой стороны в ней присутствует премия за достижение определенного уровня качества. Это сочетание привело к следующим результатам: с вероятностью 34% произойдет понижение качества в среднем на 12% и с вероятностью 64% произойдет повышение качества в среднем на 51%. Как можно заметить, вероятность «удачного» стечения обстоятельств вдвое превышает риск. А среднее значение прироста почти в 5 раз превышает среднее значение падения качества в случае реализации риска. Таким образом, данная СОТ выглядит очень перспективной к применению. С экономической точки зрения такая ситуация действительно возможна на предприятиях с жёстким контролем качества. Однако, как правило, в этой ситуации вследствие высокой нагрузки происходит быстрое «перегорание» персонала, что ведет к высокой «текучести» кадров.

3.1.3. Интерпретация фонда оплаты труда (W)

Результаты моделирования параметра ФОТ – таблица 3.1.3 и рис. 3.1.4

Таблица 3.1.3 - Интерпретация ФОТ (W)

	Параметр	W2	W3	W4	W5	W6
W1=Wn	Доля случаев	91%	0%	0%	0%	0%
	Среднее значение COTn по выборке	10000				
Wn>W1	Доля случаев		77%	56%	72%	83%
	Среднее значение W1 в выборке		10000	10000	10000	10000
	Среднее значение COTn по выборке		11034	11432	10695	11296
	% прироста при реализации выигрыша		10%	14%	7%	13%
Wn<W1	Доля случаев	9%	23%	44%	28%	17%
	Среднее значение W1 в выборке	10000	10000	10000	10000	10000
	Среднее значение COTn по выборке	6500	8754	9127	8632	8924
	% падения при реализации риска	-35%	-12%	-9%	-14%	-11%



Рис. 3.1.4 - Интерпретация ФОТ (W)

В отличие от результатов Q и Qu, моделирование W оказалось менее предсказуемым. Действительно с высокой долей вероятности ФОТ увеличивался при сделных COT. Однако вероятность роста далеко не близка к 100%. Например, W₃ и W₅ растут с вероятностью 77% и 72% соответственно. Чуть больший показатель у W₆ – 83%. А вот W₄ и вовсе имеет вероятность роста лишь 56% и 44% вероятность снижения. Хотя экономическая логика гласит, что сделные системы приводят к росту выработки и, как следствие, к росту ФОТ,

более высокой сдельной ставки a' . Обе функции линейны. Как видно из графика, $f(a')$ растёт гораздо быстрее $f(a)$. Соответственно, чем выше «а», тем быстрее $f(a)$ достигает уровня ФОТ в 10 000 у.е. Чем меньше «а», тем больше выработки требуется для достижения ФОТ в 10 000 у.е. Таким образом, чем выше «а», тем ближе функция к оси ординат и значит полностью теряется экономический смысл сдельной СОТ, так как работник получит заработную плату аналогичную при повременной оплате труда, производя минимальное количество продукции. И напротив, чем ниже «а», тем более «несправедливым» становится СОТ. При $a \rightarrow \min$, функция приближается к оси абсцисс, что делает всё менее вероятным, что работник сможет достигнуть $W = 10\,000$ у.е. Итак, как было сказано выше и как видно из графика, при приближении функции $f(a) = W$ к оси ординат сдельная СОТ теряет смысл. Значит, всегда будет определенная доля предприятий, в которых при низкой выработке ФОТ не будет достигать W_1 . В модели тестировались разные варианты сдельной ставки от \min до \max . Значит закономерно отбросить версию того, что вследствие низкого сдельного тарифа мы имеем высокий процент реализаций, когда W_1 не был достигнут.

В-третьих, ФОТ может не расти вследствие недостаточной выработки от первоначальной Q_1 . В отличие от первой причины (недостаточный рост выработки), в этой ситуации проблема кроется в изначально низкой выработке. И даже сдельное стимулирование на 30% не может довести ФОТ до первоначального уровня. Действительно, такие ситуации возможны на предприятиях с низкой производительностью. Например, работники производили минимум в 50 ед. продукции, после введения сдельной СОТ с вероятностью 99% в среднем выработка выросла на 30% и составила 65 ед. При низкой или даже средней сдельной ставке, с выработкой такого уровня не удастся достичь прежней ФОТ в 10 000 у.е.

Итак, по результатам анализа моделирования ФОТ, можно заключить, что сдельные системы имеют около 30% шанс неповышения ФОТ, что важно принимать во внимание с точки зрения предприятия. Наиболее надежной в этом смысле является $СОТ_2$, которая с вероятностью 0,91 сохранит ФОТ на уровне $СОТ_1$.

3.1.4. Интерпретация удовлетворенности трудом (Sat)

Перейдем к анализу самого непредсказуемого в моделировании показателя – удовлетворенность трудом (со стороны работников). Напомним, что в доступной литературе, касательно производственных отраслей, нет аналогичных исследований, которые бы предсказывали удовлетворенность трудом после смены COT и эти результаты получены впервые. Обратимся к таблице 3.1.4 и рисунку 3.1.6.

Таблица 3.1.4 – Интерпретация удовлетворенности трудом (Sat)

	Параметр	Sat2	Sat3	Sat4	Sat5	Sat6
Sat1=Satn	Доля случаев	2%	0%	0%	0%	0%
	Среднее значение COTn по выборке	63,2	100	98,3	100	100
Satn>Sat1	Доля случаев	39%	11%	8%	47%	58%
	Среднее значение Sat1 в выборке	50,3	50,3	48,6	50,6	50,5
	Среднее значение COTn по выборке	62	57,1	60,6	66,7	69,6
	% прироста при реализации выигрыша	23%	14%	25%	32%	38%
Satn<Sat1	Доля случаев	59%	89%	92%	53%	42%
	Среднее значение Sat1 в выборке	50,8	50,8	51	50,7	50,8
	Среднее значение COTn по выборке	29,9	24,8	11,2	31,1	33,6
	% падения при реализации риска	-41%	-51%	-78%	-39%	-34%

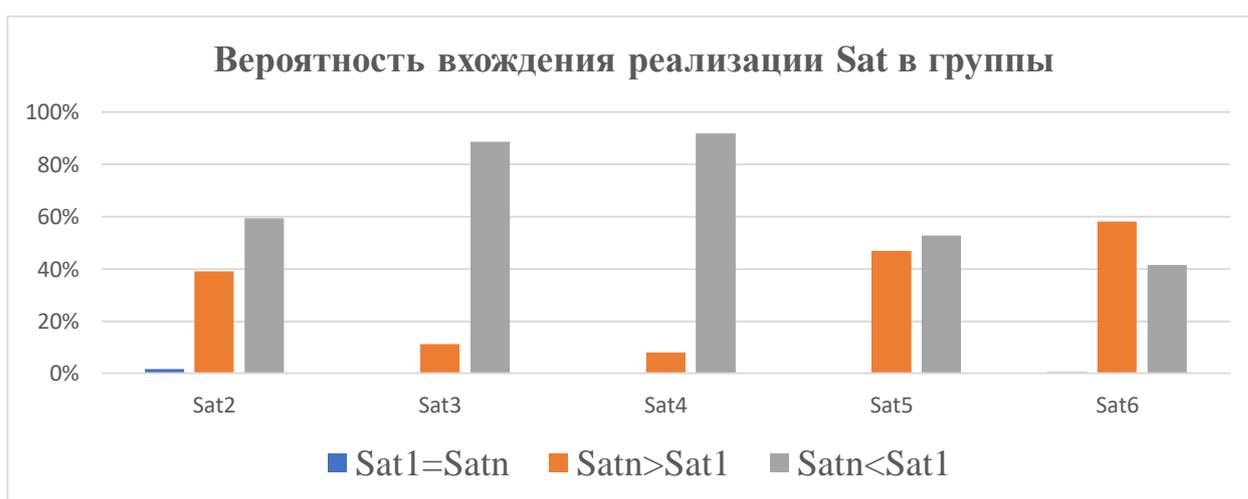


Рис. 3.1.6 - Интерпретация удовлетворенности трудом (Sat)

По результатам моделирования можно проследить несколько закономерностей. Во-первых, {Sat₂, Sat₅, Sat₆} имеют высокую вероятность как к

понижению, так и к повышению в районе 40-50%. Однако у Sat_2 , наблюдается несимметричный средний прирост. Если реализация Sat_2 попадает в группу роста, то средний прирост составляет 23%. Если же Sat_2 падает, то падает в среднем на 40%. Это характеризует Sat_2 , как более рисковую COT, где цена реализации риска в 2 раза выше выигрыша. Sat_5 и Sat_6 при росте или падении показывают в среднем по 30-40%.

Наиболее впечатляющими оказались результаты COT₃ (сдельная COT) и COT₄ (Сдельно премиальная COT с премией за качество). Обе эти системы показали вероятность падения в районе 0,9 на 51% и 78%. Данный результат говорит о том, что при введении этих систем оплаты труда, имеется колоссальная вероятность текучести кадров ввиду тотальной неудовлетворенности трудом работниками. Что касается COT₃, объяснить поведение показателя Sat_3 можно вполне естественными причинами: работник вынужден производить больше, чтобы заработать прежний ФОТ и трудиться больше, чтобы повысить свою заработную плату. Однако, заработная плата растет не так сильно (около 10%), как требуется увеличить выработку. И падение качества продукции также неспособно компенсировать трудозатраты. В итоге показатель Sat_3 устремляется резко вниз. Более пессимистичная ситуация у показателя Sat_4 . Среднее падение удовлетворенности трудом составляет 78%. Теоретически такой результат можно объяснить тем, что именно в этой COT работникам приходится показывать производительность на уровне сдельной COT, а также пытаться получить премию за качество. Таким образом, создается ситуация, в которой работники получают самую большую заработную плату, но и вынуждены показывать выдающиеся результаты труда. Однако, как показывает моделирование и здравый смысл, прирост заработной платы оказывается недостаточным, чтобы сохранять «позитивный настрой» и высокую удовлетворенность трудом. Как следствие мы наблюдаем классическую ситуацию «перегрева ресурсов».

В целом анализ Sat_n показывает, что имеется высокие шансы на падение удовлетворенностью трудом со стороны работников при любых системах оплаты труда. Но наибольший риск и «ущерб» имеют Sat_3 и Sat_4 .

3.1.5. Интерпретация видов распределений

Одна из главных утверждений всего исследования звучит так: в среднем на результаты моделирования COT не влияют сочетания констант и разные типы распределения переменных. Если данное утверждение верно, можно сделать вывод, что для оценки поведения COT не важен тип распределения переменных. А значит, как бы ни были распределены случайные переменные в реальной экономике, выводы в ходе моделирования будут справедливы. По сути, мы ищем подтверждение однородности совокупности через коэффициент вариации. Для проверки данного утверждения выстроим следующую логику. Имеется 24 результата моделирования (по 4 результата на каждую из 6 COT), обозначим его буквой $R_n, n \in [1, 24]$. Каждый R_n получен при помощи собственной функции вида: $R = f(a, b)$, где a и b аргументы функции, выраженные в задаваемых константах и случайных переменных, распределенных по одному из 4 законов. В итоге модель содержит систему из 24 функций:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = f_1(a_i, b_j) \\ R_2 = f_2(a_i, b_j) \\ \dots \\ \dots \\ R_{24} = f_{24}(a_i, b_j) \end{array} \right.$$

Берется сочетание a_i, b_j и вся система функций решается одновременно. Таким образом находятся 24 решения. Всего возможных сочетаний a_i, b_j - 131072 штук (см. Главу 2). По сути это можно интерпретировать как 131072 варианта реальной экономики. Каждый из вариантов имеет 100 реализаций. Их математическое ожидание в итоге показывают какие в среднем получаются R_n по каждому сочетанию a_i, b_j .

Полученные данные можно использовать для доказательства или опровержения утверждения с помощью коэффициента вариации. Сначала выполним ряд расчётов, результаты которых приведены в таблице 3.1.5.

Во-первых, найдем выборочное среднее каждого R_n по всем сочетаниям:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (3.1.1)$$

Во-вторых, найдем среднеквадратическое отклонение:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2} \quad (3.1.2)$$

В-третьих, определим коэффициент вариации, как частное среднеквадратического отклонения и математического ожидания

$$c_v = \frac{s}{\bar{x}} \quad (3.1.3)$$

Таким образом, можно оценить силу отклонения реализаций по каждому R_n от их средней величины (см. таблицу 3.1.5 и рис. 3.1.7).

Таблица 3.1.5 – Расчёт коэффициента вариации

R_n	S	\bar{x}	C_v
Q1	1,94	73,59	3%
Q2	0,64	76,67	1%
Q3	1,72	94,65	2%
Q4	1,72	94,65	2%
Q5	1,72	94,65	2%
Q6	1,72	94,65	2%
Qu1	2,72	71,91	4%
Qu2	2,72	71,91	4%
Qu3	1,00	51,94	2%
Qu4	3,39	90,09	4%
Qu5	1,00	51,94	2%
Qu6	1,00	51,94	2%
W1	0,00	10000,00	0%
W2	178,76	9670,78	2%
W3	190,81	10506,17	2%
W4	132,74	10418,12	1%
W5	195,78	10125,45	2%
W6	185,99	10886,90	2%
Sat1	4,18	50,80	8%
Sat2	4,60	42,99	11%
Sat3	4,09	28,49	14%
Sat4	4,82	15,25	32%
Sat5	5,12	47,97	11%
Sat6	5,12	54,75	9%

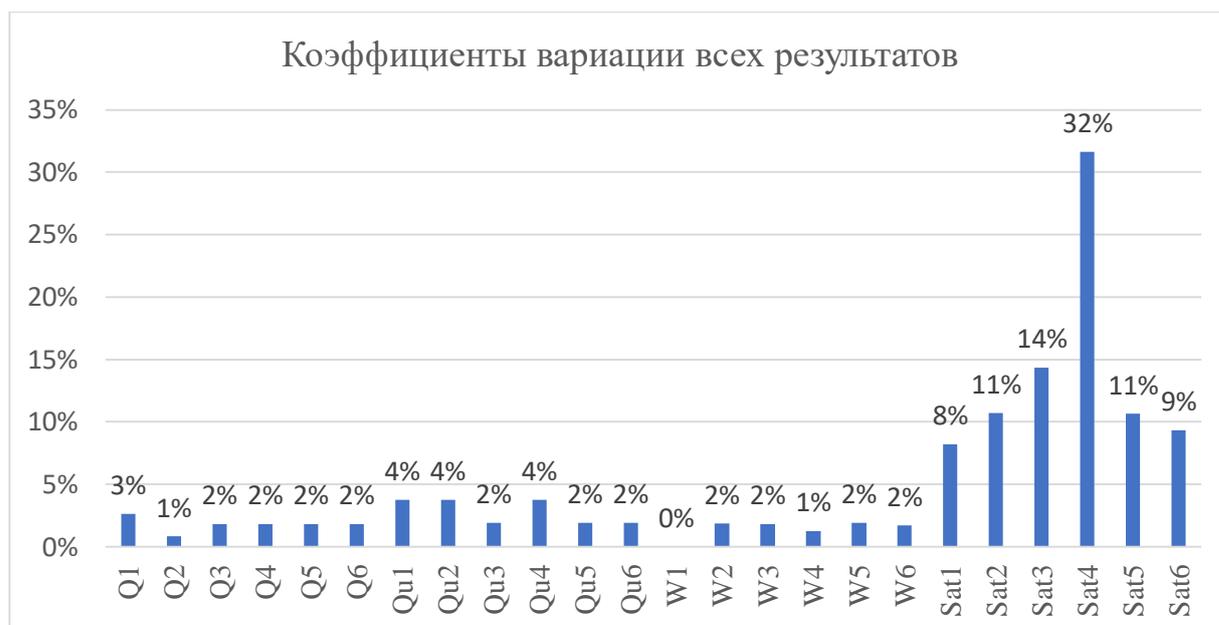


Рис. 3.1.7 – коэффициенты вариации

Как видно из рисунка 3.1.7 и таблицы 3.1.5, подавляющее большинство результатов R имеют коэффициент вариации от 1% до 4%, что является прямым доказательством справедливости ваше обозначенного утверждения о том, что при заданных условиях (см. Главу 2) на результаты R_n не влияют тип закона распределения случайных переменных. Иными словами, это отражает справедливость выводов в ходе моделирования. В реальной экономике могут быть различные пред заданные коэффициенты и разные законы распределения случайных величин в СОТ. Но мы наблюдаем, что в сущности, это оказывает незначительное влияние. Несколько иную картину можно наблюдать в показателях Sat, коэффициент вариации которых имеет значение от 8% до 32%. Это означает что разброс результатов зависит от того, как выставлены константы и как распределены случайные переменные. То есть, если мы говорим о реальной экономике, истинные «настройки» которой мы не знаем, и принимаем, что модель составлена верно, то в худшем случае (в Sat₄) мы можем ошибиться в своих прогнозах на 32%. Стоит заметить, что {Sat₁, Sat₂, Sat₃, Sat₅, Sat₆} имеют достаточно низкий C_v от 8% до 14%. Мы полагаем, что этот уровень также можно считать доказательством справедливости утверждения. Показатель Sat₄ является самым проблемным $C_v = 32\%$. Хотя данный коэффициент вариации и является

высоким, но всё же с точки зрения математической статистики недостаточно высоким, чтобы отвергнуть утверждение. Скорее следует просто сделать особые ремарки касательно данного показателя, при разработке СППР.

В итоге, после расчёта коэффициента вариации для каждого R_n , можно сделать вывод что при разных «настройках» (констант и законов распределения переменных), мы имеем однородность результатов. Это значит, что решения системы из функций вида $f(a, b) = R$, принципиально не зависят от заданных констант a и случайных переменных b с разными законами распределения.

3.2. Построение эмпирических функций распределения

Полученные синтетические результаты в количестве более 130000 значений позволяют построить эмпирические функции распределения для каждого результирующего показателя. На их основе целесообразно оценивать вероятность достижения заданного значений результирующего показателя, таким образом оценивая эффективность использования той или иной СОТ.

Процедура получения значений эмпирической функции распределения подробно описана в учебниках по математической статистике, например А.А. Боровкова [150]. Поэтому лишь кратко опишем шаги получения эмпирической функции и приведем примеры таких функций.

Шаг 1 – Группировка значений по интервалам. Находятся минимальные и максимальные значения в выборке. Число интервалов группирования m определяется по формуле Стерджесса

$$m=1+[\log_2 n] \quad (3.2.1)$$

Шаг 2 – Расчет частот для каждого интервала и их относительных частот. Выборку рассматриваем как реализацию случайной величины X . Объем выборки

$$n=\sum_{i=1}^k m_i \quad (3.2.2)$$

Относительные частоты находим по формуле

$$\omega_i=m_i/n \quad (3.2.3)$$

Шаг 3 – находим значения эмпирической функции распределения нарастающим итогом для каждого интервала.

$$F(x_i) = \sum_{j: x_j \leq x_i} \omega_j \quad (3.2.4)$$

Шаг 4 – аппроксимируем интегральное распределение методом кубических сплайнов в пакете Mathcad.

Таким образом, будет получена эмпирическая функция распределения. Далее можно находить вероятность реализации конкретного результирующего показателя COT выше заданного значения x

$$P = 1 - F(x) \quad (3.2.5)$$

В итоге, зная интегральное распределение, можно рассчитать риск не достижения целевых показателей COT. В данном разделе, приведем в качестве примеров интегральное распределение величины выработки при сдельной COT (Q3), уровня качества продукции при сдельно-премиальной COT (G4), уровень удовлетворенности работников трудом при сдельно-премиальной COT (Sat4) и сдельно-прогрессивной COT (Sat5). Расчет эмпирических функций распределения для остальных результирующих показателей приведен в приложении И.

3.2.1. Интегральное распределение выработки при сдельной COT (Q3)

Построим статистический ряд, осуществив группировку данных. Находим $x_{\min} = 89,5$, $x_{\max} = 98,5$. Число интервалов группирования m определяем по формуле Стерджесса: $m = 1 + [\log_2 n] = 18$. Длина каждого интервала группирования будет равна

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m} = 0,5 \quad (3.2.6)$$

Дальнейшие расчёты в табл. 3.2.1.

Таблица 3.2.1 - Расчет эмпирической функции распределения для Q3

i	середина интервала x_i	Частота m_i	относительная частота ω_i	$F(x_i)$
1	89,75	1088	0,0083	0,0083

2	90,25	608	0,0046	0,0129
3	90,75	1440	0,0110	0,0239
4	91,25	1760	0,0134	0,0374
5	91,75	4352	0,0332	0,0706
6	92,25	4896	0,0374	0,1079
7	92,75	7232	0,0552	0,1631
8	93,25	11840	0,0903	0,2534
9	93,75	11456	0,0874	0,3408
10	94,25	16288	0,1243	0,4651
11	94,75	13920	0,1062	0,5713
12	95,25	12896	0,0984	0,6697
13	95,75	13984	0,1067	0,7764
14	96,25	8832	0,0674	0,8438
15	96,75	9440	0,0720	0,9158
16	97,25	5792	0,0442	0,9600
17	97,75	3744	0,0286	0,9885
18	98,25	1504	0,0115	1

В табл. 3.2.1 представлены результаты расчетов «координат» середин интервалов $[X_i, X_{i+1}]$, относительных частот $\omega_i = m_i/n$ и значений эмпирической функции распределения. Аппроксимируем эмпирическую функцию в пакете Matcad методом кубических сплайнов, получим график интегрального распределения величины Q3 (см. рис. 3.2.1).

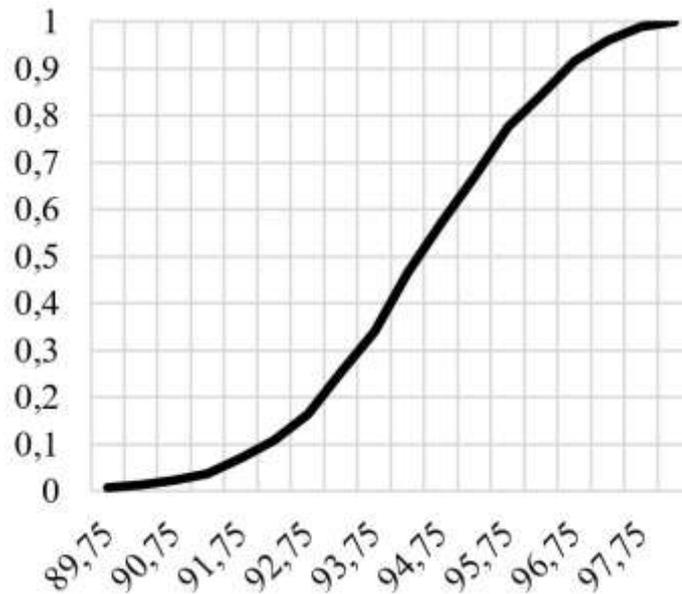


Рис. 3.2.1. Интегральное распределение величины Q3

Приведем несколько примеров значений функции по заданному уровню выработки (см. табл. 3.2.2)

Таблица 3.2.2 - Вероятность достижения заданного уровня показателя Q3

Заданное значение выработки	Вероятность достижения значения не ниже заданного
90 ед.	0,991
95 ед.	0,381
99 ед.	0,037

Рисунок 3.2.1 и таблица 3.2.2 наглядно демонстрируют, что показатель производительности труда в диапазоне до 90 ед, при сдельной СОР, стремится к 1. Можно сделать вывод, что применение СОР эффективно отражается на уровне выработки. Однако, с приближением данного показателя к максимуму, то есть к 100 ед, вероятность достичь высоких цифр производительности резко снижается и стремится к нулю.

Следует заметить, что минимальные значения выработки при сдельной СОР равны 89,75 ед, что само по себе является высоким показателем, достаточно

близким к максимуму. Данный анализ подтверждает тот факт, что в экономике труда сложилась определенная закономерность — применение сдельной СОР стимулирует работников к увеличению производства, однако при приближении к максимальным значениям производительности понижается качество продукции.

3.2.2. Интегральное распределение уровня качества при сдельно–премиальной СОР (G4)

На рис. 3.2.2 приведена кривая интегральной функции распределения переменной G4

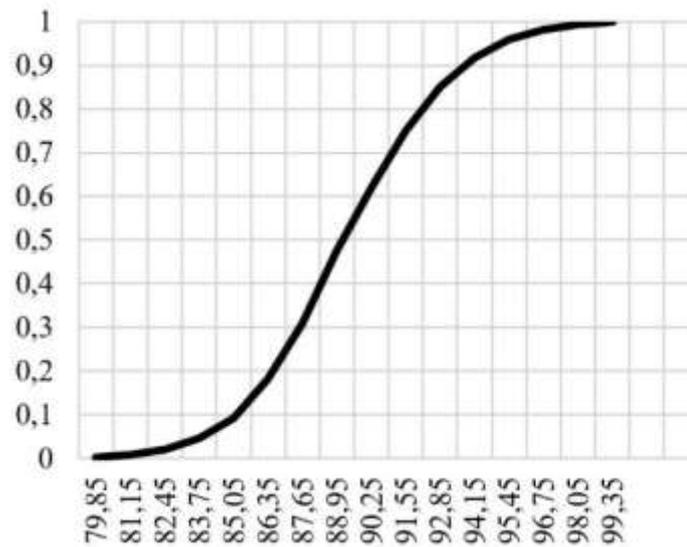


Рис. 3.2.2 Интегральное распределение величины G4

Приведем несколько примеров значений функции по заданному уровню качества (см. табл. 3.2.3)

Таблица 3.2.3 - Вероятность достижения заданного уровня показателя G4

Заданное значение выработки	Вероятность достижения значения не ниже заданного
80%	0,998
85%	0,911
90%	0,406
95%	0,053

Кроме высоких показателей выработки Q4, работника следует мотивировать трудиться качественно. В этой связи эффективно работает сдельно-премиальная система оплаты труда, когда за качество работы G4 персонал поощряется премией. Результаты применения такой СОТ графически отображает рисунок 3.2.2. На графике видно, что вероятность достичь высоких показателей качества при сдельно-премиальной СОТ стремится к 1. Однако следует заметить, что, поощрения в виде премий способствуют росту оптимального уровня качества примерно до 80%. При приближении этого показателя до 90% вероятность достижения качественных результатов снижается до 0,4. А при показателях качества от 95% и выше вероятность их достижения стремится к нулю. При условии достаточно высокой выработки Q4, вследствие применения сдельной СОТ, такие показатели вполне перспективны. Однако следует учитывать еще один фактор — удовлетворенность работников результатами своего труда Sat4. Не следует забывать, что высокие параметры Q4 и G4 имеют свою цену, что может отражаться на рекордно низких показателях Sat4.

3.2.3. Интегральное распределение уровня удовлетворенности работников трудом при сдельно–премиальной СОТ (Sat4)

На рис. 3.2.3 приведена кривая интегральной функции распределения переменной Sat4.

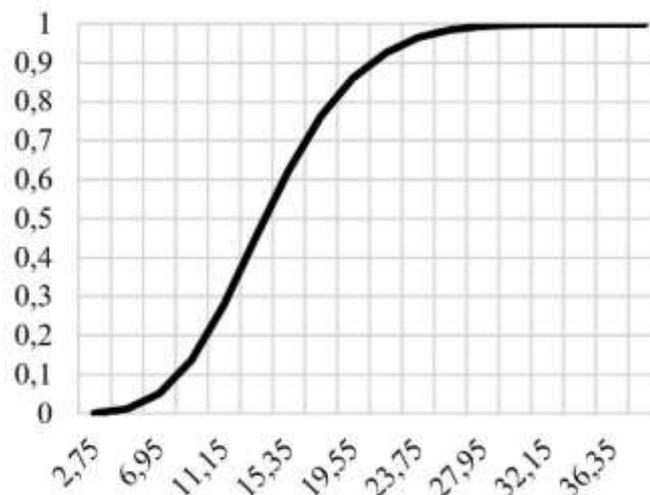


Рис. 3.2.3 Интегральное распределение величины Sat4

Приведем несколько примеров значений функции по заданному уровню удовлетворенности работников трудом (см. табл. 3.2.4)

Таблица 3.2.4 - Вероятность достижения заданного уровня показателя Sat4

Заданное значение удовлетворённости трудом	Вероятность достижения значения не ниже заданного
10%	0,805
15%	0,405
20%	0,122
30%	0,002

Выше уже отмечалось, что применение сдельно-премиальной СОТ способствует достижению высоких показателей выработки (или производительности) Q4 и уровня качества G4. Однако, при анализе эффективности данной системы следует принимать во внимание еще и показатель Sat4 (степень удовлетворенности персонала результатами своего труда). Согласно таблице 3.2.4, вероятность достижения удовлетворенности Sat4 на уровне 10% находится на отметке 0,8. Математические расчеты демонстрируют тот факт, что достичь уровня 20-30% удовлетворенности трудновыполнимо или практически не реально. С ростом производительности и стремлением повышать качество продукции у работников наблюдается эффект «перегрева ресурсов». Как следствие, у персонала растет неудовлетворенность, а предприятию грозит высокая «текучесть» кадров. В этой связи имеет смысл рассмотреть данный показатель при условии применения сдельно-прогрессивной СОТ (Sat5) и сравнить его с Sat4.

3.2.4. Интегральное распределение уровня удовлетворенности работников трудом при сдельно–прогрессивной СОТ (Sat5)

На рис. 3.2.4 приведена кривая интегрального распределения вероятностей Sat5.

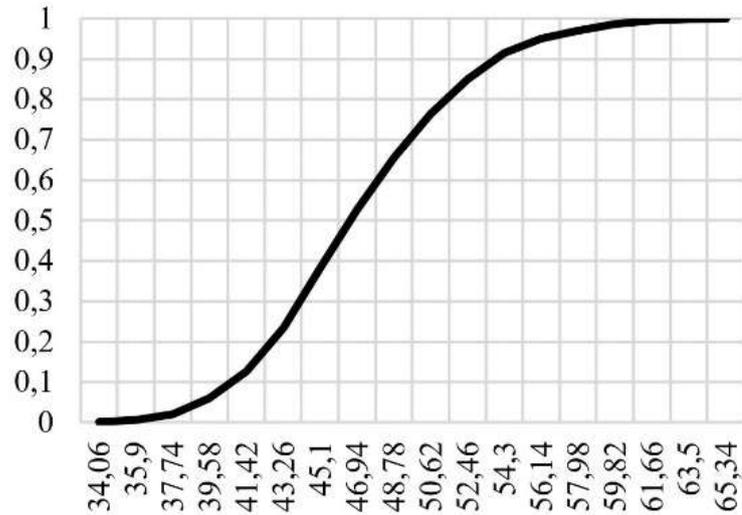


Рис. 3.2.4 Интегральное распределение величины Sat5

Приведем несколько примеров значений функции по заданному уровню удовлетворенности работников трудом (см. табл. 3.2.5)

Таблица 3.2.5 - Вероятность достижения заданного уровня показателя Sat5

Заданное значение удовлетворённости трудом	Вероятность достижения значения не ниже заданного
40%	0,928
45%	0,626
50%	0,27
55%	0,068

По сравнению с Sat4, показатели Sat5 существенно выше. При сдельно-прогрессивной СОР вполне реально достичь 40% удовлетворенности трудом. Что касается показателя Sat5 на уровне 55%, то это становится труднодостижимым результатом. Можно сделать следующий вывод: сдельно-прогрессивная СОР способствует достижению более высоких показателей удовлетворенности, по сравнению со сдельно-премиальной системой оплаты труда. Менее интенсивная нагрузка и умеренная стимуляция персонала позволяет достичь определенного

баланса между производительностью, уровнем качества и степенью удовлетворенности своим трудом.

3.2.5. Выводы по построению эмпирических моделей

Задачи, которые требовалось решить для получения вероятностной аналитики по результатам СОР, следующие: получить значения эмпирической функции распределения показателей СОР, построить их интегральное распределение и оценить вероятности эффективного использования СОР. В данном разделе представлен расчет эмпирических функций распределения результирующих показателей некоторых СОР. Получены значения эмпирических функций распределения, графики их аппроксимации кубическими сплайнами, а также рассчитаны вероятности получения желаемых результатов.

Также, в качестве основных выводов, приведем характеристики СОР, согласно их интегральным распределениям результатов.

1. Сдельная СОР с выработкой Q3. Можно сказать, что функция имеет высокую скорость роста и высокий минимум. Это характеризует сдельную СОР, как хорошо подходящей для стимулирования высокой выработки. Достижение показателя в 90 у.е. с вероятностью 0,99.
2. Сдельно–премиальную СОР с премией за качество можно охарактеризовать как высоко производительную, но и высоко рисковую СОР. С вероятностью 0,99 будет достигнута планка качества в 80% и выработка на уровне сдельной в 90 у.е., однако вероятность высокой «текучести кадров» стремится к 1.
3. Сдельно–прогрессивная СОР по итогам имитационного моделирования представляет компромиссный вариант в плане удовлетворенности трудом между сдельной и сдельно–премиальной СОР. Уровень удовлетворенности с вероятностью 0,9 будет находиться в районе среднего (40%), что частично защитит компанию от массовой «текучести кадров».

3.3. Проверка адекватности результатов моделирования

Как говорилось в разделе 2.6., для любой математической модели требуется проверка адекватности. Это означает, что мы должны оценить полученные результаты на соответствие экономическому и здравому смыслу. Частично этот вопрос затрагивался в разделе 3.1. интерпретации результатов. В данном же разделе, обобщим всю имеющуюся информацию в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 – Консолидированная информация по результатам моделирования

СОР/Результат	Ожидание / результат	Повременно - премиальная	Сдельная	Сдельно-премиальная	Сдельно-прогрессивная	Сдельно-регрессивная
Q	Ожидаемый результат	Рост	Большой рост			
	Результат моделирования	Средний рост 18% с вероятностью 0,6	Средний прирост 30% с вероятностью 0,99			
Qu	Ожидаемый результат	уровень не изменится	Ухудшение	Неизвестен	Ухудшение	
	Результат моделирования	Уровень не меняется	Падение в среднем на 28% с вероятностью 0,99	Средний прирост на 50% с вероятностью 0,64. Риск падения на 12%	Падение в среднем на 28% с вероятностью 0,99	
W	Ожидаемый результат	Рост				
	Результат моделирования	Уровень не меняется с вероятностью 0,9	Средний рост 10% с вероятностью 0,8	Средний рост 14% с вероятностью 0,55	Средний рост 6% с вероятностью 0,7	Средний рост 12% с вероятностью 0,8
Sat	Ожидаемый результат	Неизвестен	Ухудшение			
	Результат моделирования	Средний прирост 23% с вероятностью 0,4. Риск падения на 40%	Падение на 50% с вероятностью 0,9	Падение на 77% с вероятностью 0,9	Падение на 50% с вероятностью 0,5	Падение на 30% с вероятностью 0,4

В таблице отображены результаты моделирования и «ожидаемые результаты». Ожидаемые результаты сформированы исходя из здравого и экономического смысла, подробно описанные в Главе 1. Как видно из таблицы,

некоторые результаты нельзя было предсказать, некоторые результаты существенно отклонились от ожидаемых. Большинство же результатов соответствуют ожиданиям. Рассмотрим подробнее.

Как и ожидалось, выработка Q у всех $СОТ_n$ выросла по сравнению с $СОТ_1$. Причем в «правильных» пропорциях: сдельные $СОТ$ растут с вероятностью 0,99 на 30%, а повременно-премиальная лишь на 18% с вероятностью 0,6. Это вполне ожидаемый и логичный результат.

Показатель качества Q_u также показал себя хорошо. При $СОТ_2$ Q_u не изменилась, в то время как в сдельных $СОТ$ последовало логичное сильное падение качества. Однако, $СОТ_4$ имел непредсказуемый результат, так как было неясно что будет, если платить работникам сдельную ставку, при этом премировать за качество. Моделирование дало ответ на этот вопрос. С высокой долей вероятности качество сильно вырастет на 50%. Риск же падения составляет всего на 12%. Данный результат, как отмечалось выше возможен на предприятиях, где работники сильно замотивированы заработной платой. Тем не менее у этого эффекта есть и обратная сторона, о которой будет сказано ниже.

Ожидалось, что фонд оплаты труда W вырастет при всех $СОТ$. Это оказалось справедливо не всегда. С вероятностью 0,9 при $СОТ_2$ ФОТ не менялся вообще. В сдельных же системах происходил ожидаемый рост. Однако, при $СОТ_4$ вероятность роста хоть и выше, но составляет всего 0,55. Это значит, что при $СОТ_4$ рост будет наблюдаться лишь в половине случаев.

Самый непредсказуемый результат имеет показатель удовлетворенности трудом Sat . Хотя предполагается, что при сдельных вариантах растет «текучесть кадров», вследствие неудовлетворенности трудом, в реальной экономике есть немало подтверждений и обратной ситуации. Этот эффект мы можем наблюдать в результатах моделирования. А именно, в двух сдельных вариантах $СОТ$ почти наверняка будет большое падение Sat и текучесть кадров, а в $СОТ_5$ и $СОТ_6$ это произойдет лишь в половине случаев. По сути это значит, что в реальной экономике примерно в половине предприятий, применяющих сдельно-

прогрессивную и сдельно-регрессивную СОР, можно ожидать даже рост удовлетворенности трудом.

Суммируя всё выше сказанное приведем краткую характеристику каждой СОР.

Повременно-премиальная СОР с премией за выработку. СОР с высокой долей вероятности даст прирост к выработке. Ухудшение качества не будет. Скорее всего заработная плата останется прежней, поскольку далеко не весь персонал сможет достичь планки премии. В связи с этим чуть больше чем на половине предприятий повысится «текучесть кадров» и общее недовольство персонала. С точки зрения адекватности, данное описание СОР полностью соответствует реальной экономике.

Сдельная СОР. Ожидается высокий прирост выработки, одновременно с «зеркальным» падением качества работы. Около 10% повышение ФОТ на фоне значительного падения удовлетворенности трудом, что спровоцирует «текучесть кадров», хотя и не столь сильную. Действительно, введение «чистой» сдельной системы всегда сопровождаются подобными явлениями.

Сдельно-премиальная СОР с премией за качество. Как и в остальных сдельных системах, ожидается высокий прирост выработки. Однако, так как существует премиальная часть за качество, стимулируется с высокой долей вероятности и большой прирост качества. Как следствие в более чем половине случаев наблюдается максимальный прирост ФОТ, среди остальных СОР. Что положительно для работников. В остальных же случаях работники не могут достичь нужных показателей и происходит падение ФОТ, что положительно для работодателя. Вследствие таких неоднозначных результатов почти всегда удовлетворенность трудом будет катастрофически падать и провоцировать высокую «текучесть» кадров. Действительно, с точки зрения здравого смысла, такая ситуация и будет наблюдаться в реальной экономике. Работникам сулит высокий заработок за высокую выработку и высокое качество. Работник прикладывает большие усилия, но лишь в половине случаев у него получается добиться нужных показателей. И даже, если работник в итоге получает

максимальную заработную плату, он всё равно работает в режиме «перегрева ресурсов». Таким образом быстро уставая и в итоге увольняясь. Такая ситуация типична для фирм во время кризисов. Тогда речь идет о кратковременном извлечении прибыли с целью «выживания», а не стратегическом планировании и сохранении кадров.

Сдельно-прогрессивная СОТ. Выработка и качество аналогично простой сдельной системе. Из всех сдельных систем ожидается наименьший прирост ФОТ всего 6%. Это связано с тем, что далеко не всегда работники сальны выходят за планку повышенного тарифа. В связи с этим в половине случаев произойдет значительное падение удовлетворенности трудом. В целом, данная СОТ выглядит как компромиссный вариант для роста выработки, при небольшом росте ФОТ и среднем падении удовлетворенности.

Сдельно-регрессивная СОТ. Аналогична сдельно-прогрессивной с отличием в показателях W и Sat . Они склоняются в другую сторону. ФОТ растет больше, но удовлетворенность трудом падает меньше и скорее всего не произойдет вообще. По сути этот вариант нечто среднее между чистой сдельной и сдельно-прогрессивной СОТ.

Таким образом, каждый результат каждой СОТ соответствует здравому смыслу и экономической логике. В ходе моделирования нет ни одного необъяснимого или противоречивого случая. Каждая СОТ имеет свои преимущества и недостатки для разных экономических ситуаций. Можно сделать вывод, что построенная модель действительно адекватна.

3.4. Описание СППР «Оплата труда»

3.4.1. Цели и задачи СППР «Оплата труда»

После получения результатов имитационного моделирования мы имеем научно обоснованные данные, на основе которых разработана СППР «оплата труда». При создании СППР были применены: для проектирования ГОСТ 19.701-90, методология функционального моделирования IDEF0, разработка

программного кода посредством Python 3.10.2, интерфейс разработан с помощью библиотеки TKinter для Python.

Цели СППР «Оплата труда»:

1. Повысить эффективность работы российских предприятий;
2. Дать возможность принять взвешенное решение ТОП менеджменту предприятий, касательно систем оплаты труда на предприятии;
3. Снизить социальные и экономические риски, при смене систем оплаты труда на предприятии

Задачи СППР «оплата труда»:

1. Предоставить пользователю возможность указать данные его предприятия;
2. Предоставить пользователю возможность самостоятельно определять уровень риска для ряда параметров;
3. На основе данных, заложенных в ПО и данных предоставленных пользователем, осуществлять подбор «оптимальных» вариантов СОТ;
4. Предоставить пользователю информацию для принятия решений. А именно: прогнозные значения параметров на его предприятии, вероятность и размер риска, в том числе в виде диаграммы.

3.4.2. Схема принятия решений с помощью СППР «Оплата труда»

Схематичное изображение принятия решений с использованием СППР «Оплата труда» осуществлено посредством методологии функционального моделирования IDEF0 [151]. Процесс принятия решения о смене СОТ представлен на рисунке 3.4.1.

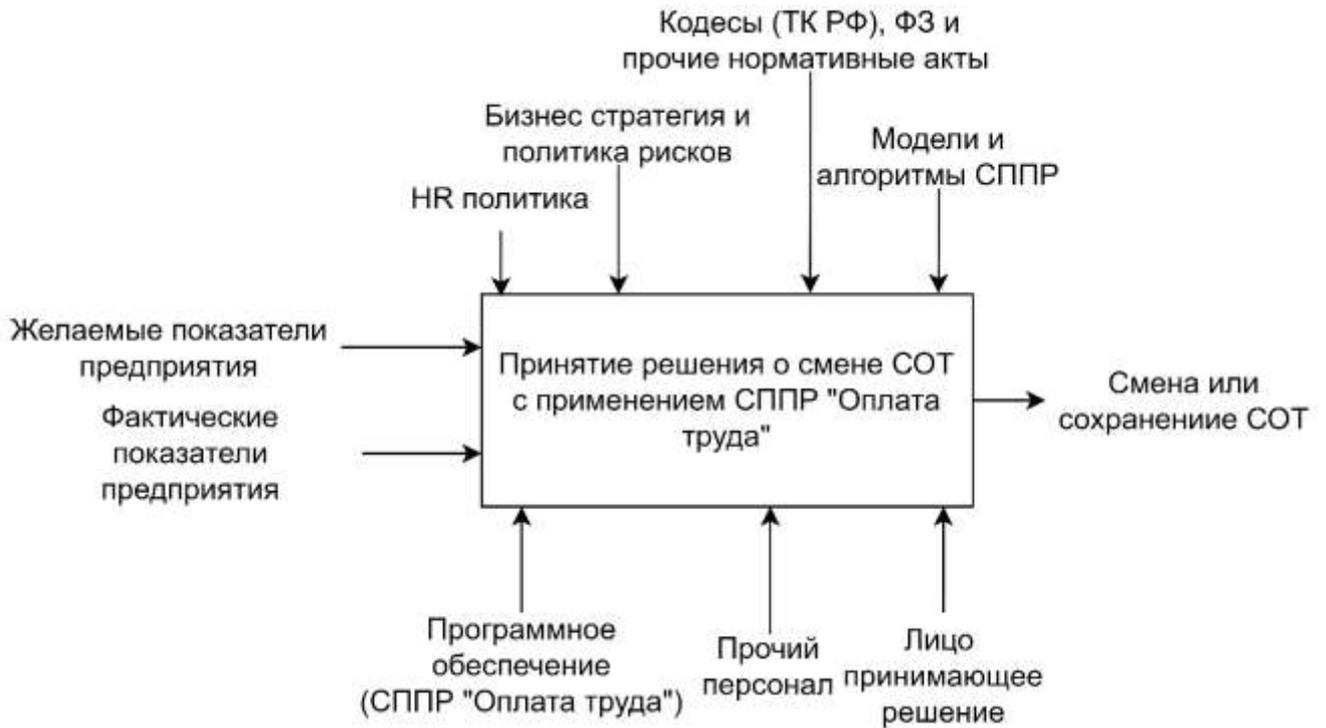


Рис. 3.4.1 Процесс принятия решения о смене COT

Входами являются «план» (желаемые показатели предприятия и желаемые уровни рисков) и «факт» (фактические показатели) работы предприятия. В ходе процесса принятия решения о смене COT, данные входы преобразуются в единственно возможный выход – решение о смене или сохранении текущей COT.

Сам процесс осуществляется с помощью трех стрелок «механизма». Это ПО, ЛПР и прочий персонал предприятия. Управляют процессом: законодательные акты (кодексы, ФЗ и прочие), HR политика предприятия, бизнес стратегия и политика рисков, а также данные модели и алгоритмы СППР (см. Глава 2 и Глава 3).

Рассмотрим декомпозицию процесса принятия решения о смене COT на рисунке 3.4.2.

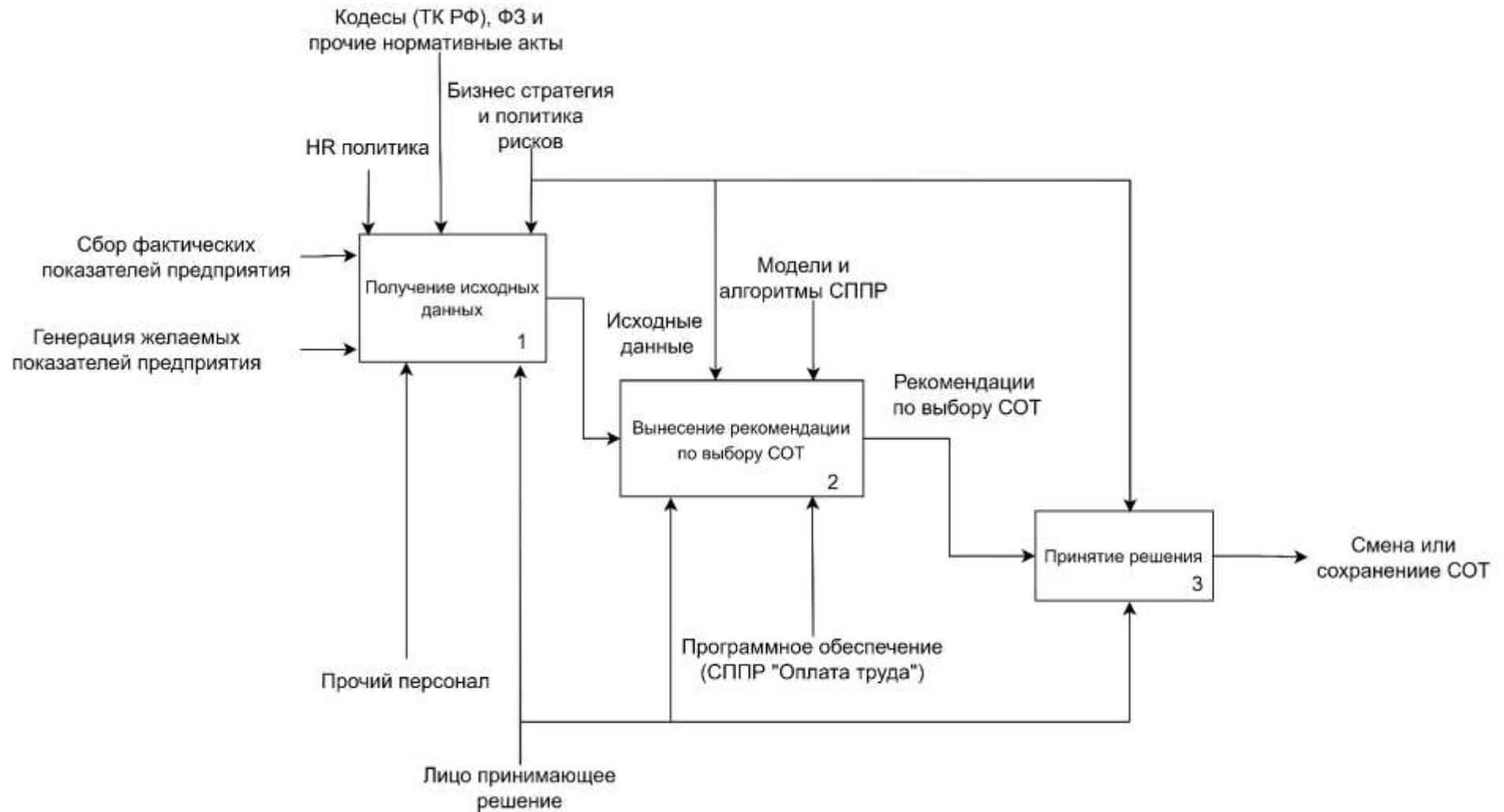


Рис. 3.4.2 Декомпозиция процесса принятия решения о смене COT

Блок 1: получение исходных данных. Цель блока – получить данные, которые могут быть использованы для решения поставленной задачи. Во-первых, ЛПР (стрелка) механизма запрашивает в разных отделах предприятия (привлекается прочий персонал) информацию о фактических показателях предприятия, в том числе проводит исследование на уровень удовлетворенности трудом. Во-вторых, привлекает прочий персонал к обсуждению и генерации желаемых показателей предприятия. Во время этого процесса ЛПР и прочий персонал опираются на законодательство в сфере труда и занятости, HR политику предприятия, опыт работы в отрасли, бизнес стратегию предприятия, учитывают потенциальные риски.

Блок 2: вынесение рекомендаций по выбору СОТ. Цель блока – получить рекомендации на основе исходных данных. В качестве механизма выступает ЛПР, который использует интерфейсы СППР «Оплата труда». Главная управляющая стрелка представлена моделями, алгоритмами и результатами имитационного моделирования в вопросах СОТ. Декомпозиция данного блока и его функционирования представлена в п. 3.4.3.

Блок 3: принятие решения. ПО предоставляет ЛПР информацию, поддерживающую решение о смене или сохранении текущей СОТ. В итоге, ЛПР опираясь на бизнес стратегию и политику рисков принимает решение.

3.4.3. Схема функционирования СППР «Оплата труда»

Схематичное изображение работы ПО осуществлено посредством методологии функционального моделирования IDEF0 [151]. Рассмотрим рис. 3.4.3.



Рис. 3.4.3 Схема работы СППР «Оплата труда»

СППР «Оплата труда» выполняет главную функцию – вынесение рекомендации по выбору СОТ. Стрелками входа обозначено, что ПО получает для обработки – исходные данные (согласно схеме 3.4.2). Это натуральные показатели предприятия, критерии в виде желаемых параметров и ограничения, выраженные в уровнях риска. Данные входы должны быть обработаны с помощью ПО и превратиться в выход, а именно в вынесение рекомендации по выбору СОТ. Обработка производится при помощи ПО и ЛПР (см. стрелки механизма). Управляющие же стрелки представляют собой бизнес-стратегию, политику рисков и две базы данных ПО, которые были получены на основе моделей и алгоритмов СППР, изложенных в Главе 2.

Рассмотрим рис. 3.4.4, на котором изображена декомпозиция работы СППР «Оплата труда».

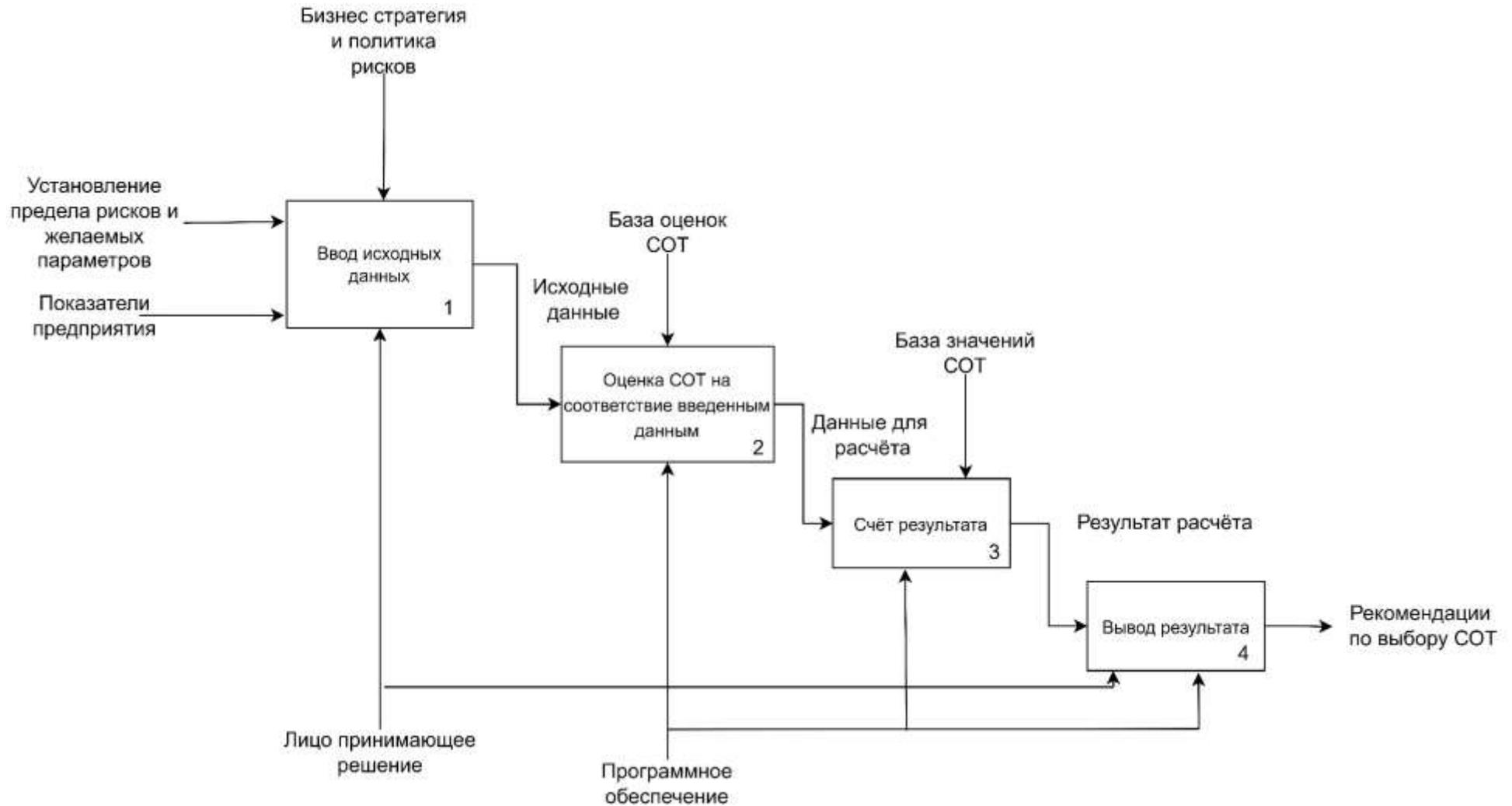


Рис. 3.4.4 Декомпозиция схемы работы СППР «Оплата труда»

Блок 1: ввод исходных данных. Цель блока - трансформировать входную информацию в вид пригодный для обработки ПО. ЛПР вводит данные в соответствующем интерфейсе ПО, основываясь на бизнес-стратегии и политике рисков конкретного предприятия. «Входами» данного блока являются натуральные показатели предприятия и различные критерии и ограничения, которые устанавливает ЛПР. Итогом данного блока являются «исходные данные», то есть «готовая» для обработки информация.

Блок 2: Оценка СОТ на соответствие введенным данным. Цель блока – провести проверку исходных данных на противоречивость и выполнить отбор релевантных СОТ. Противоречия выражаются в том, что ЛПР может задать слишком низкие риски, при требующихся высоких результатах. Таким образом, ни одна СОТ не может отвечать подобным условиям. И наоборот, при слишком высоких рисках и низких результатах, любая СОТ будет подходящей. ПО осуществляет проверку автоматически, основываясь на данных о различных СОТ, полученных с помощью имитационного моделирования (см. Глава 2 и Глава 3). Итогом блока является отсев всех нерелевантных СОТ и перевод «исходных данных» в статус «данные для расчёта».

Блок 3: Счёт результата. Цель блока – произвести расчёт для получения результатов расчёта. ПО использует данные из базы различных значений по всем СОТ (база получена с помощью имитационного моделирования). Из базы значений СОТ выбираются данные только релевантных СОТ и производится расчёт на основе «данных для расчёта».

Блок 4: вывод результата. Цель блока – вывод рекомендаций по выбору СОТ. ПО выводит результаты, в виде диаграмм и сравнительных таблиц. Таким образом, ЛПР получает информацию для принятия решений. Итогом блока вывод рекомендаций по выбору СОТ.

3.4.4. Алгоритм функционирования СППР «Оплата труда»

Опишем СППР «оплата труда» в виде двух частей: алгоритма функционирования самой программы и принципа её работы, интерфейсной части

и инструкции для пользователя. Обратимся к рисунку 3.4.5 и последовательно опишем каждый шаг работы СППР согласно ГОСТ 19.701-90.

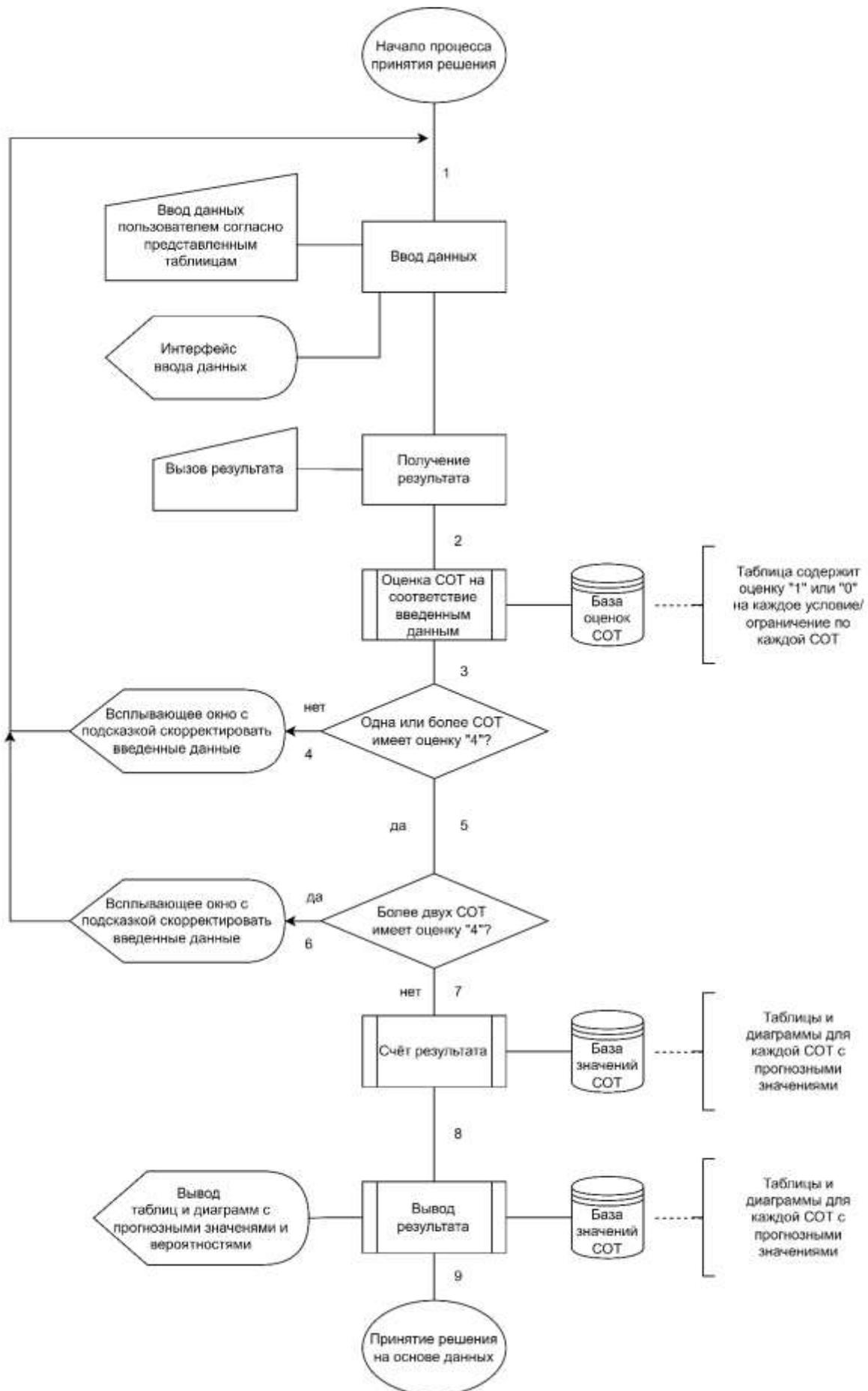


Рис. 3.4.5 – Алгоритм работы ПО СППР «Оплата труда»

Шаг 1. В интерфейсной части (см. раздел 3.4.5.) пользователь вводит данные своего предприятия и задает уровни рисков для разных параметров.

Шаг 2. ПО обращается в заложенную таблицу COT_n (см. таблицу 3.4.1)

Таблица 3.4.1 – таблица по выбору COT в СППР «оплата труда»

	Критерии и риски	Значение	$COT2$	$COT3$	$COT4$	$COT5$	$COT6$
Q	Рост производительности	30%	0	1	1	1	1
		15%	1	1	1	1	1
Qu	Допускается падение качества	0%	1	0	0	0	0
		-12%	1	0	1	0	0
		-25%	1	1	1	1	1
W	Допускается Рост ЗП	0%	1	0	0	0	0
		5%	1	0	0	1	0
		10%	1	1	0	1	0
		15%	1	1	1	1	1
Sat	Допускается риск понижения удовлетворенности трудом	-35%	1	0	0	1	1
		-50%	1	1	0	1	1
		-70%	1	1	1	1	1

Таблица 3.4.1 представляет собой набор критериев и рисков и по сути дублирует интерфейс из шага 1. Пользователь на Шаге 1 выбирает один из вариантов в колонке «значение» для каждого критерия и риска. В свою очередь каждому выбору соответствует та или иная COT . Если COT_n «вписывается» в заданный параметр, то ей присвоено значение «1», если нет – «0». Как можно заметить, если везде выбрать максимальный риск по всем параметрам, то каждая COT будет подходить под выбор.

ПО производит суммирование по каждому столбику таблицы 3.4.1 в соответствии с заданными параметрами шага 1. Таким образом, если COT набирает 4 балла, это значит, что она соответствует каждому критерию, выбранному пользователем.

Шаг 3. ПО проводит проверку на количество положительных результатов.

Шаг 4. Если пользователь задал слишком низкие риски, при высоком уровне выработки, ни одна COT не может соответствовать этим требованиям. Суть состоит в том, что невозможно добиться экономической эффективности, без

каких либо рисков. ПО предлагает пользователю вернуться к шагу 1 и установить более высокие риски.

Шаг 5. ПО проводит проверку на количество положительных результатов. Для удобства пользователя, предлагается выводить не более двух СОТ.

Шаг 6. Если пользователь определил слишком высокие риски по всем параметрам, логично что под это подойдут практически все СОТ. ПО предлагает пользователю вернуться к шагу 1 и установить более низкие риски или критерии.

Шаг 7. ПО производит расчёт на основе базы данных СОТ и значений шага 1 «ввод данных».

Шаг 8. ПО выводит результаты на экран. Отображены положительные изменения и их вероятность для предприятия, а также риски отрицательных эффектов и их вероятность. ПО строит сравнительную гистограмму вероятностей.

Шаг 9. Конец алгоритма, принятие решения. Сохранение результатов в формате pdf.

3.4.5. Порядок работы с программой и ее интерфейс

В данном разделе опишем использование СППР с точки зрения интерфейса и пользователя. Первое с чем предстоит работать пользователю в интерфейсной части – это 2 таблицы «Параметры» и «Ограничения» см. рисунок 3.4.6.

Справка	Ввод данных		Справка
	Введите данные	Эквивалент	Справка
	Выработка		Введите количество кв. продукции, которое ежемесячно производит работник
	Качество продукции		Введите по вашему мнению уровень качества продукции, который производит работник от 1% до 100%
	Удовлетворенность		Введите по вашему мнению уровень удовлетворенности работников трудом от 1% до 100%, где 1% – работники не рады увольнению.
	Фонд оплаты труда		Введите ежемесячный фонд оплаты труда в рубле, включая налоги
	Критерии и ограничения	Вероятность	Справка
	Живительный рост выработки	30 %	Поставьте желаемый уровень роста выработки после смены СОТ
		15 %	
	Допускается падение качества	0 %	Существует риск падения качества продукции после смены СОТ. Укажите приемлемый уровень падения качества в случае реализации риска
		-12 %	
		-25 %	
	Допускается Рост ЗП	0 %	Существует высокая вероятность роста фонда оплаты труда после смены СОТ. Укажите желаемый для компании рост фонда оплаты труда
		5 %	
		10 %	
		15 %	
	Допускается риск снижения удовлетворенности трудом	30 %	Существует риск падения удовлетворенности трудом работников, что в дальнейшем может привести к "току крови людей". Укажите приемлемый уровень удовлетворенности трудом в случае реализации риска
		40 %	
		-10 %	

Рис. 3.4.6 – Интерфейс СППР «Оплата труда»

В таблице «Параметры» пользователь должен ввести данные своего предприятия. А именно: выработку, уровень качества продукции, удовлетворенность трудом работника и текущий фонд оплаты труда. Для каждого параметра представлена справка. В таблице «Ограничения» пользователь должен выбрать требующуюся выработку и допустимый уровень падения показателей в случае реализации риска. К каждому ограничению также прилагается справка (Приложение Ж).

Вторая часть интерфейса – это вывод результатов, где пользователю представлены наиболее подходящие СОР (см. рисунок 3.4.7)

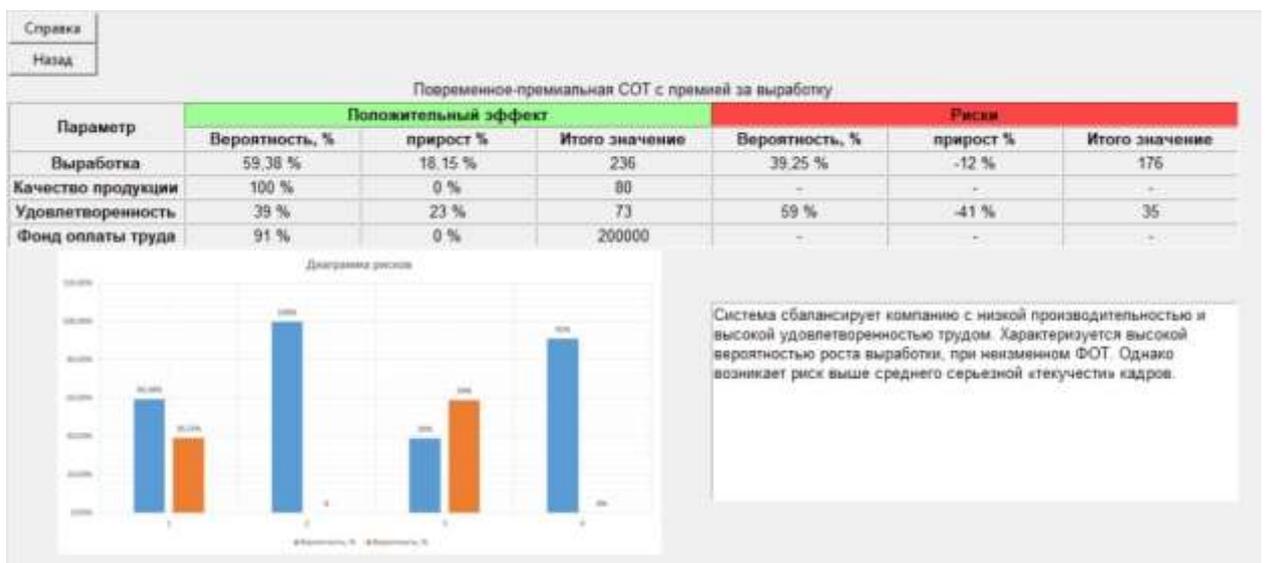


Рис. 3.4.7 - Интерфейс СППР «Оплата труда»

Пользователю предлагается, опираясь на гистограмму, самостоятельно «взвесить» риски для каждого показателя. Таблица разделена на две части: положительный эффект и риски. Таким образом, пользователь наглядно видит что он получает и чем рискует.

Порядок работы с СППР «оплата труда» с точки зрения пользователя:

1. Ввести параметры
2. Ввести ограничения (т.е. установить уровень рисков)
3. Следовать подсказкам в случае «ошибок»
4. Нажать на кнопку «Получить результат»
5. Ознакомиться с предложенными СОР
6. Принять решение, при необходимости сделать выгрузку в pdf.

3.4.6. Сравнение СППР «Оплата труда» с аналогами

В п. 1.5. описан большой перечень ПО, выполняющего схожие с СППР «Оплата труда» функции. ПО было условно разделено на 3 большие категории: комплексные программные продукты, отраслевые программные продукты, теоретические изыскания. Проведем сравнение разработанной СППР с представителями каждой группы ПО.

Примем за основу, как описано в Главе 1, что СОТ является ключевым элементом в системе УЧР. Соответственно критерии должны опираться на главную цель ЛПР в этом вопросе – принять решение о смене или сохранении СОТ, с целью повышения эффективности фирмы. Сформулируем критерии для сравнения, в том числе вытекающие из схемы принятия решения о смене СОТ и потребностей ЛПР (см. рис. 3.4.1). Для принятия взвешенного решения, касаемого СОТ на предприятии, СППР должна иметь следующие функции и свойства. Во-первых, иметь простой интерфейс. Во-вторых, ЛПР должен иметь возможность задавать ситуативные параметры, выраженные в критериях и ограничениях. В-третьих, СППР должна иметь набор предлагаемых рекомендаций (или заложенных в ПО, или генерируемых). В-четвертых, СППР должна иметь выраженную направленность на принятие решений именно в выборе СОТ. По данным критериям проведено сравнение в таблице 3.4.2

Таблица 3.4.2 – сравнение актуальных СППР и «Оплата труда»

	Комплексные ПО	Отраслевые ПО	Теоретические изыскания	СППР «Оплата труда»
Простой интерфейс	-	+	-	+
Ситуативные параметры	+	-	+ / -	+
Набор рекомендаций	+ / -	+	+ / -	+
Направленность на вопросы выбора СОТ	-	-	+	+

Естественно, что ПО в каждой группе не совсем однородны. Какие-то из них более ориентированы на выбор и разработку СОТ, какие-то имеют более

простой или сложный интерфейс и т.д. Однако, в целом общие тенденции однотипны. Приведем конкретные примеры, иллюстрирующие данное сравнение.

В группе комплексных ПО рассмотрим «Парус» и «Oracle» (см. рис. 3.4.8)

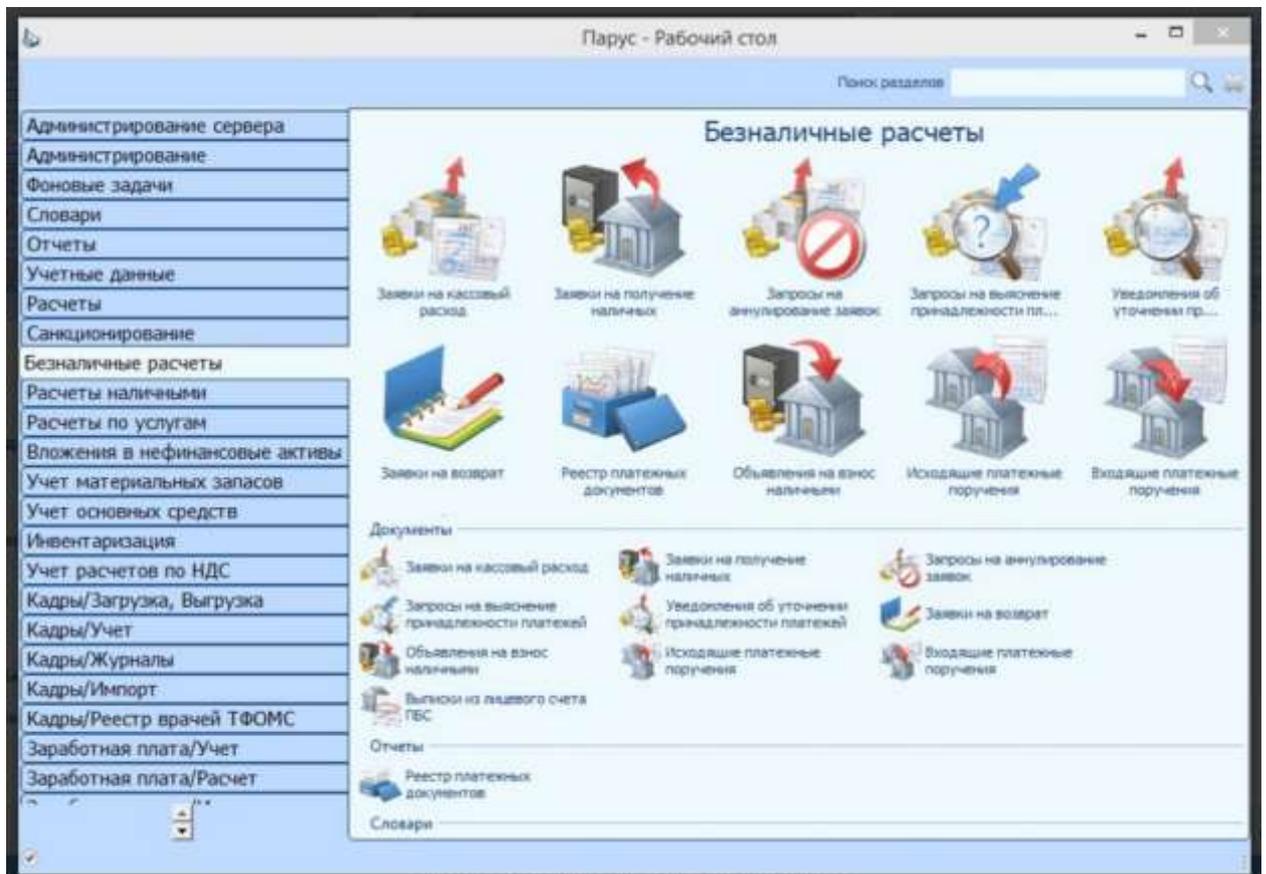


Рис. 3.4.8 Интерфейс ПО «Парус»

На рис. 3.4.8 показан интерфейс «Паруса», громоздкий с большим функционалом в основном с учётными функциями, а не аналитическими. Обратим внимание на меню в левой нижней части, где можно увидеть в основном кадровый учёт, функционал по начислению заработной платы итд.

Если же обратиться к описанию модулей и настроек Oracle, то можно заметить более богатый функционал в вопросах СОР. Данное ПО представляет пакеты с табельным, кадровым учётом, отдельный пакет с формированием компенсационных схем, планирование затрат на ФОТ и многое другое.

Для комплексных ПО характерен главный недостаток – громоздкость и сложность. Именно это нивелирует решение главной задачи. В некоторых ПО присутствует функционал согласования СОР со стратегией предприятия (аналог критериев и ограничений). Также можно встретить функционал, который

предполагает прогнозирование поведения персонала при добавлении определенных компенсационных выплат.

Для отраслевых ПО, как упоминалось в Главе 1, характерен небогатый функционал, в основном опирающийся на функции кадрового учёта и расчёта заработной платы. Однако этот критерий даёт главный плюс – простота интерфейса и восприятия. Характерен низкий уровень аналитики и по сути вопрос о смене или модернизировании СОТ не ставится. Тем не менее, в некоторых из этих ПО есть функционал прогнозирования ФОТ от выработки на предприятии или производственных планов.

Что касается третьей группы ПО, то главный их недостаток – отсутствие самого воплощения. Хотя сами модели, функционал и подходы описаны весьма подробно. Есть направленность на улучшение СОТ, во многих присутствует вариативность ситуаций и даётся спектр рекомендаций. Однако, стоит отметить, что все эти свойства носят скорее не фундаментальный, а поверхностный характер.

В завершении сравнения, подчеркнем, что СППР «Оплата труда» - специфическое ПО, направленное строго на решение одной задачи. Интерфейс прост и понятен, учитывается ситуативность по 4 критериям. В целом, модель и подход, заложенный в ПО может быть воплощен в качестве отдельного аналитического модуля для крупных ПО из первой группы.

3.5. Апробация программного обеспечения

Апробация программного обеспечения проходила в течение 6 месяцев на трех разнородных предприятиях: ООО НПК «Электро-тепловые технологии» - производство технических и криогенных газов, ООО «Медекс» - производство шариковых подшипников, ИП Калегов – строительно-монтажные работы.

Алгоритм апробации следующий:

1. Подбор, описание цеха и группы работников для апробации
2. Сбор «вводных данных»
3. Выбор новой СОТ и её внедрение

4. Сбор «выходных данных»
5. Сверка ожидаемых и фактических показателей

3.5.1. Апробация на предприятии ООО НПК «ЭТТ»

Для апробации был выбран цех производства кислорода технического. Данный вид деятельности относится к опасным производственным объектам. Технологический процесс представляет собой превращение кислорода в жидкой фазе ($t -186^{\circ}\text{C}$) в газообразное агрегатное состояние с последующей его закачкой в баллоны под давлением 150 кг/см^2 . Стандартная смена – 2 человека. В сутки работает 2 смены.

Технологические операции:

1. Перелив жидкого кислорода из транспортного сосуда в рабочий сосуд АГУ 2М;
2. Подключение к наполнительной рампе газовых баллонов в количестве 20 шт.;
3. Запуск оборудования и старт производства;
4. Каждый час осуществить переподключение газовых баллонов. Смена наполненных баллонов на пустые;
5. Шаг 4 повторяется всю смену, пока не будет израсходован весь жидкий кислород.

Основной экономический риск – завершение смены, в то время как не весь жидкий кислород испарен и помещен в баллоны. Если часть кислорода осталась в жидкой фазе, продукция испарится и будет потеряна до прихода 2-й смены. Этого можно избежать, если персонал на производстве увеличат темп и точность работы. Особенно на шаге 4. Основное время теряется на перемещении и подключении баллонов. Вводные и выходные данные для данного предприятия представлены в приложении Ж.

Далее опишем полный процесс принятия решения с использованием СППР «Оплата труда» (схема изложена на рис. 3.4.2).

Шаг 1: получение исходных данных. Для Этой цели были привлечены: исполнительный директор компании (ЛПР), начальник производства, главный бухгалтер, главный инженер. Главный бухгалтер предоставил точные данные ФОТ, начальник производства – статистические данные о выработке и качестве продукции. Провели совместное обсуждение в рамках всей рабочей группы с целью выявления желаемых показателей предприятия. А именно была оценена перспективность и физическая возможность увеличения выработки. Был составлен план по управлению качеством, с целью недопущения резкого падения. Проведена консультация с главным бухгалтером о влиянии повышения ФОТ на экономику предприятия с учётом потенциального роста выработки. А также на основе опыта работы была оценена перспективность и ущерб от возможной текучести кадров.

Шаг 2: вынесение рекомендации по выбору СОТ. Все исходные данные, полученные в шаге 1 были введены в программу с использованием интерфейса СППР «Оплата труда». Итог параметров, заданных в ПО представлен на рисунке 3.5.1.

Ввод данных		
Вводные данные	Значение	Справка
Выработка	156	Введите Количество ед. продукции, которые ежемесячно производят работники
Качество продукции	150	Введите по вашему мнению уровень качества продукции, который производят работники от 1% до 100%
Удовлетворенность	70	Введите по вашему мнению уровень удовлетворенности работников трудом от 1% до 100%, где 1% - работники на грани увольнения.
Фонд оплаты труда	67800	Введите ежемесячный фонд оплаты труда в рублях, включая налоги
Критерии и ограничения	Приоритет	Справка
Желаемый рост выработки	30 % <input checked="" type="checkbox"/>	Поставьте желаемый уровень роста выработки после смены СОТ
	15 % <input type="checkbox"/>	
Допускается падение качества	0 % <input type="checkbox"/>	Существует риск падения качества продукции после смены СОТ. Укажите приемлемый уровень падения качества в случае реализации риска
	-12 % <input type="checkbox"/>	
	-25 % <input checked="" type="checkbox"/>	
Допускается Рост ЗП	0 % <input type="checkbox"/>	Существует высокая вероятность роста фонда оплаты труда после смены СОТ. Укажите возможный для компании рост фонда оплаты труда
	5 % <input type="checkbox"/>	
	10 % <input checked="" type="checkbox"/>	
	15 % <input type="checkbox"/>	
Допускается риск понижения удовлетворенности трудом	-35 % <input type="checkbox"/>	Существует риск падения удовлетворенности трудом работников, что в дальнейшем может привести к "текучке кадров". Укажите приемлемый уровень удовлетворенности трудом в случае реализации риска
	-60 % <input checked="" type="checkbox"/>	
	-70 % <input type="checkbox"/>	
Показать результаты		

Рис. 3.5.1 Заданные параметры в СППР «Оплата труда»

После вызова функции «показать результаты», ЛПР были представлены наиболее подходящие СОР под заданные параметры (см. рисунок 3.5.2).



Рис. 3.5.2 Результат работы ПО по заданным параметрам

Шаг 3: Принятие решения. Согласно результатам обработки исходных данных, ПО рекомендовало выбрать одну из двух СОР – сдельной и сдельно-прогрессивной СОР. Они имеют идентичные прогнозы по выработке и качеству, однако различаются в уровнях риска удовлетворенности трудом и показателях ФОТ. Тем не менее, отличия для ЛПР оказались не столь критичны и приоритет был отдан простой сдельной СОР в силу простоты её понимания. Результаты внедрения в течение 6 месяцев представлены на рисунке 3.5.1.



Рис. 3.5.3 – Результат внедрения НПК «ЭТТ»

На практике реально измеримыми показателями являются выработка, качество и ФОТ. Для измерения удовлетворенности трудом требуется глубокое анкетирование и психологическая диагностика, которую было решено не применять. Данные же выработки, качества и ФОТ были тщательно измерены. На рисунке 3.5.3 представлены ожидаемые и фактические данные. Выработка полностью оправдала прогнозное значение. Прирост составил 27%, при ожидаемых 29%. Показатель ФОТ вырос несколько больше 15% против 10%. Показатель качества упал лишь на 10%, вместо 28% ожидаемых. Это связано с тем, что в случае наполнения газовых баллонов контроль качества достаточно простой. Вместе с этим работникам не нужно прикладывать значительные усилия для сохранения качества. Своевременный контроль качества позволил не допустить значительного падения. Сложнее оценить удовлетворенность трудом работников. В первые 4 месяца она однозначно пошла на спад, спровоцировав увольнение одного из работников. Однако ситуация в целом стабилизировалась.

Итог апробации: все прогнозы СППР «оплата труда» сделаны верно, получен значительный экономический эффект о чем свидетельствует справка о внедрении приложение Ж.

3.5.2 Апробация на предприятии ООО «Медекс»

Производство шариков для подшипников – сложный многоэтапный процесс. Основные этапы – это нарезка заготовок из проволоки подшипниковой стали ШХ-15, далее отрезание и прессовка заготовок шариков – тел качения, их обжиг и шлифовка. Для апробации СППР «оплата труда» был выбран цех по подготовке заготовок-прутков на правильно-отрезном станке. В цехе работает несколько правильных аппаратов, на каждом по 2 человека за одну смену. Для апробации выбрана бригада на 1 аппарате.

Технологические операции:

1. Настройка оборудования на щите управления
2. Установка проволоки
3. Регулировка выпрямляющих роликов правильно-станка
4. Фиксация проволоки
5. Завершение настройки и запуск оборудования
6. Повторение шага 2 всю смену

Скорость работы персонала зависит от быстроты смены бухт проволоки и скорости настройки выпрямляющих роликов. Важно не перетянуть и не ослабить проволоку в роликах. Вводные и выходные данные для данного предприятия представлены в приложении Ж. Менеджментом была выбрана повременно-премиальная СОТ с премией за выработку. Результаты внедрения в течение 6 месяцев представлены на рисунке 3.5.4.

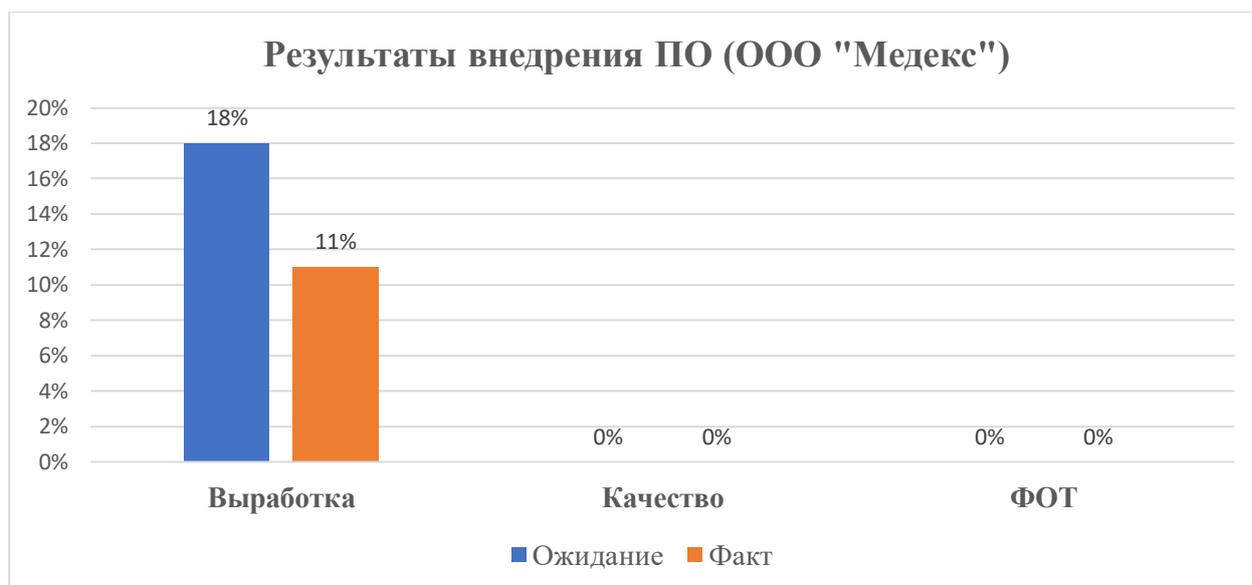


Рис. 3.5.4 - Результат внедрения ООО «Медекс»

По результатам внедрения можно сделать следующие выводы. Во-первых, реализовалось событие с приростом выработки. Прирост оставил 11% против ожидаемых 18%. Как и предполагалось качество работы не пострадало. Это также обусловлено, что данный вид работ не является «чистовым», а оборудование достаточно точное. Как следствие удалось избежать потери качества. Также фонд оплаты труда не изменился, так как работники легко добивались планки выработки для получения премии. Хотя наблюдалось некое колебание удовлетворенности трудом, вскоре она вернулась к прежнему стабильному уровню и удалось избежать «текучести» кадров. Во многом это обусловлено неизменности ФОТ.

В итоге, получен положительный экономический эффект. Вектор, который был задан в СППР «оплаты труда» был верен и позволил улучшить показатели предприятия.

3.5.3. Апробация на предприятии ИП Калегов

ИП Калегов оказывает спектр услуг по работе с коммерческой недвижимостью. В том числе на постоянной основе работает с бригадами по очистке территории промышленных предприятий от твердых бытовых отходов, бурьяна, лома черных и цветных металлов. Очистка территории осуществляется

ненормированным количеством человек, в зависимости от задач и предварительного осмотра территории. Оплата устанавливается за чел/часы.

Вводные и выходные данные для данного предприятия представлены в приложении Ж. Менеджментом была выбрана сдельно-прогрессивная СОР с премией за выработку. Результаты внедрения в течение 3 месяцев представлены на рисунке 3.5.5.

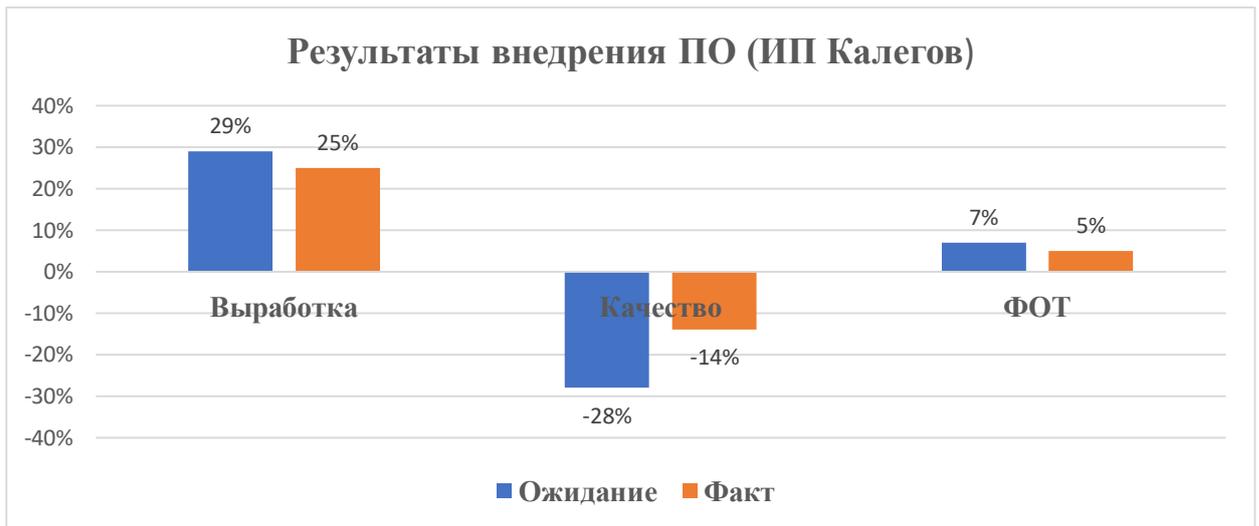


Рисунок 3.5.5 - Результат внедрения ИП Калегов

У данных работ существует нюанс: сложность оценки качества работ. Она всегда субъективна. Измеряется в «чистоте» территории. Невозможно достоверно сказать насколько качественно выполнена работа. Заказчик, при приемке работы оценивает качество сам. В период апробации качество оценивалось по отзывам заказчиков. При старте апробации отзывы были положительные, по завершении апробации стали появляться незначительные претензии. Можно сказать, что отзывы сменились на нейтральные. Ожидалось падение качества на 28%. Учитывая, что качество оценить сложно, но при том, что отзывы «ухудшились», но не критично, мы полагаем, справедливо взять половину от ожидаемого ухудшения -14%.

Выработка считается как Гектар (Га) «очищенные» за неделю. Выработка увеличилась практически до ожидаемого уровня на 25%. Фонда заработной платы в пересчёте на 1 Га прирост на 5%. Что касается удовлетворенности трудом, то в

команде из 5 человек произошла 1 замена. В целом же состояние персонала выровнялось и стало стабильным.

Таким образом, прогноз СППР «оплата труда» был дан верно. Компания и работники получили положительный экономический эффект.

3.5.4 Выводы по апробации ПО СППР «оплата труда»

По итогу внедрения ПО в трех разнородных компаниях, можно сделать содержательные выводы:

1. СППР во всех случаях обеспечила правильный вектор принятия решений
2. В большинстве случаев прогнозы показателей оправдались или были близки к этому
3. Во всех случаях «негативные» стороны изменений поддавались корректировке. Например, благодаря контролю качества удавалось избежать резкого падения. Аналогично была предотвращена «текучесть» кадров с помощью приемов менеджмента и психологии
4. Рост и падение показателей в значительной степени зависит от технологических и бизнес-процессов. Однако, СППР показывает правильный вектор движения показателей. То есть в случае «неконтролируемого» развития ситуации, показатели скорее стремятся к ожидаемым.
5. Обратим внимание на то, что во время апробации была «текучесть» кадров. Тем не менее данных работников было легко заменить. В связи с этим настоятельно не рекомендуется применять СППР к особо ценным работникам или работникам «интеллектуального» труда. Так как накопленные навыки и знания быстро восстановить не удастся.

3.6. Выводы по главе 3

Третья глава диссертации решает несколько ключевых задач всего исследования. Во-первых, воплотить описанную математическую модель СОТ (см. Главу 2) в виде программного кода. Во-вторых, провести само имитационное

моделирование, получить результаты и интерпретировать их. В-третьих, на основе результатов моделирования создать и описать ПО СППР «оплата труда». В-четвертых, описать результаты апробации данного ПО.

По итогам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Интерпретация результатов моделирования, в частности расчёт коэффициентов вариации результатов СОТ, показала однородность совокупности. Это означает, что комбинации видов распределения случайных величин, в расчетах результатов СОТ, не влияют на результирующие показатели. Таким образом, для создания СППР можно использовать синтетические данные.
2. Интерпретация результатов моделирования показала, что все полученные показатели СОТ соответствуют здравому смыслу и экономической логике. Каждый результат СОТ объясним, встречает примеры в реальной экономике и показатели не противоречат друг другу.
3. Результаты моделирования по каждой СОТ проанализированы друг относительно друга. Каждой СОТ дана характеристика, которая совпадает с общепринятыми экономическими свойствами каждой СОТ. Исходя из этого сделан вывод об адекватности построенной модели.
4. Создано и подробно описано ПО – СППР «Оплата труда». В качестве ядра программы используются закономерности, выявленные в ходе моделирования. В частности, изложены алгоритмы работы программы, представлен программный код, описан интерфейс.
5. СППР «оплата труда» успешно апробирована на трех разнородных предприятиях в течение 6 месяцев. Результаты апробирования подробно изложены в приложениях к диссертации и соответствующем разделе.
6. Основные выводы апробации. ПО позволило пользователю правильно определить вектор управленческого решения. В большинстве случаев фактические показатели стремятся к ожидаемым. После принятия управленческого решения с помощью СППР «Оплата труда» можно

частично избежать негативных последствий и рисков, по ситуации применяя приемы из области менеджмента и психологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе диссертационной работы была решена важная народно-хозяйственная задача – выбор оптимальной системы оплаты труда для производственного персонала на предприятии. Для решения данной задачи была поставлена цель – разработать модели, алгоритмы и, как итог, СППР по выбору СОТ на предприятии.

В соответствии с целями и задачами, по итогу диссертационного исследования были получены следующие основные выводы и результаты:

1. За последние 100 лет СОТ значительно усложнились и подробно изучались. С 2016 года опубликовано более 35000 научных работ по проблемам оплаты труда. Однако многие вопросы функционирования, выбора и внедрения СОТ на предприятиях остаются актуальными и нерешенными.
2. Существует десятки СППР по вопросам связанным с СОТ, но по сути они являются не более чем учётными программами. Главная сложность – отсутствие определенности будущего предприятия при внедрении новых СОТ. Таким образом, страх нарушения ритма работы предприятий вынуждает менеджеров придерживаться проверенных простых, но неэффективных СОТ. В итоге упускается значительный экономический эффект.
3. Для разработки СППР по выбору СОТ на предприятии, где пользователь мог бы видеть предиктивную аналитику, требовалось провести соответствующее исследование. А именно, ввиду отсутствия панельных данных, рассмотреть СОТ с точки зрения теории вероятности и математической статистики.
4. Была разработана математическая модель СОТ. Её главной особенностью является учёт случайных факторов, которые присутствуют в «реальной» экономике.
5. При разработке математической модели были применены системный анализ для построения «черного ящика», аналитический метод построения статистической модели, а также метод имитационного моделирования. Ядро

самой математической модели составляют: набор констант a_n и b_n , набор переменных X_n , Y_n , Z (с распределениями Хи-квадрат, Гамма распределение, Экспоненциальное распределение, Нормальное распределение), набор функций $F(COT_m)$, где каждая m -ая функция представляет собой набор уравнений для вычисления результатов: $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$.

6. Результаты имитационного моделирования были проанализированы и интерпретированы. Коэффициенты вариации по каждому показателю $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$ свидетельствуют, что в среднем значения $\{Q_m, Qu_m, Sat_m, W_m\}$ не зависят от типов распределения переменных и заданных констант. В целом же интерпретация показала, что все характеристики COT_m и показателей соответствуют здравому смыслу и экономической логике.
7. С помощью данных, полученных в ходе имитационного моделирования, было разработано ядро будущей СППР «Оплата труда», о чем свидетельствует свидетельство о регистрации программы ЭВМ №2021682018. В частности, были рассчитаны вероятности роста или падения каждого показателя для каждой COT . Также были выделены средние значения роста или падения.
8. Разработанное СППР «Оплата труда» представляет собой ПО, написанное на языке Python 3.0. Внедрение данного ПО прошло на трех разнородных предприятиях в течение 6 месяцев: производство технических газов, производство шариков подшипников, производство работ по очищению промышленных территорий. Результаты внедрения показали положительные результаты, о чем свидетельствуют акты о внедрении.

Вышеизложенные выводы и результаты представляют собой основу научной новизны и положений выносимых на защиту, описанных в Главе 1. В целом диссертационная работа вносит теоретический и практический вклад в вопросы выбора COT на предприятиях. Преимущественный теоретический вклад – математическая формализация и моделирование COT . Очевидная же

практическая значимость – разработка СППР, которая позволяет менеджменту предприятия принимать более качественные управленческие решения.

Открывается также широкое поле для дальнейших исследований. Во-первых, усложнение имитационной модели путём внедрения различных дополнительных ограничений и условий. Во-вторых, проверка других видов распределений переменных и всех их частных случаев. В-третьих, добавление в СППР результатов имитационного моделирования для других видов СОТ, в том числе их «сложных» вариантов. В-четвертых, создание модулей и пакетов для популярных учётных систем, где были бы представлены рекомендации к применению тех или иных СОТ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kaklauskas A. Biometric and Intelligent Decision Making Support.– Switzerland: Pub.: Springer International Publishing, 2015.– Vol. 81.– 220 p.
2. Kaklauskas A. Intelligent decision support systems / A. Kaklauskas // Biometric and intelligent decision making support. – Springer, Cham, 2015. – P. 31-85.
3. Kitsios F. Decision Support Systems and Business Strategy: A conceptual framework for Strategic Information Systems Planning / F. Kitsios, M. Kamariotou.– Proceedings of 6th IEEE International Conference on IT Convergence and Security.– Prague.– 2016.– P. 149–153.
4. Волочиенко В.А. Методы подготовки и принятия управленческих решений в производственных системах / В.А. Волочиенко // Организатор производства. – 2018. – Т. 26, № 3. – С. 19-33.
5. Орлов А.И. О разработке и принятии управленческих решений / А.И. Орлов // Научный журнал КубГАУ. – 2017. – № 130. – С. 567-597.
6. Бобровникова А.И. Развитие форм и систем оплаты труда в условиях рыночной экономики России // Территория науки.– 2017.– № 2.– С. 175–178.
7. Пути совершенствования организации оплаты труда на предприятии / Т.А. Филиппова, А.Ю. Жабунин, В.А. Экова [и др.] // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2018. – №1 (27). – С. 171-175.
8. Кочелорова Г.В. Совершенствование порядка оплаты труда на предприятии // Социально–экономический и гуманитарный журнал красноярского ГАУ.– 2018.– № 1 (7).– С. 28–41.
9. Соколова А.П. Система оплаты труда в коммерческих организациях / А.П. Соколова, И.А. Дуборкина.– Сервис в России и за рубежом.– 2017.– Т. 11, № 2 (72).– С. 111–121.
10. Слепцова Е.В. Оптимизация оплаты труда в современных условиях / Е.В. Слепцова, А.В. Князева.– Экономика и бизнес: теория и практика.– 2017.– № 1.– С. 95–98.

11. Салихзянова Н.А. Методология моделирования бизнес-процессов организации / Н.А. Салихзянова, Д.Х. Галлямова // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – Т. 15, № 5. – С. 202-204.
12. Ахмедов А.Э. Современный аналитический инструментарий оценки эффективности труда и заработной платы / А.Э. Ахмедов, И.В. Смольянинова, М.А. Шаталов // Современные технологии управления персоналом. Сборник трудов V Международной научно-практической конференции / Под научной ред. О.С. Резниковой. – Симферополь, 2018. – С. 16-21.
13. Бюджетная сфера: переход на индивидуальную систему оплаты труда / Е.А. Бюллер, Л.Т. Тлехурай-Берзегова, С.К. Чиназирова [и др.] // Economic sciences. – 2020. – № 54-6. – С. 16-18.
14. Воликов О.А. Организация учета и анализ заработной платы на предприятии / О.А. Воликов, А.А. Букарева // Карельский научный журнал. – 2020. – Т. 9, № 2 (31). – С. 62-64.
15. Лерман Е.Б. Совершенствование системы оплаты труда на основе современных автоматизированных систем управления / Е.Б. Лерман // Вопросы новой экономики. – 2019. – № 2. – С. 72-77.
16. Никоноров Л.В. К вопросу повышения эффективности производственной деятельности промышленного предприятия / Л.В. Никоноров // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. – 2012. – Т. 6, – № 3. – С. 145-158.
17. Углова И.А. Совершенствование оплаты труда на основе системы грейдов / И.А. Углова, М.В. Маничкина. // Социальная модернизация: российская специфика и некоторые уроки. – Тамбов, 2020. – С. 174-198.
18. Шендрикова О.О. Повышение эффективности производства посредством изменения системы оплаты труда / О.О. Шендрикова, М.С. Луценко // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2017. – Т. 13, № 2. – С. 122-127.

19. Штейникова Л.С. Современные проблемы оплаты труда работников в сфере АПК на примере СХПК «Россия» Кудымкарского района Пермского края / Л.С. Штейникова // Трибуна ученого. – 2020. – № 1. – С. 131-136.
20. Bechter B. Variable Pay Systems and/or Collective Wage Bargaining? Complements or Substitutes? / B. Bechter, N. Braakmann, B. Brandl.– ILR Review.– 2021.– 74(2).– P. 443–469.
21. Bing Z. Executive compensation incentives, risk level and corporate innovation / Z. Bing, L. Yu–meng, S. Fang–cheng.– Emerging Markets Review.– 2021.– no. 47.– P. 153-166.
22. Кокина Ю.П. Экономика труда: учебник для вузов / Ю.П. Кокина, П.Э. Шлендер – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Магистр, 2010. – 686 с.
23. Кесслер Я. Системы оплаты труда / Я. Кесслер – СПб.: Изд-во Управление человеческими ресурсами, 2002. – 1200 с.
24. Остапенко Ю.М. Экономика труда: учеб. пособие / Ю.М. Остапенко. – Изд. 2-е. – М.:ИНФРА-М, 2007. – 272 с.
25. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года: Государственный флаг РФ, Государственный герб РФ, государственный гимн РФ. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2016. – 62 с.
26. Трудовой кодекс Российской Федерации: официальный текст: текст Кодекса приводится по состоянию на 19 мая 2015 г. – Москва: ОМЕГА-Л, 2015. – 219 с.
27. Мазин А.Л. Экономика труда / А.Л. Мазин. – М.: Юнити-дана, 2009. – 615 с.
28. Слабинская И.А. Развитие системы экономических взглядов на оплату труда / И.А. Слабинская, С.Ю. Лысакова // Белгородский экономический вестник. – 2021. – № 3 (103). – С. 12-18.
29. Худякова П.В. Современные представления о системе мотивации труда / П.В. Худякова, О.В. Аршанская // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020. – № 1-2 (59). – С. 160-164.
30. Маркс К. Капитал. Критика политической экономии / К. Маркс. – М.: Изд-во: Эксмо, 2011. – 1200 с.

31. Тейлор Ф.У. Принципы научного менеджмента / Ф.У. Тейлор; пер. с англ. – М.: Изд-во: Эксмо, серия: Антология экономической мысли, 2010. – 160 с.
32. Гага, В.А. Экономика и социология труда (социально-трудовые отношения) / В.А. Гага [и др.]; под общ. Ред. В.А. Гаги. – Томск: Томский государственный университет, 2009. – 520 с.
33. Егорова Е.А. Экономика труда / Е.А. Егорова, О.В. Кучмаева. – М.: Изд-во Московская финансово-промышленная академия, 2004. – 80 с.
34. Гага В.А. Современная парадигма труда / В.А. Гага, Е.В. Нехода. – Томск: изд-во ВШБ ТГУ, 2008. – 80 с.
35. Рудович А.А. Человеческий капитал в экономике, основанной на знаниях / А.А. Рудович // Новая парадигма социально-гуманитарного знания. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 6-ти частях / Под общей ред. Е.П. Ткачевой. – Белгород, 2018. – С. 109-113.
36. Мизес Л.Ф. Человеческая деятельность. Трактат по экономической теории / Л.Ф. Мизес. – М.: Социум, 2008. – 884 с.
37. Щетинкина А.Н. Современные тенденции развития систем оплаты труда / А.Н. Щетинкина, А.Ю. Тарасова // Теория и практика финансово-хозяйственной деятельности предприятий различных отраслей. Сборник трудов II Национальной научно-практической конференции / Под общ. ред. Е.П. Масюткина.– Керчь, 2020. – С. 462-465.
38. Mejia L. Managing Human Resources / L. Mejia, R. Cardy. – 7th edition. – Pearson Education, 2011. – 630 p.
39. Березникова Е.Н. Организация процесса управления человеческими ресурсами на современном рынке труда / Е.Н. Березникова, З.Ш. Тахтамышева // Современные вызовы и реалии экономического развития России. Материалы V Международной научно-практической конференции / Под ред. Л.И. Ушвицкого, А.В. Савцовой. – Ставрополь, 2018. – С. 64-66.
40. Тараненко А.О. Роль оплаты труда в системе управления качеством человеческих ресурсов / А.О. Тараненко // Кластерные инициативы в

- формировании прогрессивной структуры национальной экономики и финансов. – Курск, 2020. – С. 278-281.
41. Эмерсон Г. Двенадцать принципов производительности / Г. Эмерсон; пер. с англ. – М.: URSS, 2019. – 224 с.
 42. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов / А. Смит. – М.: Изд-во: Эксмо, серия: Антология экономической мысли. – 2007. – 250 с.
 43. Вейс Ю.В. Роль системы оплаты труда в стратегии развития персонала корпоративных холдинговых структур / Ю.В. Вейс, Р.С. Соболева // Вектор экономики. – 2020. – № 4. – С. 100-113.
 44. Гаврилова, А.Ю. Оплата труда как один из ключевых элементов управления человеческими ресурсами / А.Ю. Гаврилова, Н.С. Хомутишникова, И.В. Шамрина // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. – 2020. – № 1. – С. 469-471.
 45. Гладышева А.В. Система оплаты как важнейшая стратегическая задача в сфере управления человеческими ресурсами / А.В. Гладышева, И.Ф. Чепурова // Advances in science and technology. Сборник статей XXXIII международной научно-практической конференции. – Москва, 2020. – С. 95-96.
 46. Ферафонтова М.В. Направления совершенствования системы мотивации персонала как фактор повышения эффективности системы оплаты труда персонала предприятия / М.В. Ферафонтова, Н.М. Белова // Научный взгляд в будущее. – 2020. – Т. 2, № 17. – С. 27-31.
 47. Халялиев Б.Р. Роль и значение оплаты труда в системе управления качеством человеческих ресурсов / Б.Р. Халялиев // За нами будущее: взгляд молодых ученых на инновационное развитие общества. – Курск, 2020. – С. 271-274.
 48. Щеглова С.А. Современные системы оплаты труда / С.А. Щеглова // Теория и практика управления человеческими ресурсами. V Международная очно-заочная научно-практическая конференция / Отв. ред. И.Р. Казарян. – Чита, 2018. – С. 162-166.

49. Сущность и регулирование оплаты труда в системе стимулирования работников / Е.В. Романовская, Н.С. Андрияшина, Н.А. Безрукова [и др.] // Московский экономический журнал. – 2021. – № 7. – С. 529-533.
50. Скляревский А.Ю. Оплата труда в системе факторов повышения эффективности деятельности организации / А.Ю. Скляревский // Актуальные проблемы социально-экономического развития России. – 2018. – № 2. – С. 128-131.
51. Рофе А.И. Экономика труда: учебник / А.И. Рофе. – М.: КНОРУС, 2010. – 400 с.
52. Ганюта О.Н. Зарубежные системы оплаты труда / О.Н. Ганюта, А.Ф. Галеева // Синергия наук. – 2020. – № 43. – С. 113-118.
53. Боржеш А.М. Методический подход к оценке результативности систем поддержки принятия управленческих решений в нефтегазовых корпорациях / А.М. Боржеш, А.Н. Лебедев.– Научные ведомости белгородского государственного университета. серия: экономика. информатика.– 2018.– Т. 45, № 2.– С. 239–250.
54. Агаева С.Д. Использование грейдинговой системы оплаты труда: сущность и особенности применения на предприятии / С.Д. Агаева // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления. Материалы XX Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Гомель, 2020. – С. 336-339.
55. Адамов М.В. Совершенствование системы оплаты труда на примере нефтегазовой компании / М.В. Адамов // Устойчивое развитие науки и образования. – 2020. – № 10. – С. 48-57.
56. Воробьева Ю.А. Оплата труда как один из ключевых элементов системы управления человеческими ресурсами / Ю.А. Воробьева, Н.С. Морозова // Вестник Тульского филиала Финуниверситета. – 2020. – № 1. – С. 467-469.
57. Белов М.Т. Специфика управленческих решений в системе управления организацией / М.Т. Белов, А.В. Рачипа, С.И. Самыгин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2018. – № 2 – С. 11-17

58. Воронин Б.А. Совершенствование системы материальной мотивации на примере АО «Смак» / Б.А. Воронин, М.С. Серебренникова, Л.Н. Петрова // Аграрный вестник Урала. – 2018. – № 10 (177). – С. 58-63.
59. Дьяконова О.С. Организация внутрифирменного контроля расчетов по оплате труда / О.С. Дьяконова, Е.М. Горюнова // Экономика, предпринимательство и право. – 2017. – Т. 7, № 1. – С. 65-72.
60. Жмачинский В.И. Минимальная заработная плата как фактор повышения уровня и качества жизни / В.И. Жмачинский, Р.И. Чернева // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – Т. 16, № 8. – С. 1508-1521.
61. Ишбердин Д.Р. Внедрение грейдовой системы оплаты труда на промышленных предприятиях / Д.Р. Ишбердин // Вестник науки. – 2020. – Т. 1, № 1 (22). – С. 109-113.
62. Лаврова З.И. Реализация системы оплаты труда на основе баллов в компании ООО «Альтернатива» / З.И. Лаврова, Е.В. Шишкина // Гипотеза. – 2017. – № 1. – С. 42-49.
63. Управление производительностью и эффективностью труда персонала на основе мотивации труда на предприятиях нефтегазового комплекса / Г.П. Гагаринская, А.В. Гагаринский, И.Г. Кузнецова [и др.] // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2019. – № 1 (49). – С. 63-74.
64. Chung C. Effects of wage–peak system on youth employment: Evidence from South Korea / C. Chung, K. Sung Hoon, C. Koangsung.– Applied Economics, 2021.– 53(43). P. 4975–4984.
65. Morris M. A Structured Compensation Plan Improves But Does Not Erase the Sex Pay Gap in Surgery / M. Morris, M. Melanie, D. Herb.– Annals of Surgery, 2018.– 268(3).– P. 442–448.
66. Habel J. Variable Compensation and Salesperson Health / J. Habel, S. Alavi, K. Linsenmayer.– Journal of Marketing, 2021.– 85(3), P. 130–149.

67. Deelen A. Flexible Wages or Flexible Workers. A Decomposition of Wage Bill Adjustment by Dutch Firms, 2006–2013 // *De Economist*.– 2021.– no. 169.– P. 179–209.
68. Edmans A. Executive Compensation: A Modern Primer / A. Edmans, X. Gabaix.– *Journal of Economic Literature*.– 2016.– 54(4).– P. 1232-1243.
69. Yang R. Tractable Compensation Plan under Asymmetric Information / R. Yang, Y. Mai, C.Y. Lee.– *Prod. Oper. Manag.*– 2020.– no. 29.– P. 1212–1218.
70. Солдатова Л.И. Учет труда, его оплаты и использование системы грейдов как инструмента повышения эффективности работы персонала / Л.И. Солдатова, Ю.И. Шмидт // *Экономика и предпринимательство*. – 2020. – № 9. – С. 846-853.
71. Григорьева И.В. Алгоритм формирования системы оплаты труда работников организации по результатам их труда / И.В. Григорьева, Л.Н. Хабазина // *Вестник Российского университета кооперации*. – 2019. – № 2 (36). – С. 40-47.
72. Построение оценки эффективности системы оплаты труда рейтинговым способом / Н.Д. Дмитриев, А.А. Зайцев, И.Е. Тютюнникова [и др.] // *Вестник алтайской академии экономики и права*. – 2020. – № 8-1. – С. 40-47.
73. Янг С. Системное управление организацией / С. Янг; пер. с англ. Э. А. Антонова, А. В. Горбунова, Г. И. Шепелева; под ред. С. П. Никанорова, С. А. Батасова. – М.: Советское радио, 1972. – 454 с.
74. Костенькова Т.А. Управление системой оплаты труда на промышленных предприятиях / Т.А. Костенькова // *Экономика труда*. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 495-502.
75. Макарова В.Е. Взаимосвязь методик анализа фонда оплаты труда и системы мотивации работников предприятия / В.Е. Макарова, В.П. Тихомирова // *Modern Science*. – 2020. – № 11-2. – С. 150-155.
76. Матвеева Е.А. Разработка модели системы материального стимулирования рабочих производственного предприятия / Е.А. Матвеева, С.Г. Симагина // *Отходы и ресурсы*. – 2019. – Т. 6, № 1. – С. 6-17.

77. Савина С.В. Усовершенствование системы оплаты труда в современных условиях / С.В. Савина // Нормирование и оплата труда в промышленности. – 2020. – № 9. – С. 6-12.
78. Афанасьев А.С. Внедрение грейдинга в систему оплаты труда персонала на лесопромышленном предприятии / А.С. Афанасьев, И.Г. Киселева // Труды Братского государственного университета: Серия: Экономика и управление. – Братск: Изд-во БрГУ, 2019. – С. 79-83.
79. Новикова Н.Е. Особенности системы оплаты труда работников транспортной компании / Н.Е. Новикова, Р.А. Можаяева // Общество и экономическая мысль в ххi в.: пути развития и инновации. Материалы IX Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию Юбилею филиала. – Воронеж, 2021. – С. 155-159.
80. Серова А.В. К вопросу о долевой системе оплаты труда / А.В. Серова // Кадровик. – 2021. – № 7. – С. 51-56.
81. Филимонова Ю.В. Грейдинг как развитие тарифной системы оплаты труда / Ю.В. Филимонова // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. – 2020. – Т. 1, № 17. – С. 379-384.
82. Горелов Н.А. Вознаграждение работникам (Компенсационный менеджмент) / Н.А. Горелов.– Спб: Изд-во ЛИК, 2008. – 816 с.
83. Хендерсон Р.И. Компенсационный менеджмент / Р.И. Хендерсон. – Спб: Изд-во Питер, 2004. – 880 с.
84. Остапенко Б.С. Современные пути совершенствования системы оплаты труда на предприятии / Б.С. Остапенко, И.А. Горчакова // Вестник Политеха. – 2018. – № 1 (1). – С. 109-111.
85. Chung K. Knowledge based decision support system / K. Chung, R. Boutaba, S. Hariri.– Inf Technol Manag, 2016.– no. 17.– P. 1–3.
86. Голиков В.А. BIG DATA – новый подход формирования бизнес-знаний / В.А. Голиков // Известия Тульского государственного университета. Экономические и юридические науки. – 2018.– № 2-1. – С. 3-7

87. Федоренко Н.С. Большие данные. подходы к толкованию термина / Н.С. Федоренко, В.И. Хрусталева // E-Scio. – 2018. – № 6 (21). – С. 61-63.
88. Закусилова А.Ю. BIG DATA: опасности и перспективы / А.Ю. Закусилова // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2019. – № 4-1. – С. 163-167.
89. Россия в цифрах. 2018: Крат. стат. сб. / Росстат. – Москва, 2018 – 522 с.
90. Митрович С. Рынок «Больших данных» и их инструментов: тенденции и перспективы в России / С. Митрович // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2018. – Т. 9, № 1. – С. 74-85.
91. Каращук О.С. «Большие данные» и перспективы их использования в предпринимательской деятельности / О.С. Каращук, Е.А. Майорова, Ю.Н. Прохоров // Вестник НГИЭИ. – 2018. – № 10 (89). – С. 77-87.
92. Нигматова А.В. Опыт гос. управления «большими данными» в США / А.В. Нигматова // Вестник науки и образования. – 2018. – № 17-1 (53). – С. 117-119.
93. Петров С.К. Влияние современных технологий на рынок труда / С.К. Петров // Проблемы науки. – 2018. – № 5 (29). – С. 74-75.
94. Попазова О.А. Управление персоналом на основе анализа больших данных: риски и возможности / О.А. Попазова, Н.Н. Шихова // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2019. – № 3 (117). – С. 110-115.
95. Али-Заде А.А. «Большие данные» и методология общественных наук / А.А. Али-Заде // Социальные и гуманитарные науки. Отечественная и зарубежная литература. Серия 8: Науковедение. Реферативный журнал. – 2018. – № 3. – С. 37-53.
96. Денисова О.Ю. Большие данные – это не только размер данных / О.Ю. Денисова, Э.А. Мухутдинов. // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 4. – С. 226-230.

97. Медведев Д.А. Большие данные: причины появления и как их можно использовать / Д.А. Медведев // Наука и образование сегодня. – 2019. – № 4 (39). – С. 14-16.
98. Aqel M.J. Decision support systems classification in industry / M.J. Aqel, O.A. Nakshabandi, A. Adeniyi // Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN). – 2019. – Vol. 7, № 2. – P. 774-785.
99. Rashidi M. Decision Support Systems / M. Rashidi, M. Ghodrat, B. Samali.– Management of Information Systems.– 2018.– Vol. 2.– P. 19–38.
100. Виноградова Е.Ю. Актуальные вопросы проектирования и реализации корпоративных систем поддержки принятия управленческих решений на предприятии // Известия дальневосточного федерального университета. Экономика и управление.– 2018.– № 1 (85).– С. 102–111.
101. Патент РФ № 108659. Устройство автоматизированной корректировки операционных норм времени и расценок на оплату труда / С.Ю. Репнев, Т.И. Давыдова, Е.В. Семичева. – № 2011112473; заявл. 04.04.2011; опубл. 20.09.2011.
102. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014662791. Учет заработной платы. Кадровый учет («КВН-СТ») / В.Н. Кожин. – № 2014618936; заявл. 26.08.2014; опубл. 20.01.2015.
103. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016612264. Интегральная модель организации заработной платы (ИМ) / А.Г. Степанян. – № 2015660021; заявл. 13.10.2015; опубл. 20.03.2016.
104. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016616875. Автоматизированная информационная система «Управление фондом заработной платы работников образовательного учреждения» / Я.Б. Татаринцев, В.Ю. Петроченко, С.В. Цимахович, А.Р. Шугуров, А.В. Якимчук. – № 2016614197; заявл. 26.04.2016; опубл. 20.07.2016.
105. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016661834. Программный комплекс АИСБП-ЭК «Планирование затрат по оплате труда в бюджетном секторе». Версия 6. / Н.Н. Астафьева, В.В.

- Бахарев, Е.С. Благутина, Л.А. Богданов, И.Н. Богуш, А.В. Брда, М.В. Цуканова. – № 22016619104; заявл. 24.08.2016; опубл. 20.11.2016.
106. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016663735. BSC-ФОТ (РП-ФОТ) / ООО «БиЭсСи». – № 2016661299; заявл. 19.10.2016; опубл. 10.01.2017.
107. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017661390. Расчет сдельной оплаты труда работников АЗС» Часть 1 и 2 / ООО «Лукойл-Информ». – № 2017618330; заявл. 17.08.2017; опубл. 11.10.2017.
108. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018617418. Программа автоматизированного расчета компенсационных выплат / А.Е. Козлов. – № 2017662600; заявл. 05.12.2017; опубл. 25.06.2018; Бюл. № 7.
109. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018664763. Планирование фонда оплаты труда / А.Н. Буторин; заяв. 2018661935 от 29.10.2018; опубл. 21.11.2018; Бюл. № 12.
110. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019610245. Оценка эффективности регулирования системы трудовых отношений на предприятии / И.В. Эмих, С.В. Елхимов. – № 2018664438; заявл. 14.12.2018; опубл. 10.01.2019; Бюл. № 1.
111. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019616623. Программа моделирования конечных результатов деятельности гематологической службы Самарской области / Р.А. Шешунова, С.А. Суслин, К.С. Шешунов. – № 2019615645; заявл. 13.05.2019; опубл. 27.05.2019; Бюл. № 6.
112. Тур В.М. Моделирование внутрифирменных тарифных систем оплаты труда на предприятиях / В.М. Тур // Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия. – 2012. – Т. 7. – С. 32-34.

113. Бийбосунов Б.И. Экономико-математическое моделирование системы оплаты труда в сфере государственной службы / Б.И. Бийбосунов, Б.Д. Давлятова, У.Т. Керимов // Известия вузов Кыргызстана. – 2017. – № 5. – С. 64-66.
114. Болгова Е.В. Моделирование поведения фонда оплаты труда при различных уровнях укомплектованности штата предприятия / Е.В. Болгова, С.М. Тогобицкий // Вестник Самарской государственной академии путей сообщения. – 2006. – № 6. – С. 60-64.
115. Девяткова О.И. Моделирование организации оплаты труда на предприятии / О.И. Девяткова // Казанская наука. – 2014. – № 12. – С. 61-63.
116. Жакипбекова Д.С. Мониторинг программ автоматизированных систем, применяемых для аудита и анализа оплаты труда / Д.С. Жакипбекова, Д.С. Жакипбекова // Известия Иссык-Кульского форума бухгалтеров и аудиторов стран Центральной Азии. – 2019. – № 2. – С. 328-333.
117. Лупинос Е.А. Моделирование системы оплаты труда / Е.А. Лупинос // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2011. – № 1. – С. 122-126.
118. Современные информационные технологии в экономической деятельности. Ежегодник научных работ по материалам VII Международной научно-практической Интернет-конференции / Под ред. Л.Г. Матвеевой, О.А. Черновой. – Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2014. – 334 с.
119. Шведенко В.В. Информационное обеспечение взаимодействия процессного и функционального управления деятельностью предприятия // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2019. – № 6 (120). – С. 90–94.
120. Осипов В.И. Характеристика и направления развития систем управленческого учета / В.И. Осипов, А.А. Горина // Вестник Государственного университета управления. – 2019. – № 5. – С. 40-47.
121. Карамышев А.Н. Анализ методологий процессного управления, полностью охватывающих бизнес-процессы предприятия // Вестник Белгородского

- государственного технологического университета им. В.Г. Шухова.– 2017.– № 5.– С. 214–217.
122. Мицель А.А. Разработка имитационного моделирования экономических объектов на основе объектно-ориентированного подхода / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова // Известия томского политехнического университета. – 2007. – Т. 311, № 6. – С. 11-15.
123. Звонарев С.В. Основы математического моделирования: учебное пособие / С.В. Звонарев. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 112 с.
124. Егорова Н.Е. Адаптация имитационной модели предприятия для анализа хозяйственной деятельности малых фирм / Н.Е. Егорова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1102-1119.
125. Аюпов В.В. Математическое моделирование технических систем: учебное пособие / В.В. Аюпов; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образования «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017. – 242 с.
126. Волкова В.Н. Теория систем и системного анализа / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – Изд. 2-е. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2006. – 511 с.
127. Гайдес М.А. Общая теория систем (системы и системный анализ) / М.А. Гайдес. – Винница: Глобус-пресс, 2005. – 201 с.
128. Дрогобыцкий И.Н. Системный анализ в экономике / И.Н. Дрогобыцкий. – М.: Юнити-дана, 2011. – 424 с.
129. Кориков А.М. Теория систем и системный анализ: учебное пособие / А.М. Кориков, С.Н. Павлов. – Томск: Томский госуниверситет, 2008. – 343 с.
130. Оптнер С.Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем / С.Л. Оптнер; пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 150 с.
131. О'Коннор Д. Искусство системного мышления: необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем / Д. О'Коннор, И. Макдермотт. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 256 с.

132. Новиков Д.А. Комплексные модели системной оптимизации производственно-экономической деятельности предприятия / Д.А. Новиков // Управление большими системами: сборник трудов. – 2017. – № 65. – С. 118-152.
133. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Системный анализ сложных систем» для аспирантов направления подготовки (специальности) 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиля подготовки «Системный анализ, управление и обработка информации» заочной формы обучения / Северо-кавказский федеральный университет. – Ставрополь, 2017. – 48 с.
134. Тимошенко Л.И. Системный подход при анализе состояния предприятия / Л.И. Тимошенко // Образование и наука в России и за рубежом. – 2019. – № 14. – С. 14-20.
135. Милль Д.С. Об определении предмета политической экономии и о методе исследования, свойственном ей / Д.С. Милль // Философия экономики: антология / Ред. Д. Хаусман. – М.: из-во Института Гайдара, 2012. – С. 55-76.
136. Бацокин А. Применение закона вебера-фехнера в оплате труда персонала / А. Бацокин, А.С. Макекадырова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 4-2 (94). – С. 11-14.
137. Слепцова Е.В. Возможности применения гибких систем оплаты труда на российских предприятиях / Е.В. Слепцова, И.А. Перхун // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2019. – Т. 12-2, № 58. – С. 172-174.
138. Зеленина Л.И. Имитационное моделирование как конструктивный метод принятия управленческих решений / Л.И. Зеленина // Инноватика. – 2014. – № 2. – С. 47-55.
139. Имакаева Д.А. Имитационное моделирование при экономической оптимизации / Д.А. Имакаева // Проблемы экономики и юридической практики. – 2017. – № 4. – С. 10-14.

140. Ермаков С.М. Заметки о методе Монте-Карло / С.М. Ермаков // Марчуковские научные чтения – 2019. Тезисы Международной конференции. – Новосибирск, 2019. – С. 7.
141. Кузикова Д.С. Метод Монте-Карло в экономических исследованиях / Д.С. Кузикова, А.А. Якушев // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 34-3. – С. 41-45.
142. Durán J.M. What is a Simulation Model? / J.M. Durán // Minds and Machines. – 2020. – Vol. 30, № 3. – P. 301-323.
143. Шильников А.С. Имитационное моделирование систем оплаты труда с учетом различных распределений случайных величин / А.С. Шильников, А.А. Мицель.– Прикладная математика и вопросы управления.– 2020.– №2.– С. 191–210.
144. Шильников А.С. Управление системой оплаты труда на основе статистических моделей и моделирования / А.С. Шильников, А.А. Мицель.– Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика.– 2021.– № 3.– С. 82–93.
145. Щербакова Л.И. Теория измерения и методы комплексных исследований социального положения молодежи: учеб.-метод. пособие для семинарских занятий и организации самостоятельной работы студентов / Л.И. Щербакова, Е.Н. Азарова; Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ), 2016. – 46 с.
146. Дегтярева Н.А. Принятие эффективных управленческих решений на основе эконометрического прогнозирования / Н.А. Дегтярева, Н.А. Берг // Вестник Челябинского государственного университета. – 2018. – № 7 (417). – С. 176-183.
147. Демидовский А.В. Разработка распределенной лингвистической системы поддержки принятия решений / А.В. Демидовский, Э.А. Бабкин.– Бизнес–информатика.– 2019.– Т. 13.– № 1.– С. 18–32.

148. Романова Е.М. Численные методы и регрессионный анализ в прогнозировании экономических показателей / Е.М. Романова // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2017. – № 1 (33). – С. 142-146
149. Гальмукова И.А. Методы статистического моделирования (метод Монте-Карло) / И.А. Гальмукова // Социально-экономические проблемы регионального развития на современном этапе. Материалы международной научной конференции. – Смоленск, 2018. – С. 300-304.
150. Боровков А.А. Прикладная статистика. Учебник для вузов.– Спб: Изд-во Лань, 2021.– 704 с.
151. Гриценко Ю.Б. Архитектура предприятия: учеб. пособие / Ю.Б. Гриценко. — Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2011. —264 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Статистические модели

Введем следующие обозначения:

x_1 – выработка при повременной СОР, измеряется в у.е., случайная величина;
 $x_1 \in [50; 100]$;

x_2 – влияние на выработку при смене СОР, случайная величина, $x_2 \in [0; 1]$;

y_1 – качество выпускаемой продукции при повременной СОР в %, случайная величина; $y_1 \in [50; 100]$;

y_2 – влияние на качество при смене СОР, $y_2 \in [0; 1]$;

z – удовлетворенность трудом при повременной СОР в %, случайная величина;
 $z \in [1; 100]$;

a_1 – оклад при повременной СОР, измеряется в у. денежных ед.; $a_1 = 10000$;

a_4 – тарифная ставка при сдельно-премиальной СОР, измеряется в у. денежных ед.; $a_4 \in [105; 117]$;

a_5 – премия за качество при сдельно-премиальной СОР, измеряется в у. денежных ед.; $a_5 \in [1000; 3000]$;

b_2 – норма качества, при достижении которой при сдельно-премиальной СОР выплачивается премия $b_2 \in [70; 80]$;

W_4 – фонд оплаты труда при сдельно-премиальной СОР, измеряется в у. денежных ед.;

G_4 – качество при сдельно-премиальной СОР, в %;

Sat_4 – удовлетворенность трудом при сдельно-премиальной СОР, в %;

Q_4 – выработка при сдельно-премиальной СОР, в у.е..

Комментарий: По сути в описании статистической модели не имеет значения в чем конкретно измеряются показатели. В тоннах, мегатоннах, м³, рублях, долларах, млрд. долларах США. Значение имеет лишь их функциональная взаимосвязь. Поэтому мы применяем обозначения у.е. и у. ден. ед.

Формулы расчёта результирующих показателей СОР:

$$Q_4 = \begin{cases} x_1 \cdot (1 + x_2), & \text{если } Q_4 \leq 100; \\ 100, & \text{если } Q_4 > 100; \end{cases} \quad (1)$$

$$G4 = \begin{cases} y1 \cdot (1 + y2), & \text{если } y1 \leq b2; \\ b2, & \text{если } y1 > b2; \end{cases} \quad (2)$$

$$W4 = \begin{cases} a4 \cdot b2, & \text{если } G4 \leq b2 \\ a4 \cdot b2 + a5, & \text{если } G4 > b2; \end{cases} \quad (3)$$

$$Sat4 = \begin{cases} z + 100 \cdot \left(\frac{a4 \cdot b2}{a1} - 1 \right) - 100 \cdot x2 - y2 \cdot 100, & \text{если } y1 \leq b2; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a4 \cdot b2 + a5}{a1} - 1 \right) - 100 \cdot x2 - \left(\frac{b2}{y1} - 1 \right) \cdot 100, & \text{если } y1 > b2. \end{cases} \quad (4)$$

Диапазон изменения величины $Sat4$ составляет: $1 \leq Sat4 \leq 100$.

Пусть случайные величины $x1, x2, y1, y2, z$ заданы своими плотностями распределения

$f_{x1}(x1), f_{x2}(x2), f_{y1}(y1), f_z(z)$. Случайные переменные $x1, x2, y1, y2, z$ изменяются в диапазонах: $a \leq x1 \leq b, s1 \leq x2 \leq s2, c \leq y1 \leq d, s1 \leq y2 \leq s2, g \leq z \leq h$.

Здесь $a = 50, b = 100; c = 50, d = 100; g = 1, h = 100, s1 = 0, s2 = 1$.

В качестве плотностей $f_{x1}(x1), f_{x2}(x2), f_{y1}(y1), f_z(z)$ используем усеченное нормальное распределение.

Расчёт плотности распределения выработки при сдельно-премиальной СОТ

Рассмотрим случайную величину **Q4** (выражает выработку при сдельно-премиальной СОТ, в у.е.)

Обозначим **Q4** через v .

$$v = \begin{cases} x1 \cdot (1 + x2), & \text{если } v \leq 100; \\ 100, & \text{если } v > 100. \end{cases}$$

Для плотности вероятностей случайной величины выработки $v = Q4$ получим следующее выражение

$$f(v) = C v \cdot \int_1^{v/a} f_{x2}(q-1) f_{x1}(v/q) \frac{dq}{q}, a \leq v \leq b \quad (5)$$

$$Cv = \frac{1}{\int_a^b \left(\int_1^{v/a} f_{x2}(q-1) f_{x1}(v/q) \frac{dq}{q} \right) dv} - \text{константа нормировки} \quad (6)$$

Пример 1. Пусть случайные величины x_1 и x_2 распределены нормально с параметрами ($m_{x1} = 85, \sigma_{x1} = 5; m_{x2} = 0,5, \sigma_{x2} = 0,2$).

График плотности вероятностей случайной величины $v = Q4$ имеет вид (см. рисунок 2)

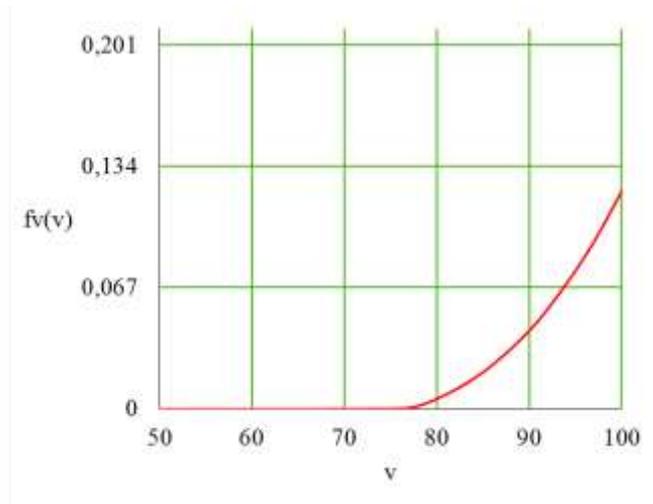


Рис. 2

Характеристики случайной величины $v = Q4$

$$vm = \int_a^b v \cdot fv(v) dv$$

$$v2 = \int_a^b v^2 \cdot fv(v) dv$$

$$\sigma v = \sqrt{v2 - vm^2}$$

$$vm = 94$$

$$\sigma v = 5$$

Величину $Pv(x) = 1 - \int_a^x fx(x)dx$ можно использовать как меру эффективного труда (получения желаемой выработки).

На следующем рисунке приведен график вероятности успешного достижения заданного уровня выработки

Вероятность $P(v > X)$

$Pv(x) = 1 - \int_a^x f v(v) dv$, см. рисунок 3

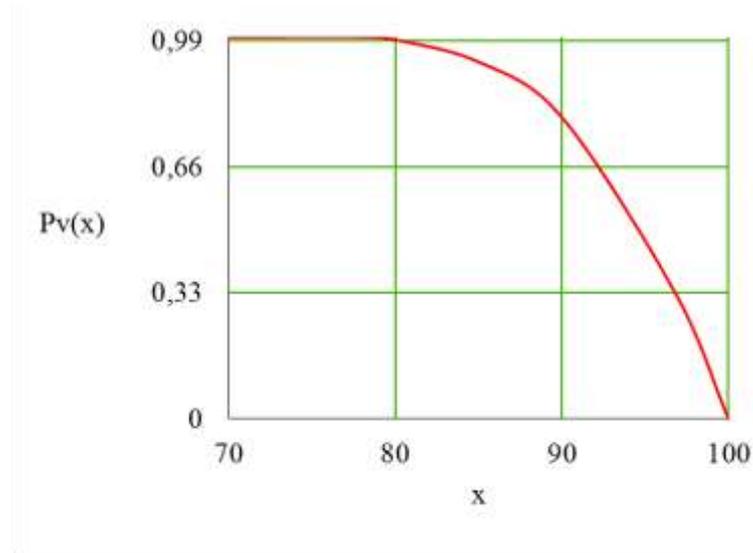


Рис. 3

Расчёт плотности распределения качества при сдельно-премиальной СОР

Теперь рассмотрим случайную величину G_4 (выражает качество при сдельно-премиальной СОР). Обозначим G_4 через y . Имеем

$$y = \begin{cases} y_1 \cdot (1 + y_2), & \text{если } y_1 \leq b_2; \\ b_2, & \text{если } y_1 > b_2; \end{cases} \quad (7)$$

Для плотности $f_y(y)$ можно получить следующее выражение

$$f_y(y) = C_y \cdot \int_{q_1}^{y/c} f_{y_2}(q-1) f_{y_1}(y/q) \frac{dq}{q}, \quad (8)$$

$$C_y = \frac{1}{\int_c^{b_2} \left(\int_{q_1}^{y/c} f_{y_2}(q-1) f_{y_1}(y/q) \frac{dq}{q} \right) dy} \quad (9)$$

Пример 2. Пусть случайные величины y_1 и y_2 распределены нормально с параметрами ($m_{y_1} = 85, \sigma_{y_1} = 5; m_{y_2} = 0,5, \sigma_{y_2} = 0,2$). Зададим $b_2 = 80$

График плотности вероятностей случайной величины $y = G_4$ имеет вид (см. рис. 4)

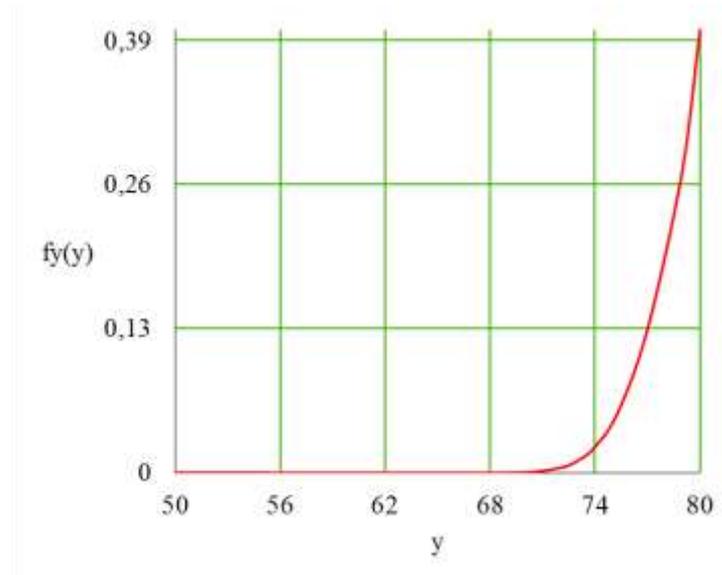


Рис. 4

Характеристика случайной величины $y=G4$

$$vm = \int_c^{b2} y \cdot f_y(y) dy$$

$$v2 = \int_c^{b2} y^2 \cdot f_y(y) dy$$

$$\sigma_y = \sqrt{v2 - vm^2}$$

$$vm = 78\%$$

$$\sigma_y = 2\%$$

$Pv(x) = 1 - \int_c^x f_y(y) dy$, график представлен на рисунке 5

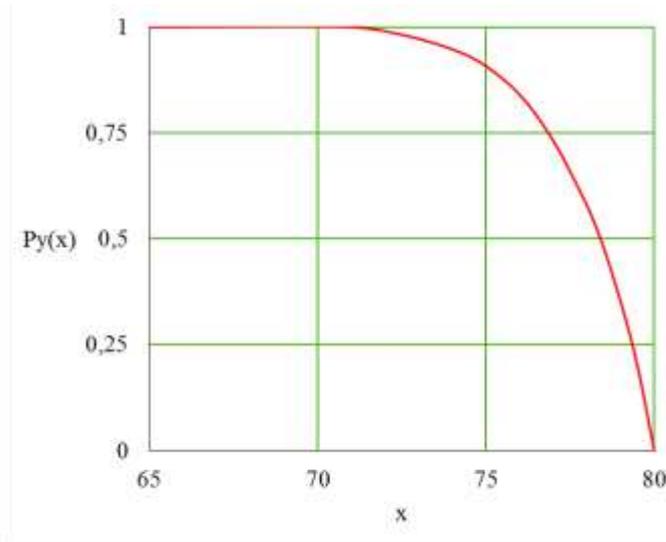


Рис. 5

Расчет характеристик случайной величины $v = G4$

$$G4 = \begin{cases} y1 \cdot (1 + y2), & \text{если } y1 \leq b2; \\ b2, & \text{если } y1 > b2; \end{cases}$$

Здесь мы имеем два несовместных события – случай 1 ($c \leq y1 \leq b2$) и случай 2 ($b2 \leq y1 \leq d$).

Вероятности наступления первого и второго событий равна

$$P1 = \int_c^{b2} f_{y1}(y) dy, P2 = 1 - P1.$$

Здесь

Тогда среднее значение случайной величины $v = G4$ равно

$$mG = P1 \cdot \int_c^{b2} y \cdot f_{y1}(y) dy + P2 \cdot b2.$$

Стандартное отклонение равно

$$\sigma G = \sqrt{\left(\int_c^{b2} y^2 \cdot f_{y1}(y) dy - \left(\int_c^{b2} y \cdot f_{y1}(y) dy \right)^2 \right)}$$

Результаты расчета характеристик случайной величины $v = G4$ для исходных данных, приведенных в примере 2, следующие:

$$P1 = 0,159; P2 = 0,841; mG = 80\%; \sigma G = 2\%$$

Расчёт плотности распределения фонда оплаты труда при сдельно-премиальной СОР

Обозначим переменную $W4$ за W .

$$W = \begin{cases} a4 \cdot b2, & \text{если } G4 \leq b2 \\ a4 \cdot b2 + a5, & \text{если } G4 > b2; \end{cases}$$

Ранее мы вводили обозначение $y = G4$ и получили плотность $f_y(y)$

Здесь мы имеем два несовместных события – случай 1 ($c \leq y \leq b2$) и случай 2 ($b2 \leq y \leq d$).

Для вычисления вероятностей, необходимо перенормировать плотность $f_y(y)$

$$C_{y1} = \frac{1}{\int_c^d \left(\int_{q1}^{y/c} f_{y2}(q-1) f_{y1}(y/q) \frac{dq}{q} \right) dy}$$

$$f_{1y}(y) = C_{y1} \cdot \int_{q1}^{y/c} f_{y2}(q-1) f_{y1}(y/q) \frac{dq}{q}$$

Вероятности наступления первого и второго событий равна

$$P1 = \int_c^{b2} f_{1y}(y) dy,$$

$$P2 = 1 - P1.$$

Тогда среднее значение случайной величины $W = W4$ равно

$$mW = P1 \cdot (a4 \cdot b2) + P2 \cdot (a4 \cdot b2 + a5)$$

$$\sigma W = \sqrt{P1 \cdot (a4 \cdot b2)^2 + P2 \cdot (a4 \cdot b2 + a5)^2 - (mW)^2}$$

Пример 3. Пусть $a_4 = 110, a_5 = 2000, b_2 = 80$.

Тогда получим следующие результаты.

$$P_1 = 0,012; P_2 = 0,988; mW = 10780; \sigma W = 221 .$$

Расчёт плотности распределения удовлетворенности трудом работников при сдельно-премиальной СОР

Перейдем к случайной величине **Sat4** (удовлетворенность трудом при сдельно-премиальной СОР). Обозначим её за r .

Случай 1 $y_1 \leq b_2$.

$$r = z + 100 \cdot \left(\frac{a_4 \cdot b_2}{a_1} - 1 \right) - 100 \cdot x_2 - y_2 \cdot 100, r_1 \leq r \leq r_2;$$

$$s_1 \leq x_2 \leq s_2; s_1 \leq y_2 \leq s_2; h \leq z \leq g; r_1 = 1, r_2 = 100$$

Введем следующие обозначения

$$M = 100 \cdot \left(\frac{a_4 \cdot b_2}{a_1} - 1 \right); x = 100 \cdot x_2 \text{ с плотностью } f_x(x) = f_{x_2}(x/100) \frac{1}{100}; y =$$

$$100 \cdot y_2 \text{ с плотностью } f_y(y) = f_{y_2}(y/100) \frac{1}{100}; q = x + y \text{ с плотностью } f_q(q) =$$

$$\begin{cases} \int_0^q f_x(x) f_y(q-x) dx, & 0 \leq q \leq 100, \\ \int_{q-100}^{100} f_x(x) f_y(q-x) dx, & 100 \leq q \leq 200 \end{cases};$$

$$t = M - q \text{ с плотностью } f_t(t) = f_q(M - t)$$

Для случайной величины $r = z + t$ для ситуации $y_1 \leq b_2$ плотность вероятностей равна

$$f_{rr_1}(r) = Cr \cdot \int_{r-M}^h f_t(r-z) \cdot f_z(z) dz, g + M \leq r \leq h + M;$$

$$Cr = \frac{1}{\int_g^{h+M} \left(\int_{r-M}^h f_t(r-z) \cdot f_z(z) dz \right) dr}.$$

График плотности вероятностей случайной величины $r = \text{Sat4}$ для случая $y_1 \leq b_2$ имеет вид (см. рисунок 6)

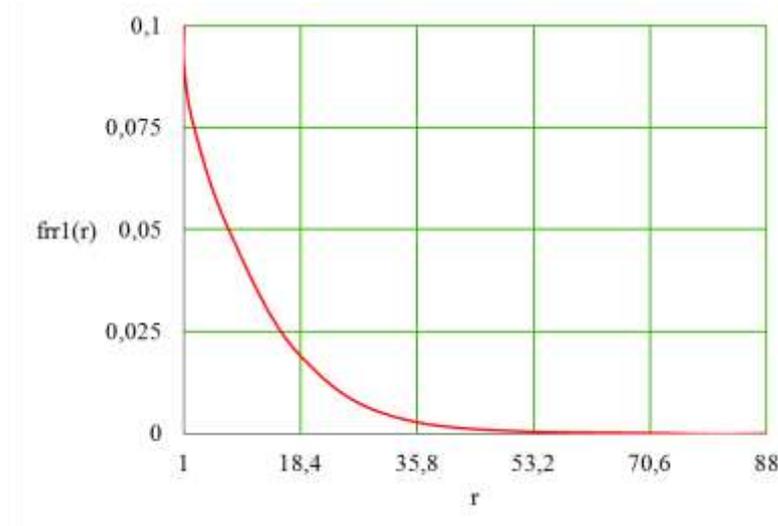


Рис. 6

Случай 2 $y_1 > b_2$.

$$r = z + 100 \cdot \left(\frac{a^4 \cdot b_2 + a^5}{a_1} - 1 \right) - 100 \cdot x_2 - \left(\frac{b_2}{y_1} - 1 \right) \cdot 100, \text{ если } y_1 > b_2,$$

$$r_1 \leq r \leq r_2; g \leq z \leq h; s_1 \leq x_2 \leq s_2; c \leq y_1 \leq d.$$

Рассмотрим случайную величину $u = \left(\frac{b_2}{y_1} - 1 \right) \cdot 100$, $b_2 \leq y_1 = 100$. Плотность равна

$$f_{u1}(u) = f_{y1} \left(\frac{b_2}{1+u/100} \right) \cdot \left| -\frac{b_2}{(1+u/100)^2} \right| \cdot \frac{1}{100}, \left(\frac{b_2}{d} - 1 \right) \cdot 100 \leq u \leq 0.$$

Выполним нормировку.

$$C_u = \frac{1}{\int_{b_2}^d f_{u1}(u) du}, f_u(u) = C_u \cdot f_{u1}(u)$$

Далее введем величину $o = x + u$ с плотностью

$$f_{o1}(o) = \begin{cases} \int_0^{o-u_1} f_x(x) f_u(o-x) dx, & u_1 \leq o \leq 0, \\ \int_o^{o-u_1} f_x(x) f_u(o-x) dx, & 0 \leq o \leq 100 + u_1, \\ \int_o^{100} f_x(x) f_u(o-x) dx, & 100 + u_1 \leq o \leq 100 \end{cases}$$

$$\text{Здесь } u_1 = 100 \cdot \left(\frac{b_2}{c} - 1 \right), u_2 = 100 \cdot \left(\frac{b_2}{b_2} - 1 \right) = 0$$

Обозначим $M2 = 100 \cdot \left(\frac{a4 \cdot b2 + a5}{a1} - 1 \right)$ и введем величину

$w = M2 - o$ с плотностью $f_w(w) = f_o(M2 - w)$

Для случайной величины $r = z + w$ получим плотность вероятностей

$$f_{r2}(r) = \begin{cases} Cr \cdot f_{r1}(r), & g \leq r \leq g + w2; \\ Cr \cdot f_{r2}(t), & g + w2 \leq r \leq h + w1; \\ Cr \cdot f_{r3}(r), & h + w1 \leq r \leq h. \end{cases}$$

$$Cr = \frac{1}{\int_g^{g+w2} f_{r1}(r) dr + \int_{g+w2}^{h+w1} f_{r2}(r) dr + \int_{h+w1}^h f_{r3}(r) dr}$$

Здесь

$$f_{r1}(r) = \int_g^{r-w1} f_z(z) f_w(r-z) dz, \quad g + w1 \leq r \leq g + w2;$$

$$f_{r2}(t) = \int_{r-w2}^{r-w1} f_z(z) f_w(r-z) dz, \quad g + w2 \leq r \leq h + w1;$$

$$f_{r3}(t) = \int_{r-w2}^h f_z(z) f_w(r-z) dz, \quad h + w1 \leq r \leq h + w2.$$

$$w1 = M2 - o2, \quad w2 = M2 - o1$$

График плотности вероятностей случайной величины $r = Sat4$ для случая $y1 > b2$ имеет вид (см. рисунок 7)

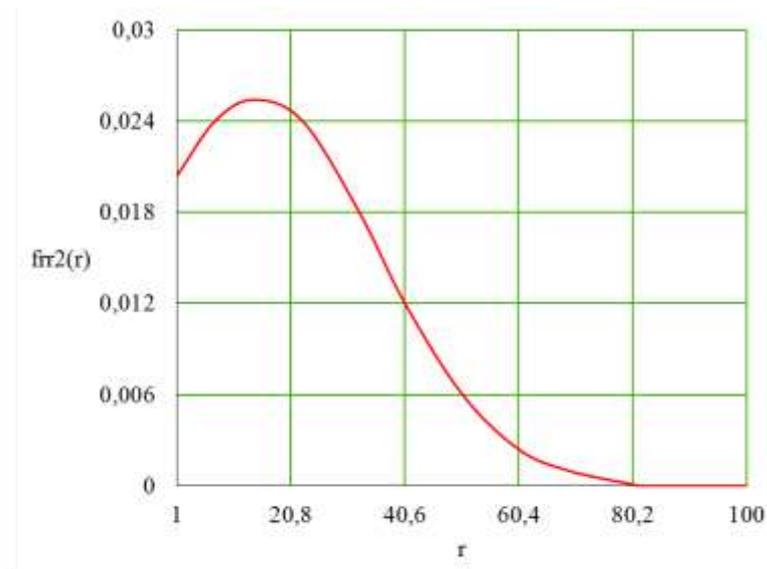


Рис. 7

Расчет характеристик случайной величины $r = Sat4$

$$r = \begin{cases} z + 100 \cdot \left(\frac{a4 \cdot b2}{a1} - 1 \right) - 100 \cdot x2 - y2 \cdot 100, & \text{если } y1 \leq b2; \\ z + 100 \cdot \left(\frac{a4 \cdot b2 + a5}{a1} - 1 \right) - 100 \cdot x2 - \left(\frac{b2}{y1} - 1 \right) \cdot 100, & \text{если } y1 > b2. \end{cases}$$

Здесь мы имеем два несовместных события – случай 1 ($c \leq y1 \leq b2$) и случай 2 ($b2 \leq y1 \leq d$). Вероятности наступления первого и второго событий равна

$$P1 = \int_c^{b2} f_{y1}(y) dy, P2 = 1 - P1. \quad (9)$$

Тогда среднее значение случайной величины $r = Sat4$ равно

$$mS = P1 \cdot \int_g^h r \cdot f_{rr1}(r) dr + P2 \cdot \int_g^h r \cdot f_{rr2}(r) dr \quad (10)$$

Вычислим стандартное отклонение случайной величины $r = Sat4$.

$$S2 = P1 \cdot \int_g^h r^2 \cdot f_{rr1}(r) dr + P2 \cdot \int_g^h r^2 \cdot f_{rr2}(r) dr \quad (11)$$

$$\sigma S = \sqrt{S2 - mS^2}.$$

Пример 4. Пусть $a4 = 110, a5 = 2000, b2 = 80$.

Тогда получим следующие результаты.

$P1 = 0,159; P2 = 0,841; mS = 22\%; \sigma S = 15\%$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Имитационное моделирование на языке Python

ПЕРВАЯ ЧАСТЬ КОДА

```
#!/usr/bin/env python
# coding: utf-8

# Матрица констант и матрица переменных должны быть конвертированы в формат csv.
# Матрицы хранятся в папке project_info
# В качестве разделителя дробной части используется точка.
# В матрице переменных первая строка отбрасывается (в ней названия столбцов X1 X2 и т.д.)
# Матрица констант содержит 3 столбца. Константа, первое значение, второе значение.
# **ВАЖНО если константа имеет одно значение то второе значение нужно оставить пустым**

# In[96]:

import pandas as pd
import numpy as np
from itertools import product

# In[97]:

def generate_ndarray_from_csv(csv_path, *args, **kwargs):
    dataframe = pd.read_csv(csv_path, *args, **kwargs)
    ndarray = dataframe.to_numpy()
    return ndarray

# In[98]:

def generate_constants_ndarray(path_constants):
    return generate_ndarray_from_csv(path_constants, header=None, index_col=0)

# In[99]:

def generate_matrices_ndarray(path_matrices):
    return generate_ndarray_from_csv(path_matrices)

# Функция которая ограничивает значения в матрице переменных X1,Y1,Z <= 100
# X2,Y2 <= 1
#

# In[100]:

def matrix_limiter(matrix):
    x2_y2_index = [4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15]
    x1_y1_z_max = 100
    x2_y2_max = 1
    matrix[matrix>100] = 100
    (matrix>1)[:, x2_y2_index] = 1
    return matrix
```

```
# In[101]:
```

```
def generate_combinations_of_elements_N_long(elements, N):
    return product(elements, repeat=N)
```

```
# In[102]:
```

```
def get_generator_of_100_elements_from_matrices_by_combination(combination_generator, matrices_ndarray):
```

```
    x1_index_col = 0
    x2_index_col = 4
    y1_index_col = 8
    y2_index_col = 12
    z_index_col = 16
```

```
    for combination in combination_generator:
        x1,x2,y1,y2,z = combination
        x1 += x1_index_col
        x2 += x2_index_col
        y1 += y1_index_col
        y2 += y2_index_col
        z += z_index_col
```

```
    yield matrices_ndarray[:, [x1,x2,y1,y2,z]]
```

```
# Ограничивает значения констант
# Условия можно добавить.
```

```
# In[103]:
```

```
def constant_limitations(constant_combination):
    a6 = constant_combination[5]
    a7 = constant_combination[6]
    a8 = constant_combination[7]
    a9 = constant_combination[8]
    if a8 <= a6 or a9 >= a7:
        return True
    return False
```

```
# In[104]:
```

```
def get_generator_of_constant_combination(combination_generator, constants_ndarray):
    index_of_elements = range(len(constants_ndarray))
    for combination in combination_generator:
        constants_combination = constants_ndarray[index_of_elements, combination]
        if np.isnan(constants_combination).any(): # тут таким образом я откинул комбинации в которых присутствует Nan
            continue
        if constant_limitations(constants_combination):
            continue
        yield constants_combination
```

```
# In[105]:
```

```

def calculate_formulas(c, m):
X1 = m[0]
X2 = m[1]
Y1 = m[2]
Y2 = m[3]
Z = m[4]
a1 = c[0]
a2 = c[1]
a3 = c[2]
a4 = c[3]
a5 = c[4]
a6 = c[5]
a7 = c[6]
a8 = c[7]
a9 = c[8]
b1 = c[9]
b2 = c[10]
b3 = c[11]

# Q1 = X1
Q1 = X1
if Q1 > 100:
    Q1 = 100

# G1 = Y1
G1 = Y1

# W1 = a1
W1 = a1

# Sat1 = Z
Sat1 = Z
if Sat1 < 0:
    Sat1 = 0

# Q2 = X1 * (1 + X2); но всегда Q2 <= b1, если Q2 > b1, то Q2 = b1
Q2 = X1 * (1 + X2)
if Q2 > b1:
    Q2 = b1

# G2 = Y1
G2 = Y1

# Если Q2 = b1, то W2 = a1
# Если Q2 < b1, то W2 = a2
W2 = a1 if Q2 == b1 else a2

# Sat2 = Z + (W2-W1)/W1*100 - (Q2-Q1)/Q1*100, ограничение 0 >= Sat2 >= 100
Sat2 = Z + (W2 - W1) / W1 * 100 - (Q2 - Q1) / Q1 * 100
if Sat2 < 0:
    Sat2 = 0
elif Sat2 > 100:
    Sat2 = 100

# Q3 = X1 * (1 + X2), но Q3 <= 100
Q3 = X1 * (1 + X2)
if Q3 > 100:
    Q3 = 100

# G3 = Y1 * (1 - Y2), но если G3 < 50, то G3 = 50
G3 = Y1 * (1 - Y2)
if G3 < 50:

```

G3 = 50

W3 = a3 * Q3

W3 = a3 * Q3

Sat3 = Z + (W3-W1)/W1*100 - (Q3-Q1)/Q1*100 ограничение 0<=Sat3<=100

Sat3 = Z + (W3 - W1)/W1 * 100 - (Q3 - Q1)/Q1*100

if Sat3 < 0:

Sat3 = 0

elif Sat3 > 100:

Sat3 = 100

Q4 = X1 * (1 + X2), но Q4 <= 100

Q4 = X1*(1 + X2)

if Q4 > 100:

Q4 = 100

Если Y1 < b2, G4 = Y1 * (1 + Y2), но G4 не более b2

Если Y1 >= b2, G4 = b2

G4 = Y1*(1 + Y2) if Y1 < b2 else b2

Если G4 = b2, то W4 = a4 * b2 + a5

Если G4 < b2, то W4 = a4 * b2

if G4 == b2:

W4 = a4*b2 + a5

if G4 < b2:

W4 = a4*b2

Sat4 = Z + (W4-W1)/W1*100 - (Q4-Q1)/Q1*100 - (G4-G1)/G1*100 ограничение 0<=Sat4<=100

Sat4 = Z + (W4 - W1)/W1*100 - (Q4 - Q1)/Q1*100 - (G4 - G1)/G1*100

if Sat4 < 0:

Sat4 = 0

elif Sat4 > 100:

Sat4 = 100

Q5 = X1 * (1 + X2), но Q5 <= 100

Q5 = X1*(1 + X2)

if Q5 > 100:

Q5 = 100

G5 = Y1 * (1 - Y2), но если G5 < 50, то G3 = 50

G5 = Y1*(1 - Y2)

if G5 < 50:

G5 = 50

Если Q5 >= b3, W5 = a6 * b3 + a8 * (Q5 - b3)

Если Q5 < b3, W5 = a6 * Q5

W5 = a6*b3 + a8*(Q5 - b3) if Q5 >= b3 else a6*Q5

Sat5 = Z + (W5-W1)/W1*100 - (Q5-Q1)/Q1*100 - (G5-G1)/G1*100 ограничение 0<=Sat5<=100

Sat5 = Z + (W5 - W1)/W1*100 - (Q5 - Q1)/Q1*100 - (G5 - G1)/G1*100

if Sat5 < 0:

Sat5 = 0

elif Sat5 > 100:

Sat5 = 100

Q6 = X1 * (1 + X2), но Q6 <= 100

Q6 = X1*(1 + X2)

if Q6 > 100:

Q6 = 100

G6 = Y1 * (1 - Y2), но если G6 < 50, то G6 = 50

```

G6 = Y1*(1 - Y2)
if G6 < 50:
    G6 = 50

# Если Q6 >= b3, W6 = a7 * b3 + a9 * (Q6 - b3)
# Если Q6 < b3, W6 = a7 * Q6
W6 = a7*b3 + a9*(Q6 - b3) if Q6 >= b3 else a7*Q6

# Sat6 = Z + (W6-W1)/W1*100 - (Q6-Q1)/Q1*100 - (G6-G1)/G1*100 ограничение 0<=Sat6<=100
Sat6 = Z + (W6 - W1)/W1*100 - (Q6 - Q1)/Q1*100 - (G6 - G1)/G1 * 100
if Sat6 < 0:
    Sat6 = 0
elif Sat6 > 100:
    Sat6 = 100
if Q1 > Q3:
    pdb.set_trace()
return np.array([Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6,
                G1, G2, G3, G4, G5, G6,
                W1, W2, W3, W4, W5, W6,
                Sat1, Sat2, Sat3, Sat4, Sat5, Sat6])

# Основная функция. Создает матрицу результирующих значений.
# В качестве аргументов принимает 3 значения:
# - путь к матрице констант
# - путь к матрице переменных
# - название файла с данными (если не указан то функция возвращает массив данных. Если указан то сохраняет
данные в файл)

# In[119]:

def create_data(path_to_constants_csv: str, path_to_matrices_csv: str, name_data_file=None):

    matrices_ndarray_not_limited = generate_matrices_ndarray(path_to_matrices_csv)
    matrices_ndarray_limited = matrix_limiter(matrices_ndarray_not_limited)
    constants_ndarray = generate_constants_ndarray(path_to_constants_csv)

    dataholder = []

    constants_combination_generator = generate_combinations_of_elements_N_long([0,1], 12)
    constant_combinations = get_generator_of_constant_combination(
        constants_combination_generator,
        constants_ndarray
    )

    for constant_combination in constant_combinations:

        matrices_combination_generator = generate_combinations_of_elements_N_long(range(4), 5)
        matrices_100_elements_generator = get_generator_of_100_elements_from_matrices_by_combination(
            matrices_combination_generator,
            matrices_ndarray
        )

        for matrices_combination in matrices_100_elements_generator:
            for row in matrices_combination:
                calculation = calculate_formulas(constant_combination, row)
                dataholder.append(calculation)

    data_ndarray = np.array(dataholder)
    if name_data_file:
        np.save(name_data_file)

```

```
else:
    return data_ndarray
```

ВТОРАЯ ЧАСТЬ КОДА

```
#!/usr/bin/env python
# coding: utf-8
```

```
# In[1]:
```

```
import numpy as np
import pandas as pd
```

```
# In[2]:
```

```
def load_data(path_to_data):
    return np.load(path_to_data)
```

```
# In[3]:
```

```
path_to_data = "../calculated_data/data2.npy"
data = load_data(path_to_data)
```

```
# In[4]:
```

```
def get_counts_and_mean_matrix(start_index, sighn, data):

    stop_index = start_index + 6

    compared_part_of_data = data[:, start_index:stop_index]
    counts_matrix = np.ndarray((6,6))
    mean_matrix = np.ndarray((6,6))

    for index_1, first_column in enumerate(compared_part_of_data.T):
        for index_2, second_column in enumerate(compared_part_of_data.T):

            mask = eval(f"first_column{ sighn }second_column")

            count_of_values = mask.sum()
            counts_matrix[index_1, index_2] = count_of_values

            mean_of_values = first_column[mask].mean()
            mean_matrix[index_1, index_2] = mean_of_values
    return counts_matrix, mean_matrix
```

```
# In[5]:
```

```
def generate_dataframe(start_index, sighn, data):
    names = ["Q", "G", "W", "Sat"]
```

```

name_of_index = names[start_index//6]
dataframe_index = [f"{name_of_index}{i}" for i in range(1,7)]
counts_ndarray, mean_ndarray = get_counts_and_mean_matrix(start_index, sighn, data)
counts_dataframe = pd.DataFrame(counts_ndarray, columns=dataframe_index, index=dataframe_index).add_suffix(sighn)
counts_dataframe.name = name_of_index + "_counts"

mean_dataframe = pd.DataFrame(mean_ndarray, columns= dataframe_index, index=dataframe_index).add_suffix(sighn)
mean_dataframe.name = name_of_index + "_mean"

return counts_dataframe, mean_dataframe

```

In[6]:

```

def save_dataframes_in_file(path, data):
    sighns = ["==", ">"]
    indexes = [0, 6, 12, 18]
    page = 0
    with pd.ExcelWriter(path) as writer:
        for index in indexes:
            for sighn in sighns:
                counts_dataframe, mean_dataframe = generate_dataframe(index, sighn, data)
                counts_dataframe.to_excel(writer, sheet_name=f"{counts_dataframe.name}_{page}")
                mean_dataframe.to_excel(writer, sheet_name=f"{mean_dataframe.name}_{page}")
            page += 1

```

In[30]:

```

def stage_3(data, save_to_file):
    columns_name = [f"{name}{index}" for name in ["Q", "G", "W", "Sat"] for index in range(1, 7)]
    mean_by_100 = data.reshape((100, -1, 24)).mean(axis=0)
    dataframe = pd.DataFrame(mean_by_100, columns=columns_name)
    return dataframe.to_csv(save_to_file)

```

ПРИЛОЖЕНИЕ В. Матрицы для проведения имитационного моделирования

Таблица 1 – наборы переменных с разными законами распределения

№	X1				X2				Y1				Y2				Z			
	N	Exp	Chi2	Gam	N	Exp	Chi2	Gam	N	Exp	Chi2	Gam	N	Exp	Chi2	Gam	N	Exp	Chi2	Gam
1	65,21	68,00	66,00	92,00	0,67	0,38	0,59	0,37	77,42	53,00	80,00	84,00	0,77	0,28	0,69	0,27	67,46	17,00	74,00	46,00
2	54,46	80,00	75,00	68,00	0,47	0,33	0,59	0,49	71,33	85,00	92,00	71,00	0,42	0,42	0,65	0,52	47,21	63,00	65,00	45,00
3	59,89	83,00	69,00	54,00	0,42	0,09	0,71	0,30	90,70	61,00	56,00	61,00	0,67	0,73	0,71	0,86	42,25	35,00	49,00	54,00
4	75,77	61,00	80,00	99,00	0,45	0,53	0,55	0,46	73,89	70,00	92,00	60,00	0,45	0,08	0,69	0,66	44,93	52,00	45,00	34,00
5	85,19	85,00	88,00	75,00	0,50	0,70	0,70	0,38	70,94	51,00	80,00	64,00	0,35	0,37	0,57	0,64	49,95	79,00	86,00	86,00
6	68,53	60,00	67,00	99,00	0,62	0,25	0,51	0,70	75,97	59,00	59,00	50,00	0,51	0,41	0,65	0,38	61,63	3,00	59,00	35,00
7	74,49	65,00	71,00	65,00	0,38	0,11	0,56	0,58	63,29	53,00	70,00	74,00	0,48	0,36	0,50	0,42	37,76	28,00	76,00	70,00
8	88,77	51,00	68,00	63,00	0,45	0,26	0,62	0,48	74,02	99,00	89,00	83,00	0,27	0,45	0,72	0,54	44,81	15,00	69,00	46,00
9	81,86	91,00	69,00	100,00	0,56	0,16	0,70	0,50	77,92	65,00	65,00	91,00	0,17	0,21	0,64	0,60	56,06	86,00	59,00	54,00
10	74,05	63,00	65,00	74,00	0,56	0,62	0,47	0,35	73,41	59,00	66,00	71,00	0,80	0,04	0,64	0,40	55,52	3,00	56,00	67,00
11	51,92	68,00	68,00	97,00	0,39	0,39	0,83	0,45	72,13	75,00	80,00	68,00	0,86	0,98	0,58	0,51	38,77	67,00	78,00	33,00
12	78,53	86,00	65,00	56,00	0,85	0,33	0,51	0,51	65,76	57,00	64,00	69,00	0,31	0,39	0,78	0,50	84,94	10,00	76,00	72,00
13	79,39	62,00	68,00	94,00	0,35	0,04	0,50	0,46	74,99	76,00	63,00	65,00	0,53	0,19	0,84	0,62	35,32	40,00	74,00	63,00
14	63,19	93,00	67,00	100,00	0,54	0,10	0,59	0,55	81,22	71,00	77,00	70,00	0,45	0,21	0,65	0,34	53,85	6,00	47,00	64,00
15	91,27	61,00	58,00	91,00	0,39	0,02	0,90	0,58	77,17	66,00	90,00	68,00	0,36	0,01	0,53	0,46	39,37	17,00	72,00	35,00
16	79,77	71,00	69,00	58,00	0,76	0,23	0,50	0,68	79,63	80,00	82,00	69,00	0,49	0,46	0,58	0,35	76,10	15,00	63,00	64,00
17	81,05	68,00	60,00	75,00	0,48	0,35	0,83	0,73	79,46	72,00	50,00	64,00	0,63	0,31	0,56	0,50	48,23	81,00	55,00	45,00
18	73,01	52,00	74,00	62,00	0,55	0,25	0,57	0,42	84,07	74,00	67,00	89,00	0,62	0,07	0,51	0,60	48,97	8,00	84,00	28,00
19	80,97	78,00	80,00	89,00	0,51	0,35	0,70	0,41	67,82	74,00	66,00	78,00	0,62	0,12	0,51	0,36	51,11	37,00	36,00	57,00
20	70,46	60,00	74,00	81,00	0,26	0,04	0,65	0,53	66,71	54,00	70,00	79,00	0,58	1,00	0,73	0,55	26,32	25,00	72,00	54,00
21	71,43	56,00	87,00	99,00	0,37	0,27	0,60	0,51	99,74	68,00	62,00	93,00	0,49	0,14	0,50	0,54	37,46	1,00	43,00	62,00
22	73,52	75,00	66,00	67,00	0,80	0,44	0,70	0,57	78,78	70,00	71,00	55,00	0,77	0,19	0,53	0,62	79,72	34,00	46,00	47,00
23	66,94	81,00	60,00	63,00	0,38	0,26	0,63	0,71	65,03	68,00	87,00	74,00	0,61	0,95	0,56	0,59	38,17	8,00	63,00	45,00
24	66,20	58,00	81,00	75,00	0,82	0,06	0,83	0,45	90,13	68,00	61,00	52,00	0,58	0,83	0,63	0,31	81,92	12,00	48,00	40,00
25	52,79	74,00	82,00	70,00	0,60	0,01	0,70	0,53	68,46	77,00	77,00	89,00	0,31	0,11	0,59	0,38	60,06	27,00	64,00	52,00
26	69,62	91,00	50,00	96,00	0,42	0,03	0,47	0,43	60,97	67,00	59,00	67,00	0,49	0,54	0,80	0,50	41,54	58,00	45,00	57,00

27	55,87	99,00	71,00	81,00	0,57	0,20	0,72	0,38	61,93	96,00	84,00	68,00	0,45	0,21	0,75	0,56	56,62	71,00	51,00	47,00
28	71,44	71,00	87,00	60,00	0,59	0,38	0,55	0,51	80,15	69,00	62,00	56,00	0,39	0,33	0,39	0,74	58,59	23,00	60,00	43,00
29	92,53	92,00	96,00	82,00	0,65	0,45	0,38	0,61	69,28	52,00	92,00	91,00	0,24	0,79	0,47	0,54	65,42	1,00	74,00	53,00
30	73,39	59,00	72,00	80,00	0,45	0,21	0,63	0,33	73,32	65,00	72,00	55,00	0,30	0,09	0,68	0,64	45,31	22,00	40,00	27,00
31	68,25	83,00	82,00	85,00	0,59	0,74	0,58	0,69	64,30	90,00	67,00	71,00	0,37	0,04	0,39	0,69	59,40	15,00	67,00	73,00
32	77,57	62,00	81,00	58,00	0,53	0,58	0,56	0,30	83,92	59,00	53,00	65,00	0,59	0,25	0,68	0,65	52,52	32,00	63,00	67,00
33	76,59	67,00	59,00	83,00	0,61	0,02	0,85	0,34	53,69	82,00	71,00	94,00	0,56	0,31	0,80	0,42	61,44	11,00	67,00	45,00
34	59,97	97,00	77,00	59,00	0,53	0,55	0,55	0,27	77,17	59,00	78,00	75,00	0,81	0,24	0,57	0,35	52,50	96,00	65,00	67,00
35	80,39	57,00	71,00	77,00	0,82	0,68	0,78	0,31	78,77	74,00	84,00	90,00	0,78	0,17	0,67	0,42	82,16	55,00	63,00	44,00
36	72,86	68,00	57,00	96,00	0,52	0,31	0,45	0,61	54,88	57,00	62,00	92,00	0,72	0,65	0,63	0,61	52,29	74,00	43,00	69,00
37	57,95	72,00	56,00	64,00	0,44	0,21	0,68	0,52	84,70	54,00	70,00	62,00	0,58	0,91	0,74	0,41	43,92	61,00	67,00	50,00
38	80,53	63,00	66,00	79,00	0,35	0,55	0,70	0,34	68,40	77,00	78,00	74,00	0,58	0,17	0,67	0,49	35,06	52,00	60,00	51,00
39	69,05	73,00	66,00	54,00	0,66	0,10	0,62	0,62	72,14	85,00	67,00	84,00	0,62	0,08	0,64	0,49	65,60	44,00	60,00	66,00
40	70,97	94,00	85,00	75,00	0,43	0,42	0,55	0,51	80,07	58,00	70,00	68,00	0,34	0,26	0,56	0,63	43,17	5,00	54,00	53,00
41	90,01	90,00	73,00	74,00	0,63	0,19	0,57	0,38	71,54	88,00	62,00	75,00	0,64	0,89	0,63	0,52	63,05	19,00	53,00	41,00
42	85,12	84,00	76,00	83,00	0,54	0,07	0,52	0,61	75,23	100,00	67,00	70,00	0,67	0,23	0,86	0,35	54,14	11,00	65,00	63,00
43	87,72	94,00	83,00	90,00	0,67	0,70	0,73	0,43	71,24	63,00	66,00	63,00	0,56	0,38	0,54	0,43	66,78	73,00	48,00	57,00
44	71,55	87,00	84,00	75,00	0,32	0,18	0,74	0,37	75,78	58,00	76,00	86,00	0,60	0,58	0,58	0,26	32,00	1,00	61,00	51,00
45	58,36	80,00	59,00	72,00	0,41	0,13	0,63	0,53	76,21	90,00	65,00	78,00	0,43	0,20	0,53	0,32	41,05	32,00	59,00	50,00
46	61,64	55,00	93,00	80,00	0,29	0,03	0,40	0,45	71,70	94,00	77,00	91,00	0,54	0,16	0,53	0,48	29,08	13,00	53,00	66,00
47	69,82	91,00	55,00	81,00	0,64	0,10	0,69	0,61	57,63	64,00	71,00	60,00	0,15	0,23	0,80	0,33	63,96	87,00	61,00	34,00
48	76,95	79,00	61,00	79,00	0,35	0,11	0,59	0,60	86,98	76,00	82,00	72,00	0,47	0,75	0,63	0,39	34,99	86,00	55,00	53,00
49	67,82	68,00	88,00	60,00	0,52	0,17	0,68	0,44	61,61	72,00	55,00	59,00	0,38	0,73	0,45	0,64	52,14	29,00	54,00	59,00
50	79,19	81,00	71,00	61,00	0,66	0,32	0,83	0,39	58,84	59,00	68,00	83,00	0,41	0,46	0,65	0,68	66,01	47,00	59,00	65,00
51	72,00	63,00	72,00	78,00	0,31	0,29	0,45	0,44	69,99	76,00	80,00	74,00	0,35	0,93	0,52	0,49	31,02	6,00	64,00	40,00
52	83,96	56,00	82,00	69,00	0,75	0,66	0,54	0,47	69,03	70,00	65,00	66,00	0,40	0,10	0,59	0,42	74,95	66,00	49,00	57,00
53	88,61	81,00	73,00	92,00	0,27	0,06	0,58	0,47	56,33	85,00	55,00	84,00	0,47	0,42	0,70	0,30	26,59	10,00	73,00	38,00
54	92,47	58,00	88,00	78,00	0,48	0,80	0,59	0,72	71,87	91,00	81,00	59,00	0,65	0,80	0,66	0,41	48,05	55,00	51,00	49,00
55	76,56	54,00	73,00	52,00	0,01	0,33	0,63	0,51	91,63	87,00	72,00	77,00	0,42	0,96	0,58	0,63	1,27	7,00	58,00	52,00
56	82,27	93,00	74,00	62,00	0,57	0,18	0,72	0,51	62,08	94,00	67,00	61,00	0,55	0,06	0,51	0,24	57,15	70,00	58,00	45,00
57	77,97	73,00	63,00	59,00	0,59	0,60	0,56	0,70	92,13	99,00	66,00	64,00	0,50	0,15	0,60	0,77	58,81	3,00	58,00	49,00

58	100,00	81,00	55,00	76,00	0,66	0,36	0,51	0,42	71,07	58,00	54,00	78,00	0,50	0,26	0,70	0,29	66,13	40,00	47,00	38,00
59	81,40	51,00	63,00	64,00	0,42	0,18	0,76	0,42	71,14	65,00	67,00	68,00	0,68	0,20	0,68	0,66	41,67	92,00	55,00	36,00
60	56,49	80,00	74,00	87,00	0,47	0,05	0,53	0,47	60,72	70,00	64,00	97,00	0,45	0,08	0,75	0,62	47,28	18,00	65,00	65,00
61	63,75	53,00	82,00	62,00	0,51	0,25	0,63	0,38	66,45	87,00	83,00	55,00	0,50	0,05	0,44	0,44	51,09	64,00	89,00	30,00
62	77,82	81,00	72,00	72,00	0,68	0,55	0,45	0,64	73,05	73,00	63,00	71,00	0,50	0,47	0,93	0,80	67,82	30,00	60,00	53,00
63	78,02	52,00	72,00	70,00	0,64	0,63	0,49	0,61	94,22	89,00	75,00	83,00	0,38	0,54	0,48	0,62	63,55	4,00	57,00	58,00
64	80,30	85,00	64,00	72,00	0,41	0,04	0,74	0,31	78,68	74,00	56,00	76,00	0,21	0,19	0,67	0,68	41,09	41,00	65,00	47,00
65	50,28	56,00	55,00	62,00	0,55	0,32	0,48	0,50	53,57	54,00	86,00	60,00	0,46	0,22	0,81	0,49	55,43	49,00	57,00	35,00
66	83,92	83,00	76,00	86,00	0,65	0,22	0,70	0,52	71,72	100,00	72,00	81,00	0,40	0,22	0,59	0,68	65,42	96,00	75,00	31,00
67	75,98	59,00	92,00	69,00	0,47	0,04	0,61	0,40	71,50	56,00	61,00	73,00	0,77	0,89	0,61	0,49	46,91	64,00	86,00	43,00
68	71,26	65,00	56,00	88,00	0,25	0,29	0,67	0,69	69,76	51,00	63,00	54,00	0,54	0,18	0,67	0,39	25,10	57,00	80,00	71,00
69	89,37	72,00	82,00	75,00	0,56	0,93	0,72	0,36	64,53	91,00	77,00	50,00	0,57	0,55	0,57	0,50	56,28	45,00	60,00	68,00
70	83,01	72,00	63,00	70,00	0,59	0,55	0,69	0,50	79,96	52,00	63,00	77,00	0,45	0,53	0,57	0,27	58,68	100,00	56,00	59,00
71	86,42	84,00	69,00	83,00	0,72	0,12	0,60	0,43	74,76	84,00	88,00	74,00	0,49	0,64	0,54	0,35	71,88	63,00	53,00	43,00
72	87,68	73,00	87,00	72,00	0,60	0,10	0,74	0,46	74,79	54,00	62,00	77,00	0,89	0,12	0,53	0,42	60,34	12,00	64,00	50,00
73	76,78	87,00	73,00	63,00	0,29	0,71	0,69	0,53	59,21	58,00	59,00	51,00	0,59	0,09	0,50	0,59	29,16	84,00	50,00	55,00
74	80,97	70,00	66,00	95,00	0,75	0,04	0,63	0,66	85,88	76,00	69,00	77,00	0,54	0,68	0,78	0,51	74,84	77,00	46,00	37,00
75	72,14	90,00	73,00	70,00	0,52	0,08	0,52	0,59	70,66	91,00	65,00	69,00	0,51	0,34	0,48	0,51	52,29	94,00	68,00	56,00
76	74,77	58,00	51,00	82,00	0,48	0,08	0,65	0,43	72,09	74,00	63,00	58,00	0,70	0,65	0,63	0,43	48,29	6,00	43,00	62,00
77	64,47	62,00	100,00	89,00	0,47	0,43	0,93	0,52	81,54	58,00	56,00	57,00	0,39	0,90	0,80	0,78	47,30	97,00	71,00	66,00
78	61,08	56,00	69,00	88,00	0,20	0,04	0,65	0,77	60,96	78,00	82,00	77,00	0,01	0,25	0,62	0,55	19,60	15,00	73,00	41,00
79	91,85	89,00	54,00	97,00	0,49	0,64	0,48	0,80	86,10	54,00	82,00	89,00	0,45	0,02	0,79	0,35	48,54	10,00	54,00	44,00
80	66,98	70,00	67,00	69,00	0,57	0,49	0,67	0,47	75,39	83,00	51,00	91,00	0,68	0,83	0,85	0,57	56,80	92,00	61,00	58,00
81	77,32	89,00	96,00	68,00	0,34	0,67	0,47	0,58	68,34	83,00	93,00	69,00	0,53	0,27	0,60	0,65	34,31	40,00	50,00	81,00
82	89,86	71,00	77,00	59,00	0,19	0,31	0,52	0,51	77,92	73,00	60,00	83,00	0,44	0,72	0,66	0,50	19,36	24,00	53,00	68,00
83	67,87	52,00	80,00	85,00	0,57	0,43	0,73	0,58	100,00	53,00	59,00	90,00	0,78	0,24	0,69	0,48	57,17	18,00	64,00	50,00
84	74,48	58,00	96,00	62,00	0,23	0,12	0,80	0,36	79,16	54,00	65,00	97,00	0,39	0,51	0,59	0,81	23,27	28,00	65,00	67,00
85	73,54	58,00	81,00	86,00	0,61	0,72	0,55	0,69	93,93	51,00	77,00	68,00	0,43	0,88	0,61	0,52	60,64	66,00	66,00	42,00
86	83,29	73,00	53,00	61,00	0,39	0,83	0,69	0,59	76,66	93,00	74,00	63,00	0,56	0,41	0,82	0,47	39,01	81,00	45,00	78,00
87	75,46	91,00	73,00	75,00	0,46	0,07	0,56	0,80	76,72	92,00	75,00	71,00	0,20	0,05	0,59	0,45	46,09	7,00	60,00	46,00
88	67,79	98,00	71,00	56,00	0,40	0,16	0,71	0,40	78,34	73,00	65,00	87,00	0,40	0,47	0,74	0,46	40,31	3,00	55,00	68,00

89	74,80	60,00	71,00	78,00	0,43	0,18	0,50	0,64	61,65	77,00	73,00	60,00	0,55	0,03	0,56	0,32	42,69	11,00	59,00	45,00
90	78,64	92,00	89,00	80,00	0,30	0,14	0,46	0,55	74,53	93,00	77,00	59,00	0,34	0,21	0,41	0,72	29,94	100,00	63,00	78,00
91	56,05	59,00	87,00	74,00	0,54	0,25	0,61	0,38	68,80	62,00	72,00	100,00	0,52	0,33	0,92	0,58	53,51	34,00	66,00	63,00
92	82,77	76,00	76,00	65,00	0,36	0,03	0,56	0,55	71,39	67,00	74,00	64,00	0,58	0,58	0,62	0,40	36,02	5,00	51,00	47,00
93	70,56	58,00	67,00	92,00	0,56	0,11	0,63	0,57	74,31	52,00	59,00	56,00	0,80	0,38	0,50	0,43	55,98	52,00	65,00	54,00
94	83,93	57,00	56,00	73,00	0,48	0,71	0,68	0,83	74,44	65,00	69,00	63,00	0,54	0,47	0,67	0,62	47,58	5,00	60,00	40,00
95	83,05	64,00	78,00	99,00	0,28	0,54	0,65	0,43	75,51	54,00	68,00	57,00	0,29	0,09	0,59	0,39	27,94	7,00	49,00	50,00
96	71,10	71,00	55,00	78,00	0,74	0,16	0,63	0,47	80,03	64,00	51,00	80,00	0,68	0,89	0,63	0,70	74,20	55,00	51,00	64,00
97	78,17	52,00	69,00	66,00	0,53	0,61	0,53	0,66	55,83	77,00	70,00	79,00	0,56	0,57	0,53	0,54	53,25	4,00	76,00	60,00
98	73,98	68,00	61,00	66,00	0,48	0,38	0,52	0,45	87,31	97,00	78,00	57,00	0,43	0,01	0,73	0,53	48,49	89,00	58,00	77,00
99	62,29	54,00	67,00	63,00	0,92	0,32	0,80	0,44	87,44	57,00	68,00	56,00	0,67	0,56	0,65	0,30	91,54	15,00	61,00	71,00
100	74,00	56,00	92,00	86,00	0,50	0,63	0,60	0,49	74,00	96,00	62,00	63,00	0,50	0,66	0,56	0,57	50,50	20,00	53,00	54,00

Таблица 2 – наборы min и max значений констант

Константы	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	b1	b2	b3
Min	5000	105	105	1000	105	105	105	105	70	70	75
Max	8000	117	117	3000	117	117	117	117	85	80	85

a1 = 10000

ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Результаты моделирования показателей

Количество значений, средние значения и доля выработки (Q)

	Q1==	Q2==	Q3==	Q4==	Q5==	Q6==
Q1	13107200	180224	131072	131072	131072	131072
Q2	180224	13107200	1232896	1232896	1232896	1232896
Q3	131072	1232896	13107200	13107200	13107200	13107200
Q4	131072	1232896	13107200	13107200	13107200	13107200
Q5	131072	1232896	13107200	13107200	13107200	13107200
Q6	131072	1232896	13107200	13107200	13107200	13107200

	Q1==	Q2==	Q3==	Q4==	Q5==	Q6==
Q1	73,59	76,82	100,00	100,00	100,00	100,00
Q2	76,82	76,67	73,93	73,93	73,93	73,93
Q3	100,00	73,93	94,65	94,65	94,65	94,65
Q4	100,00	73,93	94,65	94,65	94,65	94,65
Q5	100,00	73,93	94,65	94,65	94,65	94,65
Q6	100,00	73,93	94,65	94,65	94,65	94,65

	Q1==	Q2==	Q3==	Q4==	Q5==	Q6==
Q1	100%	1%	1%	1%	1%	1%
Q2	1%	100%	9%	9%	9%	9%
Q3	1%	9%	100%	100%	100%	100%
Q4	1%	9%	100%	100%	100%	100%
Q5	1%	9%	100%	100%	100%	100%
Q6	1%	9%	100%	100%	100%	100%

	Q1>	Q2>	Q3>	Q4>	Q5>	Q6>
Q1	0	7782400	12976128	12976128	12976128	12976128
Q2	5144576	0	11874304	11874304	11874304	11874304
Q3	0	0	0	0	0	0
Q4	0	0	0	0	0	0
Q5	0	0	0	0	0	0
Q6	0	0	0	0	0	0

	Q1>	Q2>	Q3>	Q4>	Q5>	Q6>
Q1		78,70	94,60	94,60	94,60	94,60
Q2	84,04		96,80	96,80	96,80	96,80
Q3						
Q4						
Q5						
Q6						

	Q1>	Q2>	Q3>	Q4>	Q5>	Q6>
Q1	0%	59%	99%	99%	99%	99%
Q2	39%	0%	91%	91%	91%	91%
Q3	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Q4	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Q5	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Q6	0%	0%	0%	0%	0%	0%

	Q1<	Q2<	Q3<	Q4<	Q5<	Q6<
Q1	0	5144576	0	0	0	0
Q2	7782400	0	0	0	0	0
Q3	12976128	11874304	0	0	0	0
Q4	12976128	11874304	0	0	0	0
Q5	12976128	11874304	0	0	0	0
Q6	12976128	11874304	0	0	0	0

	Q1<	Q2<	Q3<	Q4<	Q5<	Q6<
Q1		73,58				
Q2	66,61					
Q3	73,32	76,95				
Q4	73,32	76,95				
Q5	73,32	76,95				
Q6	73,32	76,95				

	Q1<	Q2<	Q3<	Q4<	Q5<	Q6<
Q1	0%	39%	0%	0%	0%	0%
Q2	59%	0%	0%	0%	0%	0%
Q3	99%	91%	0%	0%	0%	0%
Q4	99%	91%	0%	0%	0%	0%
Q5	99%	91%	0%	0%	0%	0%
Q6	99%	91%	0%	0%	0%	0%

Количество значений, средние значения и доля качества (Qu)

	QU1==	QU2==	QU3==	QU4==	QU5==	QU6==
QU1	13107200	13107200	98304	229376	98304	98304
QU2	13107200	13107200	98304	229376	98304	98304
QU3	98304	98304	13107200	0	13107200	13107200
QU4	229376	229376	0	13107200	0	0
QU5	98304	98304	13107200	0	13107200	13107200
QU6	98304	98304	13107200	0	13107200	13107200

	QU1==	QU2==	QU3==	QU4==	QU5==	QU6==
QU1	71,91394	71,91394	50	73,21429	50	50
QU2	71,91394	71,91394	50	73,21429	50	50
QU3	50	50	51,94251		51,94251	51,94251
QU4	73,21429	73,21429		90,08578		
QU5	50	50	51,94251		51,94251	51,94251
QU6	50	50	51,94251		51,94251	51,94251

	QU1==	QU2==	QU3==	QU4==	QU5==	QU6==
QU1	100%	100%	1%	2%	1%	1%
QU2	100%	100%	1%	2%	1%	1%
QU3	1%	1%	100%	0%	100%	100%
QU4	2%	2%	0%	100%	0%	0%
QU5	1%	1%	100%	0%	100%	100%
QU6	1%	1%	100%	0%	100%	100%

	QU1>	QU2>	QU3>	QU4>	QU5>	QU6>
QU1	0	0	0	8404992	0	0
QU2	0	0	0	8404992	0	0
QU3	13008896	13008896	0	12881920	0	0
QU4	4472832	4472832	225280	0	225280	225280
QU5	13008896	13008896	0	12881920	0	0
QU6	13008896	13008896	0	12881920	0	0

	QU1>	QU2>	QU3>	QU4>	QU5>	QU6>
QU1				99,48075		
QU2				99,48075		
QU3	72,07953	72,07953		90,39412		
QU4	83,30376	83,30376	80,64343		80,64343	80,64343
QU5	72,07953	72,07953		90,39412		
QU6	72,07953	72,07953		90,39412		

	QU1>	QU2>	QU3>	QU4>	QU5>	QU6>
QU1	0%	0%	0%	64%	0%	0%
QU2	0%	0%	0%	64%	0%	0%
QU3	99%	99%	0%	98%	0%	0%
QU4	34%	34%	2%	0%	2%	2%
QU5	99%	99%	0%	98%	0%	0%
QU6	99%	99%	0%	98%	0%	0%

	QU1<	QU2<	QU3<	QU4<	QU5<	QU6<
QU1	0	0	13008896	4472832	13008896	13008896
QU2	0	0	13008896	4472832	13008896	13008896
QU3	0	0	0	225280	0	0
QU4	8404992	8404992	12881920	0	12881920	12881920
QU5	0	0	0	225280	0	0
QU6	0	0	0	225280	0	0

	QU1<	QU2<	QU3<	QU4<	QU5<	QU6<
QU1			51,95719	73,2967	51,95719	51,95719
QU2			51,95719	73,2967	51,95719	51,95719
QU3				72,45455		
QU4	65,8172	65,8172	51,44059		51,44059	51,44059
QU5				72,45455		
QU6				72,45455		

	QU1<	QU2<	QU3<	QU4<	QU5<	QU6<
QU1	0%	0%	99%	34%	99%	99%
QU2	0%	0%	99%	34%	99%	99%
QU3	0%	0%	0%	2%	0%	0%
QU4	64%	64%	98%	0%	98%	98%
QU5	0%	0%	0%	2%	0%	0%
QU6	0%	0%	0%	2%	0%	0%

Количество значений, средние значения и доля удовлетворенности трудом (Sat)

	Sat1==	Sat2==	Sat3==	Sat4==	Sat5==	Sat6==
Sat1	13107200	212992	8192	8320	40192	46080
Sat2	212992	13107200	1190144	1143184	750272	598976
Sat3	8192	1190144	13107200	2193080	926880	605600
Sat4	8320	1143184	2193080	13107200	905008	589176
Sat5	40192	750272	926880	905008	13107200	1085056
Sat6	46080	598976	605600	589176	1085056	13107200

	Sat1==	Sat2==	Sat3==	Sat4==	Sat5==	Sat6==
Sat1	50,79956	63,19252	100	98,3262	100	100
Sat2	63,19252	42,98589	2,40912	1,542359	19,26981	27,87534
Sat3	100	2,40912	28,49166	0,233561	3,31446	4,879759
Sat4	98,3262	1,542359	0,233561	15,24917	3,603062	5,917417
Sat5	100	19,26981	3,31446	3,603062	47,96909	47,06264
Sat6	100	27,87534	4,879759	5,917417	47,06264	54,75253

	Sat1==	Sat2==	Sat3==	Sat4==	Sat5==	Sat6==
Sat1	100%	2%	0%	0%	0%	0%
Sat2	2%	100%	9%	9%	6%	5%
Sat3	0%	9%	100%	17%	7%	5%
Sat4	0%	9%	17%	100%	7%	4%
Sat5	0%	6%	7%	7%	100%	8%
Sat6	0%	5%	5%	4%	8%	100%

	Sat1>	Sat2>	Sat3>	Sat4>	Sat5>	Sat6>
Sat1	0	5111808	1482752	1048384	6149376	7610624
Sat2	7782400	0	1020160	1429496	7603744	9670208
Sat3	11616256	10896896	0	2799456	11531232	12384128
Sat4	12050496	10534520	8114664	0	11666992	12221184
Sat5	6917632	4753184	649088	535200	0	12022144
Sat6	5450496	2838016	117472	296840	0	0

	Sat1>	Sat2>	Sat3>	Sat4>	Sat5>	Sat6>
Sat1		62,01163	57,08213	60,64705	66,65985	69,61793
Sat2	50,7929		38,54484	46,55442	56,59795	60,58556
Sat3	50,83192	48,70358		44,09528	52,39612	57,31922
Sat4	50,95524	49,34558	36,4159		51,95846	57,48313
Sat5	50,72497	50,27884	37,49435	47,8532		55,44658
Sat6	50,76773	50,46193	42,75412	50,39059		

	Sat1>	Sat2>	Sat3>	Sat4>	Sat5>	Sat6>
Sat1	0%	39%	11%	8%	47%	58%
Sat2	59%	0%	8%	11%	58%	74%
Sat3	89%	83%	0%	21%	88%	94%
Sat4	92%	80%	62%	0%	89%	93%
Sat5	53%	36%	5%	4%	0%	92%
Sat6	42%	22%	1%	2%	0%	0%

	Sat1<	Sat2<	Sat3<	Sat4<	Sat5<	Sat6<
Sat1	0	7782400	11616256	12050496	6917632	5450496
Sat2	5111808	0	10896896	10534520	4753184	2838016
Sat3	1482752	1020160	0	8114664	649088	117472
Sat4	1048384	1429496	2799456	0	535200	296840
Sat5	6149376	7603744	11531232	11666992	0	0
Sat6	7610624	9670208	12384128	12221184	12022144	0

	Sat1<	Sat2<	Sat3<	Sat4<	Sat5<	Sat6<
Sat1		29,93595	24,79182	11,24223	31,05178	33,61317
Sat2	50,29334		30,39919	12,48859	38,69544	40,54969
Sat3	50,27423	29,24992		9,355767	33,08725	41,27437
Sat4	48,63304	29,2617	27,65928		36,02518	39,26023
Sat5	50,56191	40,76708	30,00865	14,65691		
Sat6	50,52447	41,72777	29,51103	14,8455	48,0509	

	Sat1<	Sat2<	Sat3<	Sat4<	Sat5<	Sat6<
Sat1	0%	59%	89%	92%	53%	42%
Sat2	39%	0%	83%	80%	36%	22%
Sat3	11%	8%	0%	62%	5%	1%
Sat4	8%	11%	21%	0%	4%	2%
Sat5	47%	58%	88%	89%	0%	0%
Sat6	58%	74%	94%	93%	92%	0%

Количество значений, средние значения и доля фонда оплаты труда (W)

	W1==	W2==	W3==	W4==	W5==	W6==
W1	13107200	11874304	0	0	0	0
W2	11874304	13107200	0	0	0	0
W3	0	0	13107200	0	735232	735232
W4	0	0	0	13107200	0	448
W5	0	0	735232	0	13107200	0
W6	0	0	735232	448	0	13107200

	W1==	W2==	W3==	W4==	W5==	W6==
W1	10000	10000				
W2	10000	9670,781				
W3			10506,17		7739,508	8624,024
W4				10418,13		10350
W5			7739,508		10125,45	
W6			8624,024	10350		10886,9

	W1==	W2==	W3==	W4==	W5==	W6==
W1	100%	91%	0%	0%	0%	0%
W2	91%	100%	0%	0%	0%	0%
W3	0%	0%	100%	0%	6%	6%
W4	0%	0%	0%	100%	0%	0%
W5	0%	0%	6%	0%	100%	0%
W6	0%	0%	6%	0%	0%	100%

	W1>	W2>	W3>	W4>	W5>	W6>
W1	0	0	10067968	7336960	9486336	10846208
W2	1232896	0	11057152	7868800	10396672	11915264
W3	3039232	2050048	0	5936640	5818368	6553600
W4	5770240	5238400	7170560	0	5834016	8511712
W5	3620864	2710528	6553600	7273184	0	13107200
W6	2260992	1191936	5818368	4595040	0	0

	W1>	W2>	W3>	W4>	W5>	W6>
W1			11034,86	11432,84	10695,11	11296,02
W2	10000		10805,2	11278,26	10461,84	11075,58
W3	10000	9762,238		11434,23	10426,95	10886,9
W4	10000	9998,387	11016,4		10572,83	11243,97
W5	10000	9761,995	11074,07	11308,46		10886,9
W6	10000	9725,086	11383,67	11653,83		

	W1>	W2>	W3>	W4>	W5>	W6>
W1	0%	0%	77%	56%	72%	83%
W2	9%	0%	84%	60%	79%	91%
W3	23%	16%	0%	45%	44%	50%
W4	44%	40%	55%	0%	45%	65%
W5	28%	21%	50%	55%	0%	100%
W6	17%	9%	44%	35%	0%	0%

	W1<	W2<	W3<	W4<	W5<	W6<
W1	0	1232896	3039232	5770240	3620864	2260992
W2	0	0	2050048	5238400	2710528	1191936
W3	10067968	11057152	0	7170560	6553600	5818368
W4	7336960	7868800	5936640	0	7273184	4595040
W5	9486336	10396672	5818368	5834016	0	0
W6	10846208	11915264	6553600	8511712	13107200	0

	W1<	W2<	W3<	W4<	W5<	W6<
W1		6500	8754,812	9127,893	8632,996	8924,3
W2			8893,311	9126,077	8835,162	9000,674
W3	10000	9653,825		9576,874	10125,45	11172,84
W4	10000	9452,688	9889,895		9766,59	10225,51
W5	10000	9647,001	10216,12	9308,156		
W6	10000	9665,349	9938,271	9751,035	10125,45	

	W1<	W2<	W3<	W4<	W5<	W6<
W1	0%	9%	23%	44%	28%	17%
W2	0%	0%	16%	40%	21%	9%
W3	77%	84%	0%	55%	50%	44%
W4	56%	60%	45%	0%	55%	35%
W5	72%	79%	44%	45%	0%	0%
W6	83%	91%	50%	65%	100%	0%

ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Результаты комбинаций

130 000 строк и 24 столбца. Excel приложение к диссертации.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е. СППР «Оплата труда»

```
table1 = [("Вводные данные", "Значение", "Справка"),
  ("Выработка", "", "Введите Количество ед. продукции, которые ежемесячно производят работники"),
  ("Качество продукции", "", "Введите по вашему мнению уровень качества продукции, который производят
работники от 1% до 100%"),
  ("Удовлетворенность", "", "Введите по вашему мнению уровень удовлетворенности работников трудом от 1% до
100%, где 1% - работники на грани увольнения, 100% - "работа мечты"),
  ("Фонд оплаты труда", "", "Введите ежемесячный фонд оплаты труда в рублях, включая налоги"),]
table2 = [("Критерии и ограничения", "Приоритет", "Справка"),
  ("Желаемый рост выработки", ('30 %', '15 %'), "Поставьте желаемый уровень роста выработки после смены СОТ"),
  ("Допускается падение качества", ('0 %', '-12 %', '-25 %'), "Существует риск падения качества продукции после
смены СОТ. Укажите приемлемый уровень падения качества в случае реализации риска"),
  ("Допускается Рост ЗП", ('0 %', '5 %', '10 %', '15 %'), "Существует высокая вероятность роста фонда оплаты труда
после смены СОТ. Укажите возможный для компании рост фонда оплаты труда"),
  ("Допускается риск понижения удовлетворенности трудом", ('-35 %', '-50 %', '-70 %'), "Существует риск падения
удовлетворенности трудом работников, что в дальнейшем может привести к "текучке кадров". Укажите
приемлемый уровень удовлетворенности трудом в случае реализации риска")]
```

NORESULTS_TEXT = "Подходящих вариантов систем нет. Попробуйте последовательно понизить выработку или же увеличить риски."

SOMANYRESULTS_TEXT = "Слишком много подходящих систем. Рекомендуется ужесточить критерии."

INPUTDATA_ERROR_TEXT = "Произошла ошибка. Проверьте, что входные значения являются цифрами."

FONT_FAMILY = "Arial"

```
COT_TEMPLATES = {'Cot2': [
  [['59,38 %', '18,15 %', ""], ['39,25 %', '-12 %', ""],
  [['100 %', '0 %', ""], ['-', '-', '-']],
  [['39 %', '23 %', ""], ['59 %', '-41 %', ""],
  [['91 %', '0 %', ""], ['-', '-', '-']],
],
  'Cot3': [
  [['99 %', '29 %', ""], ['-', '-', '-']],
  [['-', '-', '-'], ['99 %', '-28 %', ""],
  [['11 %', '13 %', ""], ['89 %', '-51 %', ""],
  [['23 %', '-12 %', ""], ['77 %', '10 %', ""],
],
  'Cot4': [
  [['99 %', '29 %', ""], ['-', '-', '-']],
  [['64 %', '51 %', ""], ['34 %', '-12 %', ""],
  [['8 %', '25 %', ""], ['92 %', '-78 %', ""],
  [['44 %', '-9 %', ""], ['56 %', '14 %', ""],
],
  'Cot5': [
  [['99 %', '29 %', ""], ['-', '-', '-']],
  [['-', '-', '-'], ['99 %', '-28 %', ""],
  [['47 %', '32 %', ""], ['53 %', '-39 %', ""],
  [['28 %', '-14 %', ""], ['72 %', '7 %', ""],
],
  'Cot6': [
  [['99 %', '29 %', ""], ['-', '-', '-']],
  [['-', '-', '-'], ['99 %', '-28 %', ""],
  [['58 %', '38 %', ""], ['42 %', '-34 %', ""],
  [['17 %', '-11 %', ""], ['83 %', '13 %', ""],
],
]
```

COT_NAMES = {

'Cot2': 'Повременное-премиальная СОТ с премией за выработку',

'Cot3': 'Сдельная СОТ',

'Cot4': 'Сдельно-премиальная СОТ с премией за качество',

'Cot5': 'Сдельно-прогрессивная СОТ',

'Cot6': 'Сдельно-регрессивная СОТ'

}

COT_TEXTS = {

'Cot2': "Система сбалансирована с компанией с низкой производительностью и высокой удовлетворенностью трудом. Характеризуется высокой вероятностью роста выработки, при неизменном ФОТ. Однако возникает риск выше среднего серьезной «текучести» кадров.",

'Cot3': "Система подходит для ситуации срочного стимулирования производительности. Практически со 100% вероятностью произойдет рост выработки. В противовес, в большинстве случаев ухудшится качество продукции, увеличится ФОТ и «текучесть» кадров. Рекомендуется следить за качеством продукции.",

'Cot4': "Система хорошо работает в кризисных ситуациях в краткосрочной и среднесрочной перспективе. Бурный рост выработки и качества позволит обогнать конкурентов. Однако, это неизбежно приведет к «перегреву» трудовых ресурсов и увольнениям. Рекомендуется использовать для «рывка». При этом стараться удерживать «ценных» специалистов.",

'Cot5': "Система для быстрого стимулирования выработки. Высокий риск «текучести» кадров, максимальный риск ухудшения качества продукции. Существенное отличие от простой сдельной системы – более сложное понимание работниками принципа начисления заработной платы. А также более сложный бухгалтерский учет на производстве.",

'Cot6': "Система для быстрого стимулирования выработки. Вероятность выше средней на повышение удовлетворенности трудом. Риск ухудшения качества максимальный, вероятность «текучести» кадров на среднем уровне. Система сложнее для понимания, чем простая сдельная и менее рискованная, чем сдельно-прогрессивная. Однако, вероятность роста ФОТ максимально высокая и в абсолютных значениях вдвое выше, чем при сдельно-прогрессивной."

}

CRITERIA = {'Cot2': [{'30 %': 0,

'15 %': 1},

'0 %': 1,

'-12 %': 1,

'-25 %': 1},

'0 %': 1,

'5 %': 1,

'10 %': 1,

'15 %': 1},

'-35 %': 1,

'-50 %': 1,

'-70 %': 1}

],

'Cot3': [{'30 %': 1,

'15 %': 1},

'0 %': 0,

'-12 %': 0,

'-25 %': 1},

'0 %': 0,

'5 %': 0,

'10 %': 1,

'15 %': 1},

'-35 %': 0,

'-50 %': 1,

'-70 %': 1}

],

'Cot4': [{'30 %': 1,

'15 %': 1},

'0 %': 0,

'-12 %': 1,

'-25 %': 1},

'0 %': 0,

'5 %': 0,

'10 %': 0,

'15 %': 1},

'-35 %': 0,

'-50 %': 0,

'-70 %': 1}

```

],
'Cor5': [{'30 %': 1,
'15 %': 1},
{'0 %': 0,
'-12 %': 0,
'-25 %': 1},
{'0 %': 0,
'5 %': 1,
'10 %': 1,
'15 %': 1},
{'-35 %': 1,
'-50 %': 1,
'-70 %': 1}
],
'Cor6': [{'30 %': 1,
'15 %': 1},
{'0 %': 0,
'-12 %': 0,
'-25 %': 1},
{'0 %': 0,
'5 %': 0,
'10 %': 0,
'15 %': 1},
{'-35 %': 1,
'-50 %': 1,
'-70 %': 1}
],
}

```

```

SOT_VERT_COLS = ['Параметр', 'Выработка', 'Качество продукции', 'Удовлетворенность', 'Фонд оплаты труда']
SOT_HOR_MAIN_COLS = ['Положительный эффект', 'Риски']
SOT_HOR_COLS = ['Вероятность, %', 'прирост %', 'Итого значение']
COL_COLOURS = ['#9EFF94', '#FF4545']
CELL_WIDTH = None
TEXTFIELD_WIDTH = 60
BASE_ROWSPAN = 2

```

```

CENTERED_SENT = "Справка"
BOLD_PHRASES = ["Справка", "Цель ПО:", "Задача ПО:", "Принцип работы ПО:", "Особые условия:",
"Справочная информация", "Виды СОТ:", "Повременная СОТ",
"Повременно-премиальная СОТ с премией за выработку", "Сдельная СОТ",
"Сдельно-премиальная СОТ с премией за качество",
"Сдельно-прогрессивная СОТ", "Сдельно-регрессивная СОТ",
"Результаты работы предприятия:", "Выработка", "Качество продукции",
"Удовлетворенность трудом", "Фонд оплаты труда (ФОТ)"]

```

```

import tkinter as tk
from tkinter import font as tkfont
from tkinter import *
from tkinter import ttk
from tkinter import messagebox
from PIL import Image, ImageTk
import os, sys
from settings import *

```

```

def resource_path(relative_path):
    """ Get absolute path to resource, works for dev and for PyInstaller """
    try:
        # PyInstaller creates a temp folder and stores path in _MEIPASS
        base_path = sys._MEIPASS
    except Exception:

```

```

base_path = os.path.abspath(".")

return os.path.join(base_path, relative_path)

class App(tk.Tk):

    def __init__(self, *args, **kwargs):
        tk.Tk.__init__(self, *args, **kwargs)
        self.title("")
        self.title_font = tkfont.Font(family=FONT_FAMILY, size=15, weight="bold")
        self.basic_font = tkfont.Font(family=FONT_FAMILY, size=10)
        self.bold_font = tkfont.Font(family=FONT_FAMILY, weight="bold", size=10)

        # the container is where we'll stack a bunch of frames
        # on top of each other, then the one we want visible
        # will be raised above the others
        container = tk.Frame(self)
        container.pack(side="top", fill="both", expand=True)
        container.grid_rowconfigure(0, weight=1)
        container.grid_columnconfigure(0, weight=1)

        self.frames = {}
        for F in (MainPage, ResultPage):#FilePage, DBPage):
            page_name = F.__name__
            frame = F(parent=container, controller=self)
            self.frames[page_name] = frame

            # put all of the pages in the same location;
            # the one on the top of the stacking order
            # will be the one that is visible.
            frame.grid(row=0, column=0, sticky="nsew")

        self.show_frame("MainPage")

    def show_frame(self, page_name):
        """Show a frame for the given page name"""
        frame = self.frames[page_name]
        frame.tkraise()

class MainPage(tk.Frame):

    def __init__(self, parent, controller):
        tk.Frame.__init__(self, parent)
        self.controller = controller
        label = tk.Label(self, text="Ввод данных", font=controller.title_font)
        label.grid(row=0, column=1)
        self.last_row_idx = 1

        self.rows_input_table = []
        self.rows_criteria_table = []
        self.show_input_table()

        self.last_row_idx += BASE_ROWSPAN
        label = tk.Label(self, text="", font=controller.title_font)
        label.grid(row=self.last_row_idx, column=1)
        self.last_row_idx += BASE_ROWSPAN

        self.show_criteria_table()
        self.grid_columnconfigure(2, weight=0)

```

```

self.last_row_idx += 2
self.button = tk.Button(self,
    text="Показать результаты",
    command=self.show_results,
    height=3,
    justify="center",
    width=45)
self.button.configure(state=DISABLED)
self.button.grid(row=self.last_row_idx, column=0, columnspan=4)
button = tk.Button(self, text="Справка", justify='left', width=9,
    command=lambda: HelpWindow(self.controller))
button.grid(row=0, column=0, sticky=tk.W)
popup = HelpWindow(self.controller)

def create_cell(self, value, row, col, columnspan=None, rowspan=None, width=None, state=None, func=None,
bold=False):
    "Create grid cell"
    var_ = StringVar()
    var_.set(value)
    if bold:
        font = self.controller.bold_font
    else:
        font = self.controller.basic_font
    options = {"textvariable": var_, "font": font, "justify" : "center"}
    if width is not None:
        options["width"] = width
    if state is not None:
        options["state"] = state
    cell = Entry(self, **options)
    if func is not None:
        var_.trace("w", func)
    if columnspan is not None and rowspan is not None:
        cell.grid(row=row, column=col, rowspan=rowspan,
            columnspan=columnspan, sticky=tk.N+tk.S+tk.E+tk.W)
    elif columnspan is not None:
        cell.grid(row=row, column=col, columnspan=columnspan, sticky=tk.E+tk.W)
    elif rowspan is not None:
        cell.grid(row=row, column=col, rowspan=rowspan, sticky=tk.N+tk.S+tk.E+tk.W)#tk.N+tk.S)
    else:
        cell.grid(row=row, column=col)
    return [var_, cell]

def show_input_table(self):
    "Show table for input data"
    for row_idx, row in enumerate(table1):
        self.rows_input_table.append([])
        self.last_row_idx += BASE_ROWSPAN
        if row_idx == 0:
            bold = True
        else:
            bold = False
        for value_idx, value in enumerate(row):
            cur_columnspan = 1
            if value_idx == 1:
                cur_columnspan = 2

            if value_idx == 2 and row_idx != 0:
                cell = Text(self, width = TEXTFIELD_WIDTH, height=BASE_ROWSPAN,
                    wrap=tk.WORD, font=self.controller.basic_font)
                cell.insert(END, value)
                cell.config(state=DISABLED)
                cell.grid(row=self.last_row_idx, column=value_idx+1)

```

```

else:
    if value_idx != 1 or row_idx == 0:
        state = "readonly"
        width = None
        func = None
    else:
        state = None
        width = 3
        func = lambda name, index, mode, sv=None: self.change_fields_visibility(sv)
    if value_idx == 2:
        value_idx += 1
    [var_, cell] = self.create_cell(
        value=value,
        row=self.last_row_idx,
        col=value_idx,
        colspan=cur_colspan,
        rowspan=BASE_ROWSPAN,
        width=width,
        state=state,
        func=func,
        bold=bold
    )
    self.rows_input_table[-1].append([var_, cell])

def show_criteria_table(self):
    """Show table with checkbuttons"""
    for row_idx, row in enumerate(table2):
        self.rows_criteria_table.append([])
        if type(row[1]) == type():
            cur_rowspan = len(row[1])
        else:
            cur_rowspan = BASE_ROWSPAN
        if row_idx == 0:
            bold = True
        else:
            bold = False
        for value_idx in range(len(row)):
            value = row[value_idx]
            if type(value) != type():
                if value_idx == 2 and row_idx != 0:
                    cell = Text(self, width = TEXTFIELD_WIDTH, height=cur_rowspan*2,
                                wrap=tk.WORD, font=self.controller.basic_font)
                    cell.insert(END, value)
                    cell.config(state=DISABLED)
                    cell.grid(row=self.last_row_idx, column=value_idx+1, rowspan=cur_rowspan, sticky=tk.N+tk.S+tk.E+tk.W)
                else:
                    if value_idx == 2 and row_idx == 0:
                        width = 3
                    elif value_idx == 0:
                        width = TEXTFIELD_WIDTH
                    else:
                        width = None
                    [var_, cell] = self.create_cell(value=value,
                                                    row=self.last_row_idx,
                                                    col=value_idx,
                                                    rowspan=cur_rowspan,
                                                    width=width,
                                                    state="readonly",
                                                    bold=bold)
                    self.rows_criteria_table[-1].append([var_, cell])
            else:
                self.rows_criteria_table[-1].append([])

```

```

self.rows_criteria_table[-1].append([])
for idx, perc in enumerate(value):
    [var_, cell] = self.create_cell(value=perc,
        row=self.last_row_idx+idx,
        col=value_idx,
        state="readonly")
self.rows_criteria_table[-1][-2].append([var_, cell])
var_ = IntVar()
c = Checkbutton(self,
    variable = var_,
    command=lambda idxs=(row_idx, idx): self.change_fields_visibility(idxs),
    width=3)
c.val = var_
c.grid(row=self.last_row_idx+idx, column=value_idx+1, sticky=tk.N+tk.S+tk.E+tk.W)
self.rows_criteria_table[-1][-1].append([var_, c])
self.last_row_idx += cur_rowspan

```

```

def change_fields_visibility(self, checkbox_coords):
    """Check if all data filled and if it is true change visibility of "show results" button"""

```

```

    if checkbox_coords is not None:
        (row_idx, check_idx) = checkbox_coords
        is_selected = self.rows_criteria_table[row_idx][2][check_idx][0].get()
        for idx, checkbox in enumerate(self.rows_criteria_table[row_idx][2]):
            if idx != check_idx and checkbox[0].get() == 1:
                checkbox[0].set(0)

```

```

        selected_count = 0
        for row in self.rows_criteria_table[1:]:
            selected_count += sum([x[0].get() for x in row[2]])

```

```

        all_fields_filled = True
        for i, row in enumerate(self.rows_input_table[1:]):
            if row[1][0].get() == "":
                all_fields_filled = False
                break

```

```

        if selected_count == 4 and all_fields_filled:
            self.button.configure(state=ACTIVE)
        else:
            self.button.configure(state=DISABLED)

```

```

def show_results(self):
    """Show available sot for filled data"""
    params = []
    for row_idx, row in enumerate(self.rows_criteria_table[1:]):
        params += [table2[row_idx+1][1][i] for i, x in enumerate(row[2]) if x[0].get() == 1]

```

```

        cot_res = {}
        for cot in CRITERIA.keys():
            cot_res[cot] = 0
            for param, cots_params in zip(params, CRITERIA[cot]):
                cot_res[cot] += cots_params[param]

```

```

        cot_res = [cot for cot in cot_res.keys() if cot_res[cot] == 4]
        if len(cot_res) == 0:
            messagebox.showinfo('information', NORESULTS_TEXT)
        elif len(cot_res) > 2:
            messagebox.showinfo('information', SOMANYRESULTS_TEXT)
        else:
            input_data = []
            for i, row in enumerate(self.rows_input_table[1:]):

```

```

try:
    input_data.append(float(row[1][0].get().replace(",",".").strip()))
except:
    messagebox.showinfo('error', INPUTDATA_ERROR_TEXT)
    return
self.controller.frames["ResultPage"].show_tables(cot_res, input_data)
self.controller.show_frame("ResultPage")

```

```

class ResultPage(tk.Frame):
def __init__(self, parent, controller):
    tk.Frame.__init__(self, parent)
    self.controller = controller
    self.cur_row = 2
    self.tables_rows = []
    self.grid_rowconfigure(0, weight=1)
    self.grid_columnconfigure(0, weight=1)
    self.mcanvas = tk.Canvas(self)
    self.mcanvas.grid(row=0, column=0, sticky='nsew')

    self.sb = tk.Scrollbar(self, orient='vertical', command=self.mcanvas.yview)
    self.sb.grid(row=0, column=1, sticky='ns')
    self.mcanvas.configure(yscrollcommand=self.sb.set)
    self.canvas = tk.Frame(self.mcanvas)
    self.frame_id = self.mcanvas.create_window((0, 0), window=self.canvas, anchor='nw')
    self.mcanvas.bind("<Configure>", self.on_canvas_configure)
    self.canvas.bind("<Configure>", self.on_frame_configure)
    self.mcanvas.bind_all('<MouseWheel>', self.on_mousewheel)

def on_canvas_configure(self, event):
    self.mcanvas.itemconfig(self.frame_id, width=event.width)

def on_frame_configure(self, event):
    """Reset the scroll region to encompass the inner frame"""
    self.mcanvas.configure(scrollregion=self.mcanvas.bbox("all"))

def on_mousewheel(self, event):
    self.mcanvas.yview_scroll(int(-event.delta / abs(event.delta)), 'units')

def forget_tables(self):
    """Remove previous tables from page"""
    for label in self.canvas.grid_slaves():
        label.grid_forget()
    del self.tables_rows
    self.tables_rows = []

def create_cell(self, value, row, col, colour_idx=None, colspan=None, rowspan=None, width=None, bold=False):
    """Create grid cell"""
    var_ = StringVar()
    var_.set(value)
    if bold:
        font = self.controller.bold_font
    else:
        font = self.controller.basic_font
    options = {"textvariable" : var_,
               "state" : "readonly",
               "justify" : "center",
               "font": font}
    if width is not None:
        options["width"] = width
    cell = Entry(self.canvas, **options)
    if colour_idx is not None:

```

```

cell.config(readonlybackground=COL_COLOURS[colour_idx])
if colspan is not None:
    cell.grid(row=row, column=col, colspan=colspan, sticky=tk.E+tk.W+tk.N+tk.S)
elif rowspan is not None:
    cell.grid(row=row, column=col, rowspan=rowspan, sticky=tk.N+tk.S+tk.E+tk.W)
else:
    cell.grid(row=row, column=col, sticky=tk.E+tk.W+tk.N+tk.S)
self.tables_rows[-1].append(cell)

def show_vertical_headings(self):
    """Show vertical headings"""
    for idx, value in enumerate(SOT_VERT_COLS):
        if idx == 0:
            row=self.cur_row
            rowspan=2
        else:
            row=self.cur_row+idx+1
            rowspan = None
        self.create_cell(value=value,
            row=row,
            col=0,
            rowspan=rowspan,
            width=CELL_WIDTH,
            bold=True)

def show_horizontal_headings(self, heading, head_idx, start_widget_col):
    """Show horizontal headings"""
    self.create_cell(value=heading,
        row=self.cur_row,
        col=start_widget_col,
        colour_idx=head_idx,
        colspan=3,
        bold=True)

    for subhead_idx, subheading in enumerate(SOT_HOR_COLS):
        self.create_cell(value=subheading,
            row=self.cur_row+1,
            col=start_widget_col+subhead_idx,
            width=CELL_WIDTH,
            bold=True)

def show_data_for_main_heading(self, input_data, head_idx, start_widget_col, cot_name):
    """Show sot data"""
    for data_idx, input_val in enumerate(input_data):
        table_vals = COT_TEMPLATES[cot_name][data_idx][head_idx]
        for cur_idx, table_val in enumerate(table_vals):
            if cur_idx == len(table_vals) - 1 and table_val == "":
                try:
                    table_val = int((1 + float(table_vals[cur_idx-1].split(" ")[0].replace(',','.'))/100)*input_val)
                except:
                    messagebox.showinfo('error', INPUTDATA_ERROR_TEXT)
            self.create_cell(value=table_val,
                row=self.cur_row+2+data_idx,
                col=start_widget_col+cur_idx,
                width=CELL_WIDTH)

def show_image(self, cot_name):
    """Show sot diagram"""
    image = Image.open(resource_path('{} .png'.format(cot_name)))
    width, height = image.size
    image = image.resize((int(width/2.5), int(height/2.5)), Image.ANTIALIAS)
    image = ImageTk.PhotoImage(image)

```

```

label = Label(self.canvas, image = image)
label.image = image
label.grid(row=self.cur_row, column=0, columnspan=4, sticky=tk.W+tk.E+tk.N+tk.S)

def show_text(self, cot_name):
    "Show sot text"
    cell = Text(self.canvas, width = TEXTFIELD_WIDTH//2, height=10, wrap=tk.WORD, font=self.controller.basic_font)
    cell.insert(END, COT_TEXTS[cot_name])
    cell.config(state=DISABLED)
    cell.grid(row=self.cur_row, column=4, columnspan=3, sticky=tk.W+tk.E)
    label = tk.Label(self.canvas, text=" ")
    label.grid(row=self.cur_row+1, column=1)

def show_table(self, cot_name, input_data):
    "Show sot table"
    self.tables_rows.append([])
    label = tk.Label(self.canvas, text=COT_NAMES[cot_name], font=self.controller.basic_font)
    label.grid(row=self.cur_row, column=2, columnspan=3, sticky=tk.W+tk.E)
    self.cur_row += 1
    self.show_vertical_headings()

    start_widget_col = 1
    for head_idx, heading in enumerate(SOT_HOR_MAIN_COLS):
        self.show_horizontal_headings(heading, head_idx, start_widget_col)
        self.show_data_for_main_heading(input_data, head_idx, start_widget_col, cot_name)
        start_widget_col += 3

    self.cur_row += 2 + len(input_data) + 2
    self.show_image(cot_name)
    self.show_text(cot_name)
    self.cur_row += 2

def show_tables(self, cot_names, input_data):
    "Show output tables"
    self.forget_tables()
    for cot_name in cot_names:
        self.show_table(cot_name, input_data)
    button = tk.Button(self.canvas, text="Назад", justify='left', width=9,
        command=lambda: self.controller.show_frame("MainPage"))
    button.grid(row=1, column=0, sticky=tk.W)
    help_button = tk.Button(self.canvas, text="Справка", justify='left', width=9,
        command=lambda: HelpWindow(self.controller))
    help_button.grid(row=0, column=0, sticky=tk.W)

class HelpWindow:
    def __init__(self, controller):
        self.window = Tk()
        self.window.title(" ")
        self.controller = controller
        self.text = Text(self.window, font=tkfont.Font(family=FONT_FAMILY, size=12), wrap=tk.WORD)
        with open(resource_path("helpwindow.txt")) as f:
            text = f.read()
        self.text.insert(END, text)
        self.text.config(state=DISABLED)
        centered_idx = self.text.search(CENTERED_SENT, "1.0", stopindex=END)
        self.text.tag_add("center", centered_idx, centered_idx + " + {}".format(len(CENTERED_SENT)))
        self.text.tag_config("center", justify="center")
        for phrase in BOLD_PHRASES:
            bold_idx = self.text.search(phrase, "1.0", stopindex=END)
            self.text.tag_add("bold", bold_idx, bold_idx + " + {}".format(len(phrase)))

```

```
self.text.tag_config("bold", font=(FONT_FAMILY, 12, 'bold'))
self.text.grid(row=0, column=0)
self.scroll = ttk.Scrollbar(self.window, command=self.text.yview)
self.scroll.grid(row=0, column=1, sticky='ns')
self.text['yscrollcommand'] = self.scroll.set
```

```
button2 = Button(self.window, text='Ok', width=20, command=self.window.destroy)
button2.grid(row=1, column=0)
self.window.attributes("-topmost", True)
```

```
if __name__ == "__main__":
    app = App()
    app.mainloop()
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. АПРОБАЦИЯ

Таблица 1 – вводные данные НПК «ЭТТ»

Вводные данные НПК ЭТТ				
Неделя	Данные выработки	Данные качества	Данные ФОТ	Данные удовлетворенности трудом
1	150	Среднее давление в каждом баллоне составляет 150 кг/см ²	67800	Состояние персонала в норме
2	160			
3	160			
4	150			
5	165		67800	
6	150			
7	160			
8	150			
9	190		67800	
10	150			
11	140			
12	150			
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

Таблица 2 – выходные данные НПК «ЭТТ»

Выходные данные НПК ЭТТ				
Неделя	Данные выработки	Данные качества	Данные ФОТ	Данные удовлетворенности трудом
1		Среднее давление в каждом баллоне составляет 135 кг/см ²		Уволился 1 человек на 10 неделю. Найдена замена
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12			77970	
13	190			
14	190			
15	195		77970	
16	195			
17	190			
18	195		77970	
19	200			
20	190			
21	200		77970	
22	190			
23	205			
24	190			

Таблица 3 – вводные данные ООО «Медекс»

Вводные данные ООО "Медекс"				
Неделя	Данные выработки, тонн/неделя	Данные качества	Данные ФОТ	Данные удовлетворенности трудом
1	1,48	отрезки в пределах нормы	74580,0	Состояние персонала в норме
2	1,25		74580,0	
3	1,15		74580,0	
4	1,52		74580,0	
5	1,24		74580,0	
6	1,36		74580,0	
7	1,37		74580,0	
8	1,21		74580,0	
9	1,32		74580,0	
10	1,22		74580,0	
11	1,24		74580,0	
12	1,38		74580,0	
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				

Таблица 5 – вводные данные ИП Калегов

Таблица 4 – выходные данные ООО «Медекс»

Выходные данные "Медекс"					
Неделя	Данные выработки, тонн/неделя	Данные качества	Данные ФОТ	Данные удовлетворенности трудом	
1		отрезки в пределах нормы		Состояние персонала в норме	
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13	1,33				74580,0
14	1,44				74580,0
15	1,57				74580,0
16	1,66				74580,0
17	1,55				74580,0
18	1,27				74580,0
19	1,53				74580,0
20	1,62				74580,0
21	1,47				74580,0
22	1,44				74580,0
23	1,29				74580,0
24	1,35				74580,0

Таблица 6 – выходные данные ИП Калегов

Вводные данные ИП Калегов				
Неделя	Данные выработки, Га/неделя	Данные качества	Данные ФОТ	Данные удовлетворенности трудом
1	0,5	Отзывы положительные	50000,0	Состояние персонала в норме
2	0,2		25000,0	
3	0,3		30000,0	
4	0,1		10000,0	
5	0,5		60000,0	
6	0,3		20000,0	
7				
8				
9				
10				
11				
12				

Выходные данные ИП Калегов				
Неделя	Данные выработки, Га/неделя	Данные качества	Данные ФОТ	Данные удовлетворенности трудом
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7	0,20	Отзывы нейтральные	19182	Заменен 1 человек из бригады в 5 человек
8	0,51		57481	
9	0,64		71851	
10	0,13		12180	
11	0,40		38364	
12	0,51		57481	

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Регистрация программы ЭВМ



ПРИЛОЖЕНИЕ II. Расчет эмпирических функций

Q1				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	69,7769	1024,0000	0,0078	0,0078
2	70,2728	3968,0000	0,0303	0,0381
3	70,7687	7488,0000	0,0571	0,0952
4	71,2646	9504,0000	0,0725	0,1677
5	71,7605	9440,0000	0,0720	0,2397
6	72,2563	10560,0000	0,0806	0,3203
7	72,7522	12384,0000	0,0945	0,4148
8	73,2481	13376,0000	0,1021	0,5168
9	73,7440	9888,0000	0,0754	0,5923
10	74,2399	12064,0000	0,0920	0,6843
11	74,7358	7680,0000	0,0586	0,7429
12	75,2317	5536,0000	0,0422	0,7852
13	75,7276	6240,0000	0,0476	0,8328
14	76,2234	11392,0000	0,0869	0,9197
15	76,7193	5920,0000	0,0452	0,9648
16	77,2152	1664,0000	0,0127	0,9775
17	77,7111	2304,0000	0,0176	0,9951
18	78,2070	640,0000	0,0049	1,0000

Q2				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	73,6867	32,0000	0,0002	0,0002
2	73,9218	20,0000	0,0002	0,0004
3	74,1568	0,0000	0,0000	0,0004
4	74,3919	104,0000	0,0008	0,0012
5	74,6269	176,0000	0,0013	0,0025
6	74,8619	700,0000	0,0053	0,0079
7	75,0970	1628,0000	0,0124	0,0203
8	75,3320	3216,0000	0,0245	0,0448
9	75,5671	3972,0000	0,0303	0,0751
10	75,8021	6692,0000	0,0511	0,1262
11	76,0372	9420,0000	0,0719	0,1981
12	76,2722	15684,0000	0,1197	0,3177
13	76,5073	16348,0000	0,1247	0,4424
14	76,7423	19572,0000	0,1493	0,5918
15	76,9773	18412,0000	0,1405	0,7322
16	77,2124	15256,0000	0,1164	0,8486
17	77,4474	10328,0000	0,0788	0,9274
18	77,6825	9512,0000	0,0726	1,0000

Q3				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	89,7497	1088,0000	0,0083	0,0083
2	90,2471	608,0000	0,0046	0,0129
3	90,7444	1440,0000	0,0110	0,0239
4	91,2418	1760,0000	0,0134	0,0374
5	91,7391	4096,0000	0,0313	0,0686
6	92,2365	4992,0000	0,0381	0,1067
7	92,7338	6816,0000	0,0520	0,1587
8	93,2312	12160,0000	0,0928	0,2515
9	93,7285	10880,0000	0,0830	0,3345
10	94,2259	16576,0000	0,1265	0,4609
11	94,7232	13984,0000	0,1067	0,5676
12	95,2206	12416,0000	0,0947	0,6624
13	95,7179	13792,0000	0,1052	0,7676
14	96,2153	9824,0000	0,0750	0,8425
15	96,7126	8672,0000	0,0662	0,9087
16	97,2100	6656,0000	0,0508	0,9595
17	97,7073	3360,0000	0,0256	0,9851
18	98,2047	1952,0000	0,0149	1,0000

Q4				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	89,7497	1088,0000	0,0083	0,0083
2	90,2471	608,0000	0,0046	0,0129
3	90,7444	1440,0000	0,0110	0,0239
4	91,2418	1760,0000	0,0134	0,0374
5	91,7391	4096,0000	0,0313	0,0686
6	92,2365	4992,0000	0,0381	0,1067
7	92,7338	6816,0000	0,0520	0,1587
8	93,2312	12160,0000	0,0928	0,2515
9	93,7285	10880,0000	0,0830	0,3345
10	94,2259	16576,0000	0,1265	0,4609
11	94,7232	13984,0000	0,1067	0,5676
12	95,2206	12416,0000	0,0947	0,6624
13	95,7179	13792,0000	0,1052	0,7676
14	96,2153	9824,0000	0,0750	0,8425
15	96,7126	8672,0000	0,0662	0,9087
16	97,2100	6656,0000	0,0508	0,9595
17	97,7073	3360,0000	0,0256	0,9851
18	98,2047	1952,0000	0,0149	1,0000

Q5				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	89,7497	1088,0000	0,0083	0,0083
2	90,2471	608,0000	0,0046	0,0129
3	90,7444	1440,0000	0,0110	0,0239
4	91,2418	1760,0000	0,0134	0,0374
5	91,7391	4096,0000	0,0313	0,0686
6	92,2365	4992,0000	0,0381	0,1067
7	92,7338	6816,0000	0,0520	0,1587
8	93,2312	12160,0000	0,0928	0,2515
9	93,7285	10880,0000	0,0830	0,3345
10	94,2259	16576,0000	0,1265	0,4609
11	94,7232	13984,0000	0,1067	0,5676
12	95,2206	12416,0000	0,0947	0,6624
13	95,7179	13792,0000	0,1052	0,7676
14	96,2153	9824,0000	0,0750	0,8425
15	96,7126	8672,0000	0,0662	0,9087
16	97,2100	6656,0000	0,0508	0,9595
17	97,7073	3360,0000	0,0256	0,9851
18	98,2047	1952,0000	0,0149	1,0000

Q6				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	89,7497	1088,0000	0,0083	0,0083
2	90,2471	608,0000	0,0046	0,0129
3	90,7444	1440,0000	0,0110	0,0239
4	91,2418	1760,0000	0,0134	0,0374
5	91,7391	4096,0000	0,0313	0,0686
6	92,2365	4992,0000	0,0381	0,1067
7	92,7338	6816,0000	0,0520	0,1587
8	93,2312	12160,0000	0,0928	0,2515
9	93,7285	10880,0000	0,0830	0,3345
10	94,2259	16576,0000	0,1265	0,4609
11	94,7232	13984,0000	0,1067	0,5676
12	95,2206	12416,0000	0,0947	0,6624
13	95,7179	13792,0000	0,1052	0,7676
14	96,2153	9824,0000	0,0750	0,8425
15	96,7126	8672,0000	0,0662	0,9087
16	97,2100	6656,0000	0,0508	0,9595
17	97,7073	3360,0000	0,0256	0,9851
18	98,2047	1952,0000	0,0149	1,0000

G1				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	66,3028	1536,0000	0,0117	0,0117
2	67,0472	1536,0000	0,0117	0,0234
3	67,7916	7168,0000	0,0547	0,0781
4	68,5360	9216,0000	0,0703	0,1484
5	69,2804	9216,0000	0,0703	0,2188
6	70,0248	11776,0000	0,0898	0,3086
7	70,7692	12800,0000	0,0977	0,4063
8	71,5136	14336,0000	0,1094	0,5156
9	72,2580	12800,0000	0,0977	0,6133
10	73,0024	15360,0000	0,1172	0,7305
11	73,7468	7168,0000	0,0547	0,7852
12	74,4912	9216,0000	0,0703	0,8555
13	75,2356	4608,0000	0,0352	0,8906
14	75,9801	5632,0000	0,0430	0,9336
15	76,7245	3072,0000	0,0234	0,9570
16	77,4689	3072,0000	0,0234	0,9805
17	78,2133	1024,0000	0,0078	0,9883
18	78,9577	1536,0000	0,0117	1,0000

G2				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	66,3028	1536,0000	0,0117	0,0117
2	67,0472	1536,0000	0,0117	0,0234
3	67,7916	7168,0000	0,0547	0,0781
4	68,5360	9216,0000	0,0703	0,1484
5	69,2804	9216,0000	0,0703	0,2188
6	70,0248	11776,0000	0,0898	0,3086
7	70,7692	12800,0000	0,0977	0,4063
8	71,5136	14336,0000	0,1094	0,5156
9	72,2580	12800,0000	0,0977	0,6133
10	73,0024	15360,0000	0,1172	0,7305
11	73,7468	7168,0000	0,0547	0,7852
12	74,4912	9216,0000	0,0703	0,8555
13	75,2356	4608,0000	0,0352	0,8906
14	75,9801	5632,0000	0,0430	0,9336
15	76,7245	3072,0000	0,0234	0,9570
16	77,4689	3072,0000	0,0234	0,9805
17	78,2133	1024,0000	0,0078	0,9883
18	78,9577	1536,0000	0,0117	1,0000

G3				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	50,2180	3072,0000	0,0234	0,0234
2	50,4940	5632,0000	0,0430	0,0664
3	50,7700	11776,0000	0,0898	0,1563
4	51,0460	14336,0000	0,1094	0,2656
5	51,3220	13312,0000	0,1016	0,3672
6	51,5980	11776,0000	0,0898	0,4570
7	51,8740	12288,0000	0,0938	0,5508
8	52,1500	13312,0000	0,1016	0,6523
9	52,4260	8704,0000	0,0664	0,7188
10	52,7020	12800,0000	0,0977	0,8164
11	52,9780	7680,0000	0,0586	0,8750
12	53,2540	4608,0000	0,0352	0,9102
13	53,5300	2560,0000	0,0195	0,9297
14	53,8060	5120,0000	0,0391	0,9688
15	54,0820	2048,0000	0,0156	0,9844
16	54,3580	512,0000	0,0039	0,9883
17	54,6340	1024,0000	0,0078	0,9961
18	54,9100	512,0000	0,0039	1,0000

G4				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	79,9232	248,0000	0,0019	0,0019
2	81,1943	656,0000	0,0050	0,0069
3	82,4654	1696,0000	0,0129	0,0198
4	83,7366	3040,0000	0,0232	0,0430
5	85,0077	5448,0000	0,0416	0,0846
6	86,2788	10920,0000	0,0833	0,1679
7	87,5500	15248,0000	0,1163	0,2842
8	88,8211	20280,0000	0,1547	0,4390
9	90,0922	20256,0000	0,1545	0,5935
10	91,3633	17320,0000	0,1321	0,7256
11	92,6345	13656,0000	0,1042	0,8298
12	93,9056	9392,0000	0,0717	0,9015
13	95,1767	6088,0000	0,0464	0,9479
14	96,4479	3656,0000	0,0279	0,9758
15	97,7190	1928,0000	0,0147	0,9905
16	98,9901	744,0000	0,0057	0,9962
17	100,2612	416,0000	0,0032	0,9994
18	101,5324	80,0000	0,0006	1,0000

G5				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	50,2180	3072,0000	0,0234	0,0234
2	50,4940	5632,0000	0,0430	0,0664
3	50,7700	11776,0000	0,0898	0,1563
4	51,0460	14336,0000	0,1094	0,2656
5	51,3220	13312,0000	0,1016	0,3672
6	51,5980	11776,0000	0,0898	0,4570
7	51,8740	12288,0000	0,0938	0,5508
8	52,1500	13312,0000	0,1016	0,6523
9	52,4260	8704,0000	0,0664	0,7188
10	52,7020	12800,0000	0,0977	0,8164
11	52,9780	7680,0000	0,0586	0,8750
12	53,2540	4608,0000	0,0352	0,9102
13	53,5300	2560,0000	0,0195	0,9297
14	53,8060	5120,0000	0,0391	0,9688
15	54,0820	2048,0000	0,0156	0,9844
16	54,3580	512,0000	0,0039	0,9883
17	54,6340	1024,0000	0,0078	0,9961
18	54,9100	512,0000	0,0039	1,0000

G6				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	50,2180	3072,0000	0,0234	0,0234
2	50,4940	5632,0000	0,0430	0,0664
3	50,7700	11776,0000	0,0898	0,1563
4	51,0460	14336,0000	0,1094	0,2656
5	51,3220	13312,0000	0,1016	0,3672
6	51,5980	11776,0000	0,0898	0,4570
7	51,8740	12288,0000	0,0938	0,5508
8	52,1500	13312,0000	0,1016	0,6523
9	52,4260	8704,0000	0,0664	0,7188
10	52,7020	12800,0000	0,0977	0,8164
11	52,9780	7680,0000	0,0586	0,8750
12	53,2540	4608,0000	0,0352	0,9102
13	53,5300	2560,0000	0,0195	0,9297
14	53,8060	5120,0000	0,0391	0,9688
15	54,0820	2048,0000	0,0156	0,9844
16	54,3580	512,0000	0,0039	0,9883
17	54,6340	1024,0000	0,0078	0,9961
18	54,9100	512,0000	0,0039	1,0000

W2				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	9081	12	0,0001	0,0001
2	9204	1484	0,0113	0,0114
3	9326	5644	0,0431	0,0545
4	9449	15808	0,1206	0,1751
5	9571	33724	0,2573	0,4324
6	9694	40172	0,3065	0,7389
7	9816	26268	0,2004	0,9393
8	9939	7960	0,0607	1,0000

W3				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	9962	1088	0,0083	0,0083
2	10017	608	0,0046	0,0129
3	10073	1440	0,0110	0,0239
4	10128	1760	0,0134	0,0374
5	10183	4096	0,0313	0,0686
6	10238	4992	0,0381	0,1067
7	10293	6816	0,0520	0,1587
8	10349	12160	0,0928	0,2515
9	10404	10880	0,0830	0,3345
10	10459	16576	0,1265	0,4609
11	10514	13984	0,1067	0,5676
12	10569	12416	0,0947	0,6624
13	10625	13792	0,1052	0,7676
14	10680	9824	0,0750	0,8425
15	10735	8672	0,0662	0,9087
16	10790	6656	0,0508	0,9595
17	10846	3360	0,0256	0,9851
18	10901	1952	0,0149	1,0000

W4				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	9687	3	0,0000	0,0000
2	9744	10	0,0001	0,0001
3	9801	28	0,0002	0,0003
4	9858	57	0,0004	0,0007
5	9916	141	0,0011	0,0018
6	9973	335	0,0026	0,0044
7	10030	771	0,0059	0,0103
8	10088	1611	0,0123	0,0226
9	10145	2743	0,0209	0,0435
10	10202	6495	0,0496	0,0930
11	10259	8725	0,0666	0,1596
12	10317	16259	0,1240	0,2836
13	10374	18558	0,1416	0,4252
14	10431	21785	0,1662	0,5914
15	10489	21408	0,1633	0,7548
16	10546	17237	0,1315	0,8863
17	10603	11456	0,0874	0,9737
18	10660	3450	0,0263	1,0000

W5				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	9562	848	0,0065	0,0065
2	9619	704	0,0054	0,0118
3	9676	1392	0,0106	0,0225
4	9733	1760	0,0134	0,0359
5	9791	4208	0,0321	0,0680
6	9848	4992	0,0381	0,1061
7	9905	7152	0,0546	0,1606
8	9962	11728	0,0895	0,2501
9	10019	11184	0,0853	0,3354
10	10076	15840	0,1208	0,4563
11	10133	14416	0,1100	0,5663
12	10190	12928	0,0986	0,6649
13	10247	13744	0,1049	0,7698
14	10304	9616	0,0734	0,8431
15	10362	9104	0,0695	0,9126
16	10419	6096	0,0465	0,9591
17	10476	3632	0,0277	0,9868
18	10533	1728	0,0132	1,0000

W6				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	10346	736	0,0056	0,0056
2	10400	736	0,0056	0,0112
3	10455	1584	0,0121	0,0233
4	10509	1456	0,0111	0,0344
5	10564	3680	0,0281	0,0625
6	10618	5264	0,0402	0,1027
7	10673	6832	0,0521	0,1548
8	10728	11168	0,0852	0,2400
9	10782	11520	0,0879	0,3279
10	10837	16784	0,1281	0,4559
11	10891	13392	0,1022	0,5581
12	10946	13376	0,1021	0,6602
13	11000	13840	0,1056	0,7657
14	11055	9792	0,0747	0,8405
15	11109	8576	0,0654	0,9059
16	11164	6992	0,0533	0,9592
17	11218	3536	0,0270	0,9862
18	11273	1808	0,0138	1,0000

Sat1				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	44	8192	0,0625	0,0625
2	44	0	0,0000	0,0625
3	45	8192	0,0625	0,1250
4	46	8192	0,0625	0,1875
5	47	16384	0,1250	0,3125
6	48	0	0,0000	0,3125
7	49	0	0,0000	0,3125
8	50	16384	0,1250	0,4375
9	50	8192	0,0625	0,5000
10	51	16384	0,1250	0,6250
11	52	0	0,0000	0,6250
12	53	8192	0,0625	0,6875
13	54	16384	0,1250	0,8125
14	55	0	0,0000	0,8125
15	56	8192	0,0625	0,8750
16	56	8192	0,0625	0,9375
17	57	0	0,0000	0,9375
18	58	8192	0,0625	1,0000

Sat2				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	32	472	0,0036	0,0036
2	34	1852	0,0141	0,0177
3	35	4304	0,0328	0,0506
4	37	8376	0,0639	0,1145
5	38	10968	0,0837	0,1982
6	39	12944	0,0988	0,2969
7	41	13184	0,1006	0,3975
8	42	14684	0,1120	0,5095
9	44	15300	0,1167	0,6263
10	45	15324	0,1169	0,7432
11	47	12292	0,0938	0,8369
12	48	8652	0,0660	0,9030
13	50	5692	0,0434	0,9464
14	51	3048	0,0233	0,9696
15	53	2000	0,0153	0,9849
16	54	1188	0,0091	0,9940
17	56	668	0,0051	0,9991
18	57	124	0,0009	1,0000

Sat3				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	18	960	0,0073	0,0073
2	19	608	0,0046	0,0120
3	20	2464	0,0188	0,0308
4	22	4576	0,0349	0,0657
5	23	9440	0,0720	0,1377
6	25	12832	0,0979	0,2356
7	26	12512	0,0955	0,3311
8	27	18144	0,1384	0,4695
9	29	17024	0,1299	0,5994
10	30	17056	0,1301	0,7295
11	32	12064	0,0920	0,8215
12	33	11072	0,0845	0,9060
13	34	4128	0,0315	0,9375
14	36	3392	0,0259	0,9634
15	37	1856	0,0142	0,9775
16	38	2112	0,0161	0,9937
17	40	608	0,0046	0,9983
18	41	224	0,0017	1,0000

Sat4				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	3	139	0,0011	0,0011
2	5	1290	0,0098	0,0109
3	7	4664	0,0356	0,0465
4	9	10376	0,0792	0,1256
5	11	16885	0,1288	0,2545
6	13	21980	0,1677	0,4222
7	15	21826	0,1665	0,5887
8	17	18878	0,1440	0,7327
9	19	13846	0,1056	0,8383
10	21	9303	0,0710	0,9093
11	23	5854	0,0447	0,9540
12	25	3279	0,0250	0,9790
13	27	1636	0,0125	0,9915
14	29	696	0,0053	0,9968
15	31	304	0,0023	0,9991
16	33	94	0,0007	0,9998
17	35	18	0,0001	1,0000
18	37	4	0,0000	1,0000

Sat5				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	34	208	0,0016	0,0016
2	36	608	0,0046	0,0062
3	38	1840	0,0140	0,0203
4	40	5104	0,0389	0,0592
5	41	8784	0,0670	0,1262
6	43	14048	0,1072	0,2334
7	45	19328	0,1475	0,3809
8	47	18848	0,1438	0,5247
9	49	16848	0,1285	0,6532
10	51	14256	0,1088	0,7620
11	52	11248	0,0858	0,8478
12	54	8768	0,0669	0,9147
13	56	4624	0,0353	0,9500
14	58	2704	0,0206	0,9706
15	60	2080	0,0159	0,9865
16	62	1072	0,0082	0,9946
17	63	592	0,0045	0,9991
18	65	112	0,0009	1,0000

Sat6				
i	$[X_i, X_{i+1}]$	m_i	ω_i	$F(X_i)$
1	40	128	0,0010	0,0010
2	42	448	0,0034	0,0044
3	44	1456	0,0111	0,0111
4	46	4080	0,0311	0,0422
5	48	8272	0,0631	0,0631
6	50	13216	0,1008	0,1639
7	52	19552	0,1492	0,1492
8	53	18912	0,1443	0,2935
9	55	17360	0,1324	0,1324
10	57	13856	0,1057	0,2382
11	59	12976	0,0990	0,0990
12	61	9152	0,0698	0,1688
13	63	5184	0,0396	0,0396
14	65	2800	0,0214	0,0609
15	67	2112	0,0161	0,0161
16	68	864	0,0066	0,0227
17	70	544	0,0042	0,0042
18	72	160	0,0012	0,0054

ПРИЛОЖЕНИЕ К. Акты внедрения

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬ КАЛЕГОВ РОМАН ВАСИЛЬЕВИЧ

ИНН 702401266681 ОГРНИП 319703100071282
Юридический адрес: 636013, Россия, Томская
область, г. Северск, ул. Ленина, д. 122 -163
Тел.: 8 952 899 79 43
E-mail: roka606@rambler.ru

Банковские реквизиты:
Томское отделение №8516 ПАО СБЕРБАНК
БИК 046902606
Кор./счёт 30101810800000000606;
Расчётный счёт: 4080281016400001382

АКТ

Об использовании результатов диссертационной работы Шильникова Александра Сергеевича

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы Шильникова А.С., были использованы у ИП Калегова Р.В. с целью повышения эффективности труда разнорабочих.

С помощью предоставленного программного обеспечения «Оплата труда», был составлен прогноз изменения показателей деятельности, в случае смены системы оплаты труда рабочих по очистке территории промышленных предприятий. Было принято решение об апробации сдельно-прогрессивной системы оплаты труда с прогнозом на рост выработки. Тестирование проходило в период с 01.02.2021 по 01.04.2021.

Как результат был получен рост выработки 25%, что соответствует прогнозам программного обеспечения. При этом ухудшение качества оказалось вдвое ниже ожидаемого.

В целом применение системы поддержки принятия решений «Оплата труда» оказало положительное влияние на результаты работы компании и имеет перспективы для использования.

Индивидуальный предприниматель Р.В. Калегов



20.04.2021

Общество с ограниченной ответственностью «МЕДЕКС»

Россия, 634063, г. Томск, ул. Берёзовая, 2 а
Тел.: (382-2) 73-77-08, тел./факс: (382-2) 73-65-68
ИНН 7017006758
Р/с 40702810004000042960
Сибирский филиал ПАО «Промсвязьбанк» г. Новосибирск
БИК 045004816
К/с 30101810500000000816
ОГРН 1027000896405

01.06.2021 №

АКТ

Об использовании результатов диссертационной работы Шильникова Александра Сергеевича.

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы Шильникова А.С. были использованы в ООО «Медекс» для улучшения экономических показателей компании через системы оплаты труда персонала.

Цель: повысить выработку работников правильно-отрезного станка для заготовок-прутков. При этом по возможности сохранить качество продукции.

Средство достижения цели: изменение системы оплаты труда, согласно рекомендациям системы поддержки принятия решений «Оплата труда», предоставленной Шильниковым А.С. в виде программного обеспечения.

Период тестирования: 01.12.2020-01.05.2021

Из предложенных систем оплаты труда была выбрана повременно-премиальная система оплаты труда и внедрена в бригаду, работающую на правильно-отрезном станке.

Как итог выработка выросла на 11%, при том, что ухудшение качества и увольнений не последовало. Прогнозные показатели, предоставленные в системе поддержки принятия решений «Оплата труда» оправдались.

Применение результатов диссертационного исследования имеет хорошие перспективы для дальнейшего применения.



Директор
ООО «Медекс»
Дериглазов В.А.



ООО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС
"ЭЛЕКТРО-ТЕПЛОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

634050, г. Томск, ул. Березовая, 2/5;
ОКВЭД 20.11
ОГРН 1027000878035
ИНН/КПП 7018006870/701701001
р/с № 40702810704000014896
в Сибирский ф-л ПАО «Промсвязьбанк»
к/с № 30101810500000000816
БИК 045004816 ОКПО 20694356
тел. (382-2) 60-99-61
e-mail: info.npk.ett@gmail.com
сайт: www.npk-ett.com

01.07.2021г.

АКТ

Об использовании результатов диссертационной работы Шильникова Александра Сергеевича

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы Шильникова А.С., в частности программное обеспечение, были использованы в ООО НПК «Электро-тепловые технологии» как средство повышения эффективности труда в подразделениях компании.

Была поставлена задача повышения выработки в цехе закачки кислорода технического в баллоны. Для этой цели была применена предложенная система поддержки принятия решений по смене системы оплаты труда работников производства. В ходе работы с системой «Оплата труда» была выбрана простая сдельная система оплаты труда, как наиболее подходящая. Апробация проходила в течение 6 месяцев в период с 01.02.2021 по 01.07.2021 с участием 4 наполнителей кислородных баллонов.

В итоге был достигнут значительный рост производительности близкий к 30%, таким образом, была решена основная задача. Прогнозные значения остальных результатов также были близки к аналитике представленной в системе поддержки принятия решений «Оплата труда».

Применение результатов диссертационного исследования дало заметный экономический прогресс и будет применяться в дальнейшем и к другим участкам производства с целью повышения выработки или качества продукции.

Исполнительный директор ООО НПК (Тарасенко Н.Н.)

