

Школа Инженерная школа ядерных технологий  
 Направление подготовки Прикладная математика и информатика  
 ООП/ОПОП Математические методы в экономике  
 Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА МАГИСТРАНТА**

Тема работы
Анализ оценки эффективности предприятий строительной отрасли на основе метода SFA УДК 519.855:005.216.1:69.05

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВМ11	Иманбаева Динара Мураткановна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭФ ИЯТШ	Мицель А.А.	д.т.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Маланина В.А.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Сечин А.А.	к.т.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ ИЯТШ	Богданов О.В.	к.ф.-м.н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код Компетен ции	Наименование компетенции
<b>Универсальные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива
ПК(У)-2	Способен проводить поиск и анализ научной и научно-технической литературы по тематике проводимых исследований
ПК(У)-3	Способен разрабатывать и анализировать показатели качества информационных систем, используемых в производственной деятельности
ПК(У)-4	Способен планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять проектами, управлять командой проекта
ПК(У)-6	Способен проектировать и организовывать учебный процесс по образовательным программам с использованием современных образовательных технологий
ОПК(У)-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики
ОПК(У)-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач
ОПК(У)-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК(У)-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном языке, для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывая разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная школа ядерных технологий  
Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»  
Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Богданов О.В.  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
0ВМ11	Иманбаевой Динаре Мураткановне

Тема работы:

<b>Анализ оценки эффективности предприятий строительной отрасли на основе метода SFA</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 142-12/с от 22.05.2023

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2023
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<i>Данные ежегодных бухгалтерских отчетов с 2017 по 2022 г. девяти строительных предприятий.</i>
---------------------------------	--

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести анализ литературы по теме диссертации.</li> <li>2. Изучение метода SFA.</li> <li>3. Построение регрессионных моделей.</li> <li>4. Расчет эффективности.</li> <li>5. Сравнительный анализ полученных результатов.</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b>	Графики сравнительного анализа оценки эффективности предприятий
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(если необходимо, с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и энергосбережение	Маланина В.А.
Социальная ответственность	Сечин А.А.
Иностранный язык	Квашнина О.С.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	15.03.2023 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭФ	Мицель Артур Александрович	д.т.н		15.03.2023 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0ВМ11	Иманбаева Динара Мураткановна		15.03.2023 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа ядерных технологий  
Направление подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»  
Отделение экспериментальной физики  
Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.03.2023	Выдача задания	5
14.03.2023	Обсуждение структуры работы	5
01.04.2023	Обзор литературы	10
15.04.2023	Построение регрессионных моделей в программе Excel	15
01.05.2023	Расчет эффективности в системе Matchad	30
10.05.2023	Сравнительный анализ полученных результатов	15
25.05.2023	Интерпретирование полученных результатов	10
31.05.2023	Написание пояснительной записки ВКР	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОЭФ	Мицель А.А.	д.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭФ	Богданов О.В.	к.ф.-м.н., доцент		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
ОВМ11	Иманбаевой Динаре Мураткановне

Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение школы (НОЦ)	Отделение экспериментальной физики
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:**

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	минимальное значение интегрального показателя ресурсоэффективности: не менее 4 баллов из 6 баллов
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды – 30,2%.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1. Потенциальные потребители результатов исследования. 2. Анализ конкурентных технических решений. 3. SWOT – анализ.
2. Разработка устава научно-технического проекта	Планирование этапов разработки программы, определение трудоемкости.
3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности, формирование бюджета НТИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Определение показателей ресурсоэффективности разработки.

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Сегментирование рынка
3. Оценка конкурентоспособности технических решений
4. Матрица SWOT
5. График проведения и бюджет НТИ
6. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0ВМ11	Иманбаева Динара Мураткановна		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
ОВМ11		Иманбаева Динара Мураткановна	
<b>Школа</b>	ИЯТШ	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение экспериментальной физики
<b>Уровень образования</b>	магистратура	<b>Направление/специальность</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

<b>Анализ оценки эффективности предприятий строительной отрасли на основе метода SFA</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<p><b>Введение</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul>	<p><i>Объект исследования</i> анализ оценки эффективности предприятий строительной отрасли России.  <i>Область применения</i> государственные органы, кредиторы, инвесторы, аудиторы  <i>Рабочая зона:</i> офис  <i>Размеры помещения</i> климатическая зона* 15 м x 5 м x 4 м  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i> компьютеры  <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</i> расчеты метода на компьютере</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности <u>при разработке проектного решения/при эксплуатации:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)</li> <li>- ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность <u>при разработке проектного решения/при эксплуатации:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов</li> <li>– Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора</li> </ul>	<p><b>Вредные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Отклонение показателей микроклимата;</li> <li>- Отсутствие или недостатки необходимого искусственного освещения</li> </ul> <p><b>Опасные факторы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Повышенный уровень электромагнитных излучений;</li> <li>- Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность <u>при разработке проектного решения/при эксплуатации</u></b></p>	<p>Воздействие на литосферу: образования отходов при написании работы          Воздействие на гидросферу: энерго и теплотребление          Воздействие на атмосферу: загрязнение воздуха выбросами с электростанции</p>



<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</b>	<p>Возможные ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- природного характера: повышение уровня воды, град;</li> <li>- техногенного характера: обрушение зданий, пожары.</li> </ul> <p>Наиболее типичная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- пожар.</li> </ul>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	к.т.н		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВМ11	Иманбаева Динара Мураткановна		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 92 страницы, 16 рисунков, 16 таблиц, 25 источников, 3 приложения

**Ключевые слова:** строительная отрасль, микропоказатели, анализ эффективности, метод стохастической границы.

**Объектом исследования** являются финансовые показатели 9 предприятий строительной отрасли России.

**Целью исследования** является оценка и анализ эффективности функционирования предприятий строительной отрасли России. Данная задача будет решена с использованием метода SFA (Stochastic Frontier Analysis).

В магистерской диссертации были рассмотрены теоретические и методологические аспекты анализа и оценки эффективности предприятий строительной отрасли России.

Результатами выполнения работы является анализ и оценка эффективности предприятий в период с 2017-2022 гг..

Диссертационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Office Word 2010 с применением приложения Microsoft Office Excel 2010, Paint, Matchad 15.0. В качестве графического материала представлена презентация, выполненная в Microsoft Office PowerPoint 2010.

## Содержание

Введение.....	13
1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	17
1.1 Описание методик расчетов.....	17
1.2 Методика нормирования значений показателей.....	20
1.3 Методы анализа и оценки эффективности предприятий строительной отрасли России .....	20
Выводы по 1 главе.....	28
2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	29
2.1 Решение задачи в Microsoft Excel 2010 и Mathcad 15.0.....	29
2.1.1 Исходные данные .....	29
2.1.2 Пример расчета.....	30
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ..	37
3.1 Предпроектный анализ .....	37
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	37
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений .....	38
3.1.2 SWOT – анализ .....	40
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	42
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	42
3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	43
3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	44
3.3 Бюджет научно-технического исследования .....	46
3.3.1 Расчет материальных затрат исследования .....	47
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ .....	47
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	48
3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды. ....	49
3.3.5 Накладные расходы.....	49
3.3.6 Формирование бюджета затрат НИИ .....	50
4.4. Определение ресурсной эффективности исследования .....	50

Выводы по разделу.....	51
4 Социальная ответственность .....	52
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	53
4.2 Производственная безопасность.....	54
4.2.1 Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении.....	55
4.2.2 Недостаточная освещенность .....	56
4.2.3 Нервно-психические перегрузки .....	57
4.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека. ....	57
4.2.5 Поражение электрическим током.....	58
4.3 Экологическая безопасность.....	61
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	62
Выводы по разделу.....	63
Заключение .....	64
Список публикаций.....	65
Список литературы .....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	69
Приложение Б (рекомендуемое).....	88
Приложение В (рекомендуемое).....	90

## **Введение**

Строительный сектор реализует расширенное воспроизводство основных средств, обеспечивая, таким образом, общее экономическое развитие страны. Помимо этого, функционирующие производства требуют перманентных текущих, средних и капитальных ремонтов, осуществляемых строительными компаниями.

Строительство непосредственно связано с прочими сферами экономики не только посредством участия в их развитии, но и использованием их конечной продукции. В общей сложности, в развивающейся экономике строительные компании потребляют в ходе своего функционирования более 30% всех перемещаемых грузов, почти полностью продукцию промышленности строительных материалов, существенную составляющую продукции машиностроения, черной металлургии, лесной, деревообрабатывающей, химической и прочих отраслей промышленности. Подобное тесное взаимодействие строительной и иных отраслей обуславливает необходимость улучшения качества и эффективности функционирования строительных компаний, так как именно они во многом обуславливают повышение темпов экономического роста государства.

В современном государстве экономика является многоотраслевым производственно-хозяйственным комплексом. Отдельную роль в таком комплексе представляет строительная отрасль.

### **Степень научной разработанности проблемы.**

В изучении метода SFA большое значение имеют работы Дж. Эйгнера, К. Ловелла, П. Шмидта [1], Ж. Баттиза и Т. Коэлли [2]. Нельзя оставить без внимания таких авторов, как Д.И. Малахов и Н.П. Пильник [3]. В их труде рассматривается пятнадцать моделей в области SFA-моделирования.

Изучению метода DEA уделяли внимание многие авторы. Самые яркие представители – американские ученые А. Чарнез, Е. Родес, У. Купер [4], Ж.

Дебре, М. Фаррел [5]. Из российских авторов стоит выделить А.А. Новожилова, Т.А. Рукавицыну, В.В. Смолина.

По мнению многих современных ученых проблема оценки эффективности изучены достаточно масштабно в научной литературе. В своих научных работах многие авторы в большей мере делают акцент именно на определение эффективности предприятия.

### **Цель и задачи исследования**

Цель исследования – создать модель оценки эффективности функционирования предприятий строительной отрасли России, продемонстрировать возможный инструмент оценки эффективности функционирования предприятий строительной отрасли. Данная задача будет решена с использованием метода SFA (Stochastic Frontier Analysis).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие

#### **задачи:**

- изучение предприятий строительной отрасли России, анализируя литературные источники;
- изучение метода SFA, а также метода DEA;
- построение регрессионных моделей в программе Excel;
- расчет эффективности в системе Mathcad;
- расчет эффективности по годам;
- сравнительный анализ полученных результатов;

В качестве **объекта** исследования взяты финансовые показатели 9 предприятий строительной отрасли России.

**Предметом исследования** являются экономико-математические модели оценки эффективности деятельности предприятий строительной отрасли.

#### **Методы выполнения работы.**

При выполнении работы использовались методы SFA и DEA, регрессионный анализ, а также математическое моделирование с

использованием программных продуктов MS Excel и Mathcad.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в разработке авторской модели оценки эффективности деятельности предприятий строительной отрасли на основе метода SFA, которая в отличие от известных моделей, учитывает не объемы затрачиваемых ресурсов и готовой продукции, а финансовые показатели деятельности экономических объектов.

### **Предмет защиты**

Предложенный подход анализа и оценки эффективности предприятий строительной отрасли России развитие отрасли за определенный промежуток времени (в настоящей работе с 2017 по 2022 гг. включительно). Результаты позволяют не только определить наиболее эффективные предприятия, но и дать сравнительную оценку двух методов (SFA и DEA). Вышеуказанные методы альтернативны по отношению друг к другу, используют разные предпосылки.

Теоретической и методологической базой исследования являются труды зарубежных и отечественных ученых в области теории и практики определения технической эффективности, материалы научных и научно-практических конференций.

Проработка задач диссертационного исследования потребовала изучения смежных вопросов и исследования дополнительной научной литературы по экономическому анализу, региональной экономике, эконометрике, статистике, проектированию информационных систем.

### **Апробация результатов исследования.**

Отдельные результаты магистерской диссертации были опубликованы, докладывались и обсуждались на следующей конференции:

- XX Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» (г. Томск, 2023 год);

**Структура и содержание работы** обусловлены целями и задачами исследования. Магистерская диссертация состоит из четырех глав.

Первая глава «Основная часть» посвящена описанию предметной области, а также описанию методов оценки эффективности.

Во второй главе представлена практическая часть исследования. Задача решается в средах Microsoft Excel 2010 и Mathcad 15.0.

В третьей и четвертой описаны социальная ответственность и финансовый менеджмент соответственно.



# 1 ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

## 1.1 Описание методик расчетов

Первый этап работы - определение списка предприятий строительной отрасли для исследования. Для исследования были выбраны девять крупнейших предприятий:

1) Группа компаний «ЛСР» – одна из крупнейших строительных корпораций, занимающаяся строительством и продажей недвижимости, производством строительных материалов. По состоянию на 1 июня 2022 года является третьим по объему текущего строительства застройщиком в России

2) ГК «ПИК» - работает на рынке с 1994 года, специализируется на строительстве жилья комфорт-класса со всей необходимой инфраструктурой. ПИК строит не только жилые дома, но и всю необходимую инфраструктуру для жителей: детские сады, поликлиники, детские и спортивные площадки. Все проекты возводятся по единому стандарту качества.

3) ООО «Сэтл Групп» – является крупным застройщиком в Северо-Западном федеральном округе. За 26 лет работы компания возвела 215 домов и более трех десятков соц.объектов – совокупно почти на 1,5 млн кв. м. Холдинг Setl Group стал обладателем золотого знака общественного контроля «Надежный застройщик России 2020». Это одна из главных наград в сфере строительства жилья, которая присуждается за высочайшие показатели надежности и соблюдение законных прав дольщиков.

4) ГК «Гранель» - является одной из крупнейших строительных компаний России, которая реализует свои проекты в Москве и Московской области.

Предприятие работает на рынке недвижимости с 1992 года и специализируется на проектах в сегменте «стандарт» и «комфорт» класса. С начала деятельности компания ввела в эксплуатацию более 1 млн кв. м жилой недвижимости, обеспечив квартирами более 18 тысяч российских семей.

5) ГК «Инград» - компания была создана в 2012 году, по итогам 2017 года вошла в топ-5 крупнейших публичных строительных компаний. В 2017 году стала лидером по темпам роста рыночной капитализации. На данный момент в ее копилке проекты в Москве и Московской области площадью свыше 2,5 млн м<sup>2</sup>.

6) Группа «Эталон» - основана в 1987г., на данный момент является одной из крупных компаний в сфере девелопмента и строительства в России. Ввела в эксплуатацию 7,5 млн м<sup>2</sup> недвижимости. В 2019 году объем продаж стал равен 77,6 млрд руб., что стало рекордным результатом для компании.

7) РГ-Девелопмент - развивающаяся быстрыми темпами девелоперская компания, в копилке которой сегодня более 1.7 млн м<sup>2</sup> недвижимости. За стабильные темпы строительства, строгое соблюдение сроков и качественные характеристики объектов компании «РГ-Девелопмент» неоднократно удостоивалась наград в профессиональных конкурсах и премиях. Компания входит в ТОП-10 застройщиков в Москве по вводу жилья по итогам 2020 года и в ТОП-20 крупнейших застройщиков России по версии Forbes.

8) ФСК «Лидер» - группа компаний, которая специализируется на жилищном строительстве частных и многоэтажных домов, осуществляет точечную застройку, а также комплексное строительство микрорайонов. Особенностью ГК «ФСК» является вертикально интегрированная структура управления и собственное финансирование реализуемых проектов, что обеспечивает возможность в короткие сроки проектировать и возводить объекты любого масштаба и сложности.

9) ООО «Брусника» - основана в 2004 году. Штаб-квартира находится в Екатеринбурге. Брусника возглавляет интегральный рейтинг ЕРЗ по потребительским качествам проектов. Оборот на 2022 год составил 36,1 млрд руб.

В работе также используются микропоказатели предприятий. Они были взяты из отчетов «Бухгалтерский баланс» и «Отчет о финансовых

результатах» за 2017-2022 гг.[6] В таблице 1 приведены обозначения и описание микропоказателей предприятий строительной отрасли.

Таблица 1 - Описание микропоказателей предприятий

Обозначение микропоказателя	Описание микропоказателя
Выручка (Rev)	Полная сумма требований, предъявленных предприятием или предпринимателем покупателям в результате реализации произведённой продукции, услуг, работ за определённый период.
ВАБ (FAB)	Отношение показателя «Итого по разделу I (Внеоборотные активы)» к показателю «Баланс» из бухгалтерского баланса предприятий
ОАБ (СAB)	Отношение показателя «Итого по разделу II (Оборотные активы)» к показателю «Баланс» из бухгалтерского баланса предприятий
КРБ (CRB)	Отношение показателя «Итого по разделу III (Капитал и резервы)» к показателю «Баланс» из бухгалтерского баланса предприятий
ДОБ (LLB)	Отношение показателя «Итого по разделу IV (Долгосрочные обязательства)» к показателю «Баланс» из бухгалтерского баланса предприятий
КОБ (SLB)	Отношение показателя «Итого по разделу V (Краткосрочные обязательства)» к показателю «Баланс» из бухгалтерского баланса предприятий

## 1.2 Методика нормирования значений показателей

Показатели, рассматриваемые в данной работе, представлены в разных шкалах измерений, в связи с чем применяется нормировка. В данном случае нормировке подвергается только один показатель – выручка.

Нормировка – это линейное преобразование значений показателей таким образом, чтобы они попадали в сопоставимые по величине интервалы.

Нормирование выручки производится с помощью следующей формулы:

Нормирование выручки производится с помощью следующей формулы:

$$x_{norm,i} = \frac{a_{1,i}}{\max(a_{1,i})}, i = \overline{1, n}, \quad (1.1)$$

где  $n$  – количество лет;

$x_{norm,i}$  – нормированное значение выручки для года  $i$ -го года;

$a_{1,i}$  – исходное значение выручки года  $i$ -го года.

## 1.3 Методы анализа и оценки эффективности предприятий строительной отрасли России

Оценка эффективности социально-экономических систем считается актуальной проблемой. Используют разные методы для определения эффективности.

Одним из самых востребованных методов оценки эффективности является метод Data Envelopment Analysis (DEA). DEA метод является непараметрическим, не определяет ни одну из форм производственной функции. Идея исследователя М. Фаррела, отраженная в его статье «The measurement of productive efficiency» в 1957 году стала предпосылкой созданию вышеуказанного метода. Далее А. Чарнез, У. Купер и Е. Родес разработали первую DEA-модель.

Метод DEA (Data Envelopment Analysis) заключается в оценке относительной эффективности объектов (например, предприятий, организаций, стран и т.д.) путем сравнения их входных и выходных параметров. Этот метод позволяет определить, какие объекты являются

наиболее эффективными и какие изменения во входных и выходных параметрах могут привести к улучшению эффективности неэффективных объектов. DEA также позволяет сравнивать объекты, даже если они измеряются в разных единицах измерения, и вычислять единственный показатель эффективности для каждого объекта без заранее заданных весов или коэффициентов для входных и выходных переменных.

Показатель сравнительной эффективности, используемый в методе DEA, называется коэффициентом эффективности (Efficiency Score). Он вычисляется как отношение суммарного значения выходных параметров объекта к суммарному значению входных параметров. Объекты, у которых коэффициент эффективности равен 1, считаются эффективными, а объекты с коэффициентом меньше 1 – неэффективными. Кроме того, DEA позволяет вычислять два типа коэффициентов эффективности: *input-oriented* (ориентированный на входные параметры) и *output-oriented* (ориентированный на выходные параметры). Первый тип показывает, как изменение входных параметров может повлиять на улучшение эффективности объекта, а второй – как изменение выходных параметров может повлиять на улучшение эффективности объекта.

Модель CCR (Charnes, Cooper, Rhodes) является одной из наиболее распространенных моделей в методе DEA. Она основывается на идеи того, что каждый объект может быть представлен как комбинация входных и выходных параметров, и что эффективность объекта зависит от того, насколько хорошо он использует свои ресурсы для достижения поставленных целей.

Модель, ориентированная на выход, имеет вид:

$$\begin{aligned}
 f(q, L) = q + L \cdot 0 &\rightarrow \max, \\
 -q \cdot Y^j + Y \cdot L &\geq 0, j = 1, \dots, k; \\
 X^i - X \cdot L &\geq 0, i = 1, \dots, m \\
 q &\geq 1; L \geq 0.
 \end{aligned}
 \tag{1.2}$$

Где  $X$  – матрица входных данных;  $Y$  – матрица выходных данных;  $q$  – показатель эффективности и  $L$  – вектор весов размерности  $n$ .

Теперь более подробно про параметрический метод Stochastic Frontier Analysis (SFA), с английского метод стохастической границы. Данный метод также является одним из наиболее популярных методов для оценки эффективности.

Необходимо отметить, что вышеуказанный метод DEA и метод SFA сопряжены между собой. Однако, используя метод стохастической границы можно учесть ошибки или шумы, сделать вычисления для анализа эффективности более реалистичными, чем с помощью метода DEA. В последнее время количество публикаций по этой теме волнообразно увеличилось и расширились возможности для анализа эффективности

Метод SFA был предложен в двух статьях, которые были опубликованы практически одновременно: Meeusen, van den Broek в 1977 году и Aigner, Lovell, Schmidt в том же году.

SFA связывает наличие случайных отклонений от границы эффективности со стохастической природой производственного процесса, например, последствия непреднамеренного исключения значимой переменной из производственной модели, различия производственных условий и т. д.

В общем виде оценка эффективности связана с идентификацией производственной функции:

$$y = f(x, \beta) + \varepsilon, \quad (1.3)$$

где  $\varepsilon$  - отклонение от граничной оценки выпуска ( $\varepsilon = v - u$ ) содержащее компоненты  $v$  и  $u$ :

$v$  – случайная ошибка, имеющая стандартное нормальное распределение  $(0, \sigma)$  и описывающая влияние на выход неучтенных в модели факторов, действие которых не связано с неэффективностью деятельности;

$u$  – неотрицательная, независимая от  $v$  случайная величина, которая характеризует неэффективность производства, отражает результаты

воздействия на производственный процесс комплекса факторов, обуславливающих его эффективность.

Приведенная выше функция используется в случаях, когда факторы, которые влияют на эффективность, не определены, но учтены.

Более подробное использование данного метода в работе представлено ниже. Было рассмотрено два распределения.

### 1) Показатель $u_i$ подчиняется полу нормальному распределению

Пусть распределения вероятностей случайных величин  $v_i$  и  $u_i$  имеют вид

$$f_v(v_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_v} \cdot \exp\left(-\frac{v_i^2}{2\sigma_v^2}\right) \text{ и } f_u(u_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_u} \cdot \exp\left(-\frac{u_i^2}{2\sigma_u^2}\right), u_i \geq 0. \quad (1.4)$$

Здесь индекс  $i$  – это номер экономического объекта  $i = 1, \dots, n$  ( $n$  – количество рассматриваемых экономических объектов);  $v_i$  – случайная ошибка с параметрами  $M(v_i) = 0, D(v_i) = \sigma_v^2$ . Учитывает влияние внешних факторов на деятельность экономического объекта.  $u_i$  – неотрицательная случайная ошибка с параметрами  $M(u_i) = \sigma_u \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}, D(u_i) = \sigma_u^2(1 - \frac{2}{\pi})$ . Величина  $u_i$  учитывает «неэффективность» работы экономического объекта, а величина  $\varepsilon_i = v_i - u_i$  описывает отклонение от границы производственных возможностей.

Плотность вероятности случайной величины  $\varepsilon_i = v_i - u_i$  равна

$$f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^*} \cdot \exp\left(-\frac{(\varepsilon_i^2)}{2\sigma^{*2}}\right) (1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b)), \quad (1.5)$$

где  $b = \frac{\sigma_u/\sigma_v}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}, \sigma^* = \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$ .

Запишем функцию правдоподобия для случайной величины  $\varepsilon$

$$F(\varepsilon) = \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}\right)^2 \prod_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(\varepsilon_i^2)}{2\sigma^{*2}}\right) (1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b)). \quad (1.6)$$

Представим выходной показатель  $i$ -го объекта  $y_i$  через финансовые показатели  $x_{ij}$  в форме

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij}) \quad (1.7)$$

где  $m$  – число независимых показателей.

Тогда случайную ошибку  $\varepsilon_i$  можно записать как

$$\varepsilon_i = \ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})) \quad (1.8)$$

Логарифмическая функция правдоподобия случайной величины  $\varepsilon$  равна (опуская константу)

$$L(\beta, \sigma^*, b) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n (\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})))^2 + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \operatorname{erf}[(\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})))b]). \quad (1.9)$$

Параметры  $\beta, \sigma^*, b$  ищем из условия максимума функции  $L(\beta, \sigma^*, b)$ .

Параметры  $\beta$  можно искать из решения другой задачи, а именно, путем построения регрессии на основе данных  $y_i$  и  $x_i$ .

Подставим найденные оценки параметров  $\beta$  в формулу (1.7), получим

$$\varepsilon_i = \ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})) \quad (1.10)$$

Тогда из формулы (1.9) ищем только 2 параметра  $\sigma^*$  и  $b$

$$L(\sigma^*, b) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i)^2 + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \operatorname{erf}[\varepsilon_i b]). \quad (1.9a)$$

Обозначим оценки параметров  $\beta, \sigma^*, \widehat{b}$ .

Запишем условную вероятность

$$f(u_i/\varepsilon_i) = \frac{f(\varepsilon_i, u_i)}{f(\varepsilon_i)}, \quad \text{где } f(\varepsilon_i) = \int_0^\infty f(\varepsilon_i, u_i) du_i$$

$$f(u_i/\varepsilon_i) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma} \frac{\exp(-\frac{(u_i + \varepsilon_i a)^2}{2\sigma^2})}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b))}, \quad (1.11)$$

$$\text{где } a = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}, \quad \operatorname{erf}(\varepsilon_i b) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\varepsilon_i b} e^{-t^2} dt$$

и найдем условное среднее  $M(u_i/\varepsilon_i) = \int_0^\infty u_i f(u_i/\varepsilon_i) du_i$

$$u_i = M(u_i/\varepsilon_i) = \sqrt{2}\sigma \left( \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{-\varepsilon_i^2 \widehat{b}^2}}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i \widehat{b}))} - \varepsilon_i \widehat{b} \right) \quad (1.12)$$

где

$$\sigma = \frac{\sigma_u \sigma_v}{\sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}}, \quad (1.13)$$

$$\sigma_v = \frac{\sigma^*}{\sqrt{\widehat{b}^2 \sigma^{*2} + 1}}, \quad \sigma_u = \frac{\widehat{b} \sigma^{*2}}{\sqrt{\widehat{b}^2 \sigma^{*2} + 1}}. \quad (1.14)$$



Формула (1.12) определяет показатель технической эффективности (оценка JLMS) [7].

Техническая эффективность JLMS  $i$ -го предприятия оценивается выражением [8]:

$$T_{JMLS} = \exp(-u_i) \quad (1.15)$$

Рассмотрим оценку технической эффективности, предложенную в работе [9] (оценка ВС)

$$T_e = M(e^{-u_i}/e_i), \text{ где } M(e^{-u_i}/e_i) = \int_0^{\infty} e^{-u_i} f(u_i/\varepsilon_i) du_i.$$

Для этой оценки можно получить следующее выражение

$$T_{BS} = M(e^{-u_i}/e_i) = \frac{\exp\left(\frac{\sigma}{\sqrt{2}}(2\varepsilon_i \hat{b} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}})\right)}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i \hat{b}))} (1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i \hat{b} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}})). \quad (1.16)$$

## 2) Показатель $u_i$ подчиняется усеченному нормальному распределению

Пусть распределения вероятностей случайных величин  $v_i$  и  $u_i$  имеют вид

$$f_v(v_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_v} \cdot \exp\left(-\frac{v_i^2}{2\sigma_v^2}\right);$$

$$f_u(u_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_u} \cdot \exp\left(-\frac{(u_i - \mu_u)^2}{2\sigma_u^2}\right), u_i \geq 0. \quad (1.17)$$

Плотность вероятности случайной величины  $\varepsilon_i = v_i - u_i$  равна

$$f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma^*} \cdot \exp\left(-\frac{(\varepsilon_i + \mu_u)^2}{2\sigma^{*2}}\right) (1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b - \mu_u c)), \quad (1.18)$$

$$\text{где } b = \frac{\sigma_u/\sigma_v}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}, \quad c = \frac{\sigma_v/\sigma_u}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}, \quad \sigma^* = \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}.$$

Запишем функцию правдоподобия для случайной величины  $\varepsilon$

$$F(\varepsilon) = \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}\right)^n \exp\left(\frac{\sum_{k=1}^p (\varepsilon_i + \mu_u)^2}{2\sigma^{*2}}\right) \prod_{i=1}^n (1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b - \mu_u c)).$$

Представим выходной показатель  $i$ -го объекта  $y_i$  через финансовые показатели  $x_{ij}$  в форме

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij}) \quad (1.19)$$

где  $m$  – число независимых показателей.

Тогда случайную ошибку  $\varepsilon_i$  можно записать как

$$\varepsilon_i = \ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})) \quad (1.20)$$

Логарифмическая функция правдоподобия случайной величины  $\varepsilon$  равна (опуская константу

$$L(\beta, \sigma^*, b, \mu_u, c) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n [(\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij}))) + \mu_u]^2$$

$$+ \sum_{i=1}^n \ln(1 - \operatorname{erf}[(\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})))b - \mu_u c]). \quad (1.21)$$

Параметры  $\beta, \sigma^*, b, \mu_u, c$  ищем из условия максимума функции  $L(\beta, \sigma^*, b, \mu_u, c)$ .

Параметры  $\beta$  можно искать из решения другой задачи, а именно, путем построения регрессии на основе данных  $y_i$  и  $x_i$ . Тогда из формулы (1.20) ищем только 4 параметра  $\sigma^*, b, \mu_u, c$ .

$$L(\sigma^*, b, \mu_u, c) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i + \mu_u)^2 + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \operatorname{erf}[\varepsilon_i b - \mu_u c]).$$

(1.20a)

Тогда условную вероятность

$$f(u_i/\varepsilon_i) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma} \frac{\exp(-\frac{(u_i + (\varepsilon_i a - \mu_u d))^2}{2\sigma^2})}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b - \mu_u c))}, \quad (1.22)$$

$$\text{где } a = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}, d = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}, b = \frac{\sigma_u/\sigma_v}{\sqrt{2}\sigma^*}, \sigma = \frac{\sigma_v\sigma_u}{\sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}}$$

Следовательно, условное среднее

$$u_i = M(u_i/\varepsilon_i) = \sqrt{2}\sigma \left( \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{-(\varepsilon_i^2 \hat{b}^2 - \mu_u \hat{c})^2}}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}))} - (\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}) \right). \quad (1.23)$$

Техническая эффективность JLMS  $i$ -го предприятия оценивается выражением:

$$T_{JMLS} = \exp(-u_i) \quad (1.24)$$

Техническая эффективность ВС  $i$ -го предприятия оценивается равна

$$T_{BS} = M(e^{-u_i}/e_i) = \frac{\exp\left(\frac{\sigma}{\sqrt{2}}\left(2(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}) + \frac{\sigma}{\sqrt{2}}\right)\right)}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}))} \left(1 - \operatorname{erf}\left(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}}\right)\right). \quad (1.25)$$

Теперь, стоит отметить некоторые общие свойства приведенного метода:

- приводят параметры к однородности;
- одновременная обработка большого числа входов и выходов, каждый из которых при этом может измеряться в различных единицах измерения;
- вычисляют один агрегированный показатель эффективности для каждого объекта, не требуя при этом априорного указания весовых коэффициентов для переменных, соответствующих входным и выходным параметрам;
- производят конкретные оценки желательных изменений во входах/выходах, которые позволили бы вывести неэффективные объекты на границу эффективности.

Далее выделим различия в методах, которые приведены в таблице 1.4.

Таблица 2 - Отличия в методах DEA и SFA

Метод DEA	Метод SFA
Непараметрический	Параметрический
Основой метода является линейное программирование	Основой метода являются эконометрические методы
Не чувствителен к ошибкам, рассматривают любую ошибку, в том числе случайную, как неэффективность	Высокий порог чувствительности к ошибкам, т.е. учет случайных ошибок

Не налагает никаких ограничений на функциональную форму зависимости между входами и выходами	Налагает ограничения на функциональную форму зависимости между входами и выходами
--	---

Каждый из выше рассматриваемых методов имеет свои преимущества и недостатки и может использоваться для решения различных типов задач оценки.

Результаты сравнительного анализа показывают, что методы совершенно разные и их следует выбирать не только на основе имеющихся у вас данных, но и на том, как эта модель может отражать эффективность компании по отношению к определенным нюансам - качественная оценка, количество имеющихся данных и их соответствие модели, метод измерения результатов и масштаб экономической значимости в анализе.

При выборе метода необходимо исходить из целей анализа, например, в методе SFA можно определить влияние различных факторов, материальных и нематериальных, на результат, в то время как в DEA это невозможно. Другими словами, в первом методе результат будет более точным, поскольку он учитывает ошибки и случайные величины.

### **Выводы по 1 главе**

1. Изучены и проанализированы литературные источники по тематике строительной отрасли. Рассмотрено предприятия строительной отрасли России.
2. Выполнен обзор методов анализа и оценки эффективности, определены их отличия, а также общие свойства.
3. Описана методика вычислений эффективности предприятий строительной отрасли России.

## 2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Решение задачи в Microsoft Excel 2010 и Mathcad 15.0

#### 2.1.1 Исходные данные

Для исследования использовали данные бухгалтерских балансов с 2017-2022 гг. девяти крупнейших предприятий строительной отрасли России. Далее представлен пример расчета для 2019 года.

Пример исходных данных для 2019 года приведен на рисунке 2.1.

Исходные данные за 2019 г.						
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB
1.ЛСР	15422651	0.684	0.316	0.379	0.379	0.242
2.ПИК	24571955	0.564	0.436	0.247	0.299	0.453
3.SETL GROUP	333884	0.714	0.286	0.335	0.612	0.053
4.Гранель	264558	0.686	0.314	0.036	0.581	0.383
5.Инград	10132750	0.657	0.343	0.536	0.438	0.026
6.Эталон	1016436	0.886	0.114	0.214	0.780	0.006
7.Девелопмент	508711	0.717	0.283	0.365	0.064	0.571
8.ФСК-Лидер	2833528	0.826	0.174	0.104	0.547	0.349
9.Брусника	1 848 192	0.035	0.965	0.121	0.316	0.563

Рисунок 2.1 - Пример исходных данных за 2019 год

Следующий этап – необходимо провести нормировку выручки (выделено синим цветом), так как размерность исходных данных различна (рис. 2). Нормировку делаем для всех годов (приложение).

Исходные данные за 2019 г.							
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки
1.ЛСР	15422651	0.684	0.316	0.379	0.379	0.242	0.627652582
2.ПИК	24571955	0.564	0.436	0.247	0.299	0.453	1
3.SETL GROUP	333884	0.714	0.286	0.335	0.612	0.053	0.013588011
4.Гранель	264558	0.686	0.314	0.036	0.581	0.383	0.010766665
5.Инград	10132750	0.657	0.343	0.536	0.438	0.026	0.412370526
6.Эталон	1016436	0.886	0.114	0.214	0.780	0.006	0.041365695
7.Девелопмент	508711	0.717	0.283	0.365	0.064	0.571	0.020702911
8.ФСК-Лидер	2833528	0.826	0.174	0.104	0.547	0.349	0.115315529
9.Брусника	1 848 192	0.035	0.965	0.121	0.316	0.563	0.075215505

Рисунок 2.2 - Нормировка выручки за 2019 год

## 2.1.2 Пример расчета

Первый этап – находим логарифм значений показателей (рис. 3). Далее на основе уже новых значений выручки и других исходных значений показателей строим регрессию (рис. 4). Регрессионные модели строим для каждой отрасли (приложение), но для примера приводится расчет только для второй отрасли.

	Логарифмы данных						Нормировка выручки
	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB		
1.ЛСР	-0.16470	-0.50085	-0.42193	-0.42106	-0.61577	-0.20228	
2.ПИК	-0.24867	-0.36058	-0.60645	-0.52364	-0.34387	0.00000	
3.SETL GROUP	-0.14660	-0.54289	-0.47547	-0.21324	-1.27260	-1.86684	
4.Гранель	-0.16375	-0.50290	-1.44483	-0.23555	-0.41711	-1.96792	
5.Инград	-0.18269	-0.46421	-0.27113	-0.35832	-1.58249	-0.38471	
6.Эталон	-0.05249	-0.94365	-0.66961	-0.10770	-2.24808	-1.38336	
7.Девелопмент	-0.14464	-0.54781	-0.43751	-1.19549	-0.24330	-1.68397	
8.ФСК-Лидер	-0.08299	-0.75958	-0.98202	-0.26195	-0.45756	-0.93811	
9.Брусника	-1.45011	-0.01569	-0.91882	-0.50036	-0.24912	-1.12369	

Рисунок 2.3 - Логарифмы значений показателей

ВЫВОД ИТОГОВ								
Регрессионная статистика								
Множественный R	0.897544134							
R-квадрат	0.805585472							
Нормированный R	0.361170944							
Стандартная ошибка	0.837725065							
Наблюдения	9							
Дисперсионный анализ								
	df	SS	MS	F	Значимость F			
Регрессия	5	11.6317731	2.3263546	3.31491882	0.17640028			
Остаток	4	2.80713314	0.7017833					
Итого	9	14.43890624						
Коэффициенты стандартная ошибка статистик P-Значение Нижние 95% Верхние 95% Нижние 95.0% Верхние 95.0%								
Y-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Переменная X 1	-0.524554602	1.262751152	-0.4154062	0.69916098	-4.03051386	2.98140465	-4.03051386	2.981404652
Переменная X 2	-0.855892097	2.626525285	-0.3258648	0.76086157	-8.14829537	6.43651117	-8.14829537	6.436511175
Переменная X 3	1.335452409	1.147408554	1.1638857	0.30916081	-1.85026445	4.52116927	-1.85026445	4.521169271
Переменная X 4	0.815792094	1.112060376	0.7335862	0.50387874	-2.27178249	3.90336668	-2.27178249	3.903366682
Переменная X 5	0.511398065	0.804640121	0.6355612	0.55960466	-1.72264106	2.74543719	-1.72264106	2.74543719

Рисунок 2.4 - Построение регрессии для данных за 2019 год

В нашем случае в регрессионном анализе зависимая переменная (Y) – выручка, а независимые переменные (X) – остальные пять показателей. Одним из основных показателей качества модели является R-квадрат. Можно сказать что, это показатель адекватности модели и чем он ближе к единице, тем лучше. В нашем случае данный коэффициент равен 0,805 или около

80,5%. Это приемлемый уровень качества. Если R-квадрат менее 0,5, то модель не адекватна (является плохой). Также стоит отметить такой показатель, как «Значимость F». В нашей задаче он принимает значение равным 0,176, следовательно, делаем вывод, что модель значима на уровне 0,176.

Следующий этап - расчеты в программе Mathcad (рис. 2.5, 2.6, 2.7).

The image shows a Mathcad worksheet with the following calculations:

$ORIGIN := 1$      $m := 5$

$y :=$   $\begin{pmatrix} 0.627652582 \\ 1 \\ 0.013588011 \\ 0.010766665 \\ 0.412370526 \\ 0.041365695 \\ 0.020702911 \\ 0.115315529 \\ 0.075215505 \end{pmatrix}$

$\beta :=$   $\begin{pmatrix} -0.524554602 \\ -0.855892097 \\ 1.335452409 \\ 0.815792094 \\ 0.511398065 \end{pmatrix}$

$x :=$   $\begin{pmatrix} 0.68439 & 0.31561 & 0.37851 & 0.37926 & 0.24223 \\ 0.56407 & 0.43593 & 0.24748 & 0.29948 & 0.45304 \\ 0.71351 & 0.28649 & 0.33460 & 0.61201 & 0.05338 \\ 0.68588 & 0.31412 & 0.03591 & 0.58136 & 0.38273 \\ 0.65661 & 0.34339 & 0.53564 & 0.43821 & 0.02615 \\ 0.88615 & 0.11385 & 0.21399 & 0.78036 & 0.00565 \\ 0.71674 & 0.28326 & 0.36516 & 0.06375 & 0.57108 \\ 0.82605 & 0.17395 & 0.10423 & 0.54708 & 0.34869 \\ 0.03547 & 0.96453 & 0.12055 & 0.31597 & 0.56348 \end{pmatrix}$

Рисунок 2.5 - Расчеты в Matchad

В расчетах  $y$ -выручка,  $x$ - остальные показатели,  $\beta$  – коэффициенты, которые мы получили при построении регрессии.

Далее вычисления выполняются по формулам, которые описаны во второй главе данной работы.

Рассчитываем случайную ошибку, логарифмическую функцию правдоподобия случайной величины  $\epsilon$  (рис. 2.6).

$A := \ln(y)$      $m := 5$   
 $i := 1..9$

	1
1	-0.466
2	0
3	-4.299
4	-4.531
5	-0.886
6	-3.185
7	-3.877
8	-2.16
9	-2.587

$$\varepsilon_i := A_i - \sum_{j=1}^m [\beta_j \cdot \ln(x_{i,j})]$$

$$\varepsilon_i =$$

1.162
2.242
-2.184
-0.344
1.349
-0.2
-1.254
0.293
-0.311

$n := 9$      $\sigma_u := 1$      $\sigma_v := 1$

$$L(\sigma_u, \sigma_v) := -n \cdot \ln[\sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}] - \left[ \frac{1}{2(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)} \right] \cdot \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i)^2 + \left[ \sum_{i=1}^n \ln \left[ 1 - \left[ \frac{\text{erf} \left[ \varepsilon_i \cdot \frac{\sigma_u}{\sigma_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}} \right]}{1} \right] \right] \right]$$

Given

$\sigma_u > 0$      $\sigma_v > 0$

$$\begin{pmatrix} \sigma_u \\ \sigma_v \end{pmatrix} := \text{Maximize}(L, \sigma_u, \sigma_v)$$

Рисунок 2.6 - Расчеты в Matchad (продолжение)

$$\sigma_u = -1 \times 10^{-6} \quad \sigma_v = 1.286$$

$$b := \frac{\sigma_u}{\sigma_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}}$$

$$\sigma_p := \frac{(\sigma_v \cdot \sigma_u)}{\sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}}$$

$i := 1..n$

$$u_i := \sqrt{2} \cdot \sigma_p \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \left[ \frac{(e)^{-(\varepsilon_i \cdot b)^2}}{(1 - \text{erf}(\varepsilon_i \cdot b))} \right] - \varepsilon_i \cdot b \right]$$

$$T1_i := \exp(-u_i)$$

$$T1_i =$$

1
1
1
1
1
1
1
1
1

Рисунок 2.7 - Расчеты в Matchad (продолжение)



Полученные результаты для всех отраслей приведены на рисунке 2.8.

Результаты вычислений						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.ЛСП	0.985	1	1	0.988	0.981	0.893
2.ПИК	0.985	1	1	0.988	0.981	0.896
3.SETL GROUP	0.984	1	1	0.988	0.981	0.879
4.Гранель	0.984	1	1	0.988	0.981	0.891
5.Инград	0.985	1	1	0.988	0.982	0.889
6.Эталон	0.984	1	1	0.988	0.981	0.891
7.Девелопмент	0.984	1	1	0.988	0.981	0.882
8.ФСК-Лидер	0.984	1	1	0.988	0.981	0.892
9.Брусника	0.984	1	1	0.988	0.981	0.89

Рисунок 2.8 - Результаты вычислений

Сравнительный график на основе полученных результатов представлен ниже (рис. 2.9).

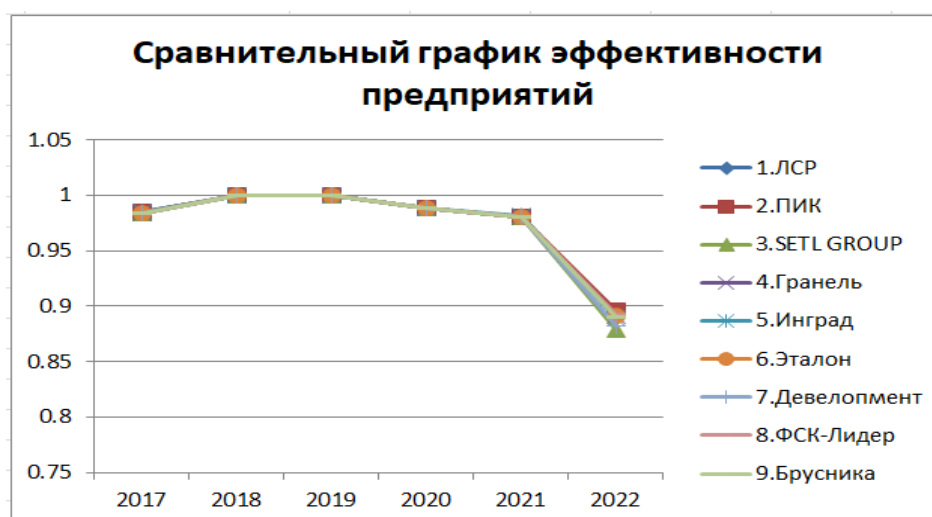


Рисунок 2.9 - Эффективность предприятий

Результат – как мы видим из графика, все предприятия, начиная с 2017 по 2021 год, показывают высокую эффективность, однако, в 2022 году эффективность у предприятий немного снизилась.

В данном случае, мы находили два параметра  $\sigma^*$  и  $b$ , подметим, что размерность задачи маленькая, но у нас есть  $\varepsilon_i$ , в которой присутствует разность между исходными данными и уже полученными модельными данными, поэтому в дальнейшем попробуем решить задачу оптимизации с учетом того, что коэффициенты регрессии нам не известны.

Следовательно, применяем другой способ решения – без предварительного построения уравнений регрессии.

Коэффициенты  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  находим также, как и параметры  $\sigma^*, b$  (см. формулу (1.9а), из решения задачи максимизации логарифмической функции правдоподобия. Кроме того, добавляем ограничения для получения адекватных результатов (рис. 2.10, 2.11, 2.12, 2.13).

Расчет, представленный ниже, выполнен для данных за 2019 г.

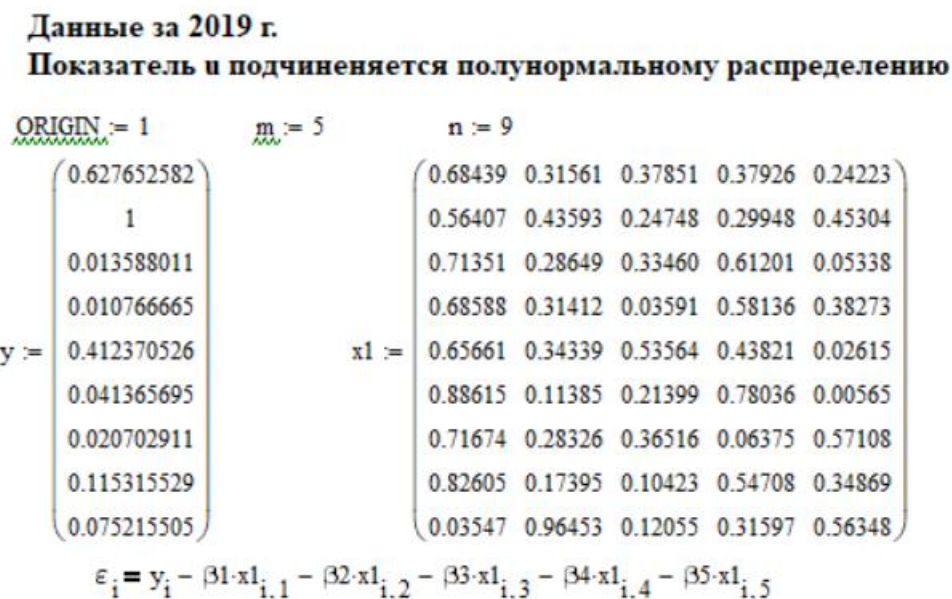


Рисунок 2.10 - Расчеты в Matchad

Входные данные в расчетах: y- выручка, x – остальные пять микропоказателей.

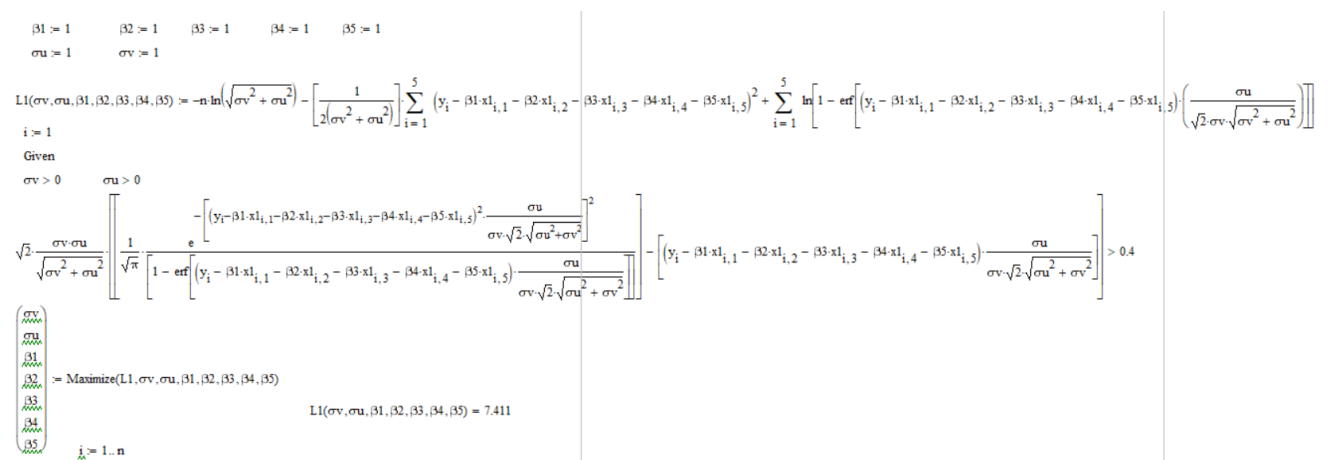


Рисунок 2.11 - Расчеты в Matchad (продолжение)

На рисунке 2.11 показано нахождение параметров  $\beta$  с учетом ограничения.

$$\begin{aligned} \hat{\mu}_i &= (y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5}) \\ \sigma_u &= 0.33 \quad \sigma_v = 2.176 \times 10^{-8} \\ \sigma_p &= \frac{\sigma_u \sigma_v}{\sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \\ u_i &= \sqrt{2} \cdot \sigma_p \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{-\left[ \frac{(y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5})^2 \frac{\sigma_u}{\sigma_v \sqrt{2} \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \right]^2}}{1 - \operatorname{erf} \left[ \frac{(y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5}) \frac{\sigma_u}{\sigma_v \sqrt{2} \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}}}{\sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \right]} \right] - \left[ \frac{(y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5}) \frac{\sigma_u}{\sigma_v \sqrt{2} \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}}}{\sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \right] \\ i &= 1..n \\ T1_i &= \exp(-u_i^2) \quad \sigma_u = 0.33 \\ T1_i &= \begin{bmatrix} 0.67 \\ 0.833 \\ 0.473 \\ 0.985 \\ 0.984 \\ 0.598 \\ 0.675 \\ 0.619 \end{bmatrix} \quad u_i = \begin{bmatrix} 0.4 \\ 0.183 \\ 0.749 \\ 0.015 \\ 0.017 \\ 0.514 \\ 0.392 \\ 0.48 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Рисунок 2.12 - Расчеты в Matchad (продолжение)

На рисунке 2.12 определили техническую эффективность. На основе полученных результатов строим график, который представлен на рис. 2.13.

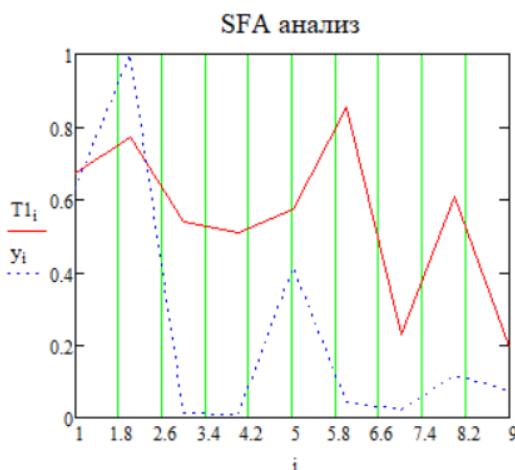


Рисунок 2.13 - График эффективности

Далее по вышеуказанным вычислениям проводим расчет для других отраслей. Результаты собраны в таблицу (рис. 2.14), которая представлена ниже.

Результаты вычислений						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.ЛСР	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
2.ПИК	0.895	0.793	0.833	0.989	0.992	0.99
3.SETL GROUP	0.551	0.459	0.473	0.727	0.581	0.552
4.Гранель	0.824	0.593	0.985	0.925	0.768	0.849
5.Инград	0.852	0.471	0.984	0.986	0.986	0.516
6.Эталон	0.802	0.168	0.598	0.556	0.577	0.567
7.Девелопмент	0.663	0.296	0.675	0.583	0.565	0.596
8.ФСК-Лидер	0.662	0.846	0.619	0.154	0.76	0.584
9.Брусника	0.795	0.698	0.715	0.823	0.856	0.954

Рисунок 2.14 - Эффективность предприятий

На основе полученных результатов строим сравнительный график, который представлен на рисунке 2.15.

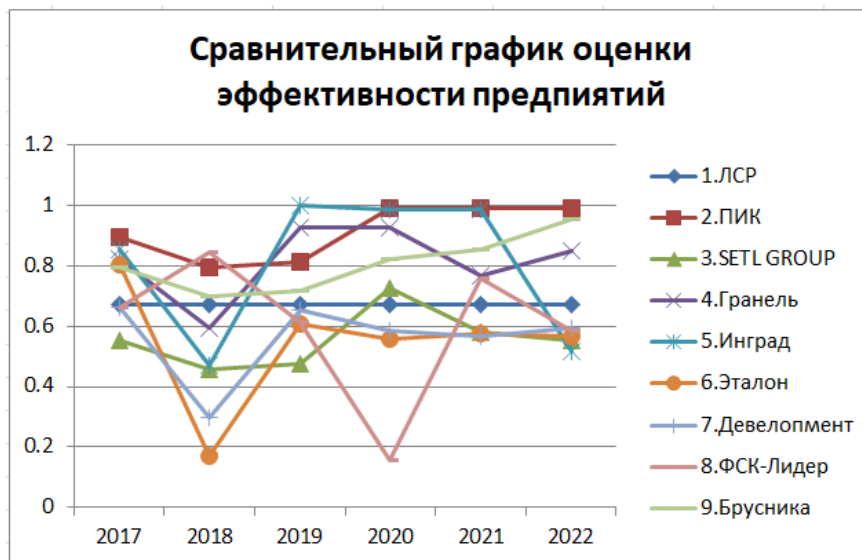


Рисунок 2.15 - Сравнительный график

После получения результатов делаем вывод, что, например в 2017 году все предприятия показывают средний уровень эффективности, в 2018 году наблюдаем низкую эффективность у предприятия №6, по сравнению с предыдущими годами в 2019 году эффективность улучшилась у предприятия №5 «Инград» и №4 «Гранель», в 2020 году самую низкую эффективность показало предприятие №8 «ФСК-Лидер», а наилучшими предприятиями в 2020 – 2022 гг. были предприятия №2 «Пик» и №9 «Брусника».

### 3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

#### 3.1 Предпроектный анализ

##### 3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Объектом исследования являются крупные предприятия строительной отрасли России. Цель работы – провести анализ оценки эффективности предприятий и выбрать наиболее эффективное предприятие в данной отрасли производства. Целевым рынком являются компании, имеющие данные о деятельности за этот период. Помимо исследования эффективности за период (ретроспективный), могут быть произведены следующие виды анализа: полный, текущий и тематический (зависимый от объема и типа данных компании). Основной конкурент на рынке – аудиторские компании, оказывающие бухгалтерские и экономические услуги.

Таблица 3 – Карта сегментированного рынка.

		Вид анализа			
		Полный	Ретроспективный	Текущий	Тематический
Размер компании	Крупные				
	Средние				
	Малые				

Аудиторские  
компании

По табл. 3 видно, какие ниши на рынке услуг по анализу эффективности предприятия свободны или имеют низкую конкуренцию.

Результатом сегментирования является:

- определение основных сегментов услуги: крупные, средние и малые компании, имеющие данные за указанный период;
- наиболее актуальным для предприятий является анализ текущего состояния эффективности компании и полный анализ компании – на это можно сосредоточиться в будущих разработках.

### **3.1.2 Анализ конкурентных технических решений**

Основными конкурентами выбранной методики оценивания эффективности предприятий строительной отрасли являются аудиторские компании. Данные компании используют всесторонний финансовый анализ предприятия, в частности структурный анализ капитала и коэффициентный анализ. Конкурентными методами исследования являются непараметрические методы TFA, DEA и параметрический метод COLS.

Позиция метода и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Для сравнения возьмем два метода исследования: метод DEA и метод COLS.

Ниже представлена оценочная карта для сравнения конкурентных методов оценивания финансовой устойчивости (Таблица 4)., где:

$\phi$  – продукт проведенной исследовательской работы,

к1 – метод DEA

к2 – метод COLS

Таблица 4 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки эффективности</b>							
1. Повышение качества оценки финансовой устойчивости	0.11	5	3	5	0.55	0.33	0.55
2. Точность оценки	0.13	5	3	4	0.65	0.39	0.52
3. Более четкие критерии оценки результата	0.12	5	5	3	0.6	0.6	0.36
4. Потребность в большом объеме исторических данных для анализа	0.1	3	4	4	0.3	0.4	0.4
5. Простота эксплуатации	0.08	4	5	5	0.32	0.4	0.4
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Применимость к Российскому рынку	0.12	5	2	4	0.6	0.24	0.48
2. Уровень проникновения на рынок	0.1	4	2	4	0.4	0.2	0.4
3. Цена	0.09	5	5	5	0.45	0.45	0.45
4. Послепродажное обслуживание	0.08	4	4	4	0.32	0.32	0.32
5. Срок выхода на рынок	0.07	4	2	4	0.28	0.14	0.28
Итого	1	44	35	42	4.47	3.47	4.2

На основании представленного выше анализа можно сделать вывод, что использованный в данной дипломной работе магистра метод оценки эффективности предприятия является наиболее оптимальным для использования в практических целях.

### 3.1.2 SWOT – анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица SWOT

<p style="text-align: center;">Внешняя среда</p> <p style="text-align: center;">Внутренняя среда</p>	<p><b>Сильные стороны научноисследовательского проекта:</b></p> <p>С1: Заблаговременная оценка вероятности банкротства Российского строительного предприятия;</p> <p>С2: Высокая точность оценки Российских строительных предприятий;</p> <p>С3: Комплексная оценка финансовых показателей предприятия в процессе расчета;</p> <p>С4: Оценка степени надежности кредита.</p>	<p><b>Слабые стороны научноисследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1: Необходимость большой выборки исторических данных;</p> <p>Сл2: Невозможность получить доступ к финансовой отчетности некоторых Российских компаний;</p> <p>Сл3: Необходимость выполнения некоторых расчетов вручную;</p> <p>Сл4: Не учитывает роль межличностных отношений между кредитором и заемщиком</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1: Возможность варьировать финансовыми показателями для метода оценки эффективности;</p> <p>В2: Возможность для предприятия-заказчика избежать заключения</p>	<p>Заблаговременный всесторонний анализ предприятий строительной отрасли позволяет выбрать наиболее подходящий метод для данной отрасли и использовать его, обеспечивая</p>	<p>Для определения коэффициентов, составляющих модель оценки эффективности необходимо иметь большую выборку исторических данных, что в дальнейшем позволит построить прогноз финансовой эффективности</p>



<p>договора с финансово неэффективным предприятием;</p> <p>В3: Для кредитора прогнозирует не только риск невозврата кредита, но и другие отклонения, делающие ссуду менее выгодной;</p> <p>В4: Расчет прогноза финансовой эффективности предприятия.</p>	<p>высокую точность анализа, из чего следует исключение сотрудничества компаний с менее эффективными предприятиями.</p>	<p>предприятия.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1: Потеря финансовых средств кредитора в случае ошибки в расчетах;</p> <p>У2: Отсутствие спроса на предлагаемые услуги;</p> <p>У3: Появление конкуренции в данном виде услуг</p>	<p>Данный метод анализа финансовой эявляется распространенным, поэтому возможно появления конкуренции.</p>	<p>Невозможность получить доступ к официальной финансовой отчетности некоторых Российских компаний может повлечь за собой неточный расчет и стать следствием потери финансовых ресурсов, и кроме этого может повлиять на спрос данной услуги.</p>

Из таблицы 3 можно сделать следующие выводы:

Сильной стороной данной работы является возможность самостоятельного выбора финансовых показателей, по которым будет применяться данный метод оценки эффективности предприятия.

Слабые стороны проекта оправдывают возможности, которые перед ним стоят: для определения коэффициентов, составляющих модель оценки эффективности необходимо иметь большую выборку исторических данных, что в дальнейшем позволит построить прогноз финансовой эффективности предприятия. Однако, слабые стороны не предостерегают от угроз: невозможность получить доступ к официальной финансовой отчетности

некоторых российских компаний может повлечь за собой неточный расчет и стать следствием потери финансовых ресурсов.

### 3.2 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР магистра оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для выполнения научно-исследовательской работы формируется рабочая группа, в состав которой могут входить:

- 1) руководитель проекта (Р);
- 2) бакалавр (Б).

На следующем этапе составляется перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также проводится распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Комплекс работ по разработке проекта

№ Этапа	Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель	НР – 100%
2	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
3	Подбор и изучение материалов по тематике	Научный руководитель, студент	НР – 50% С – 100%
4	Разработка календарного плана	Научный руководитель, студент	НР – 100% С – 10%
5	Обсуждение литературы	Научный руководитель, студент	НР – 30% С – 100%
6	Написание программы	Студент	С – 100%
7	Тестирование программы	Студент	С – 100%
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент	С – 100%
9	Оформление графического материала	Студент	С – 100%

10	Анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	НР – 60% С – 100%
----	-------------------------------	-------------------------------	----------------------

В результате был составлен перечень этапов работ в рамках проведения научного исследования.

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -й работы, чел.-дн.;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -й работы, человеко-дни;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -й работы, человеко-дни;

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работы.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$T_{p\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}$$

где  $T_{p\ i}$  - продолжительность одной работы, раб. дн.;

$Ч_i$  - численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому

наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_k = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

где  $T_k$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности определяется по формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Вычислим коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,20$$

Продолжительность этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе представлена в таблице – 7.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования







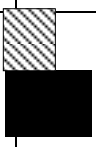
№ Этапа	Исполнители	Продолжительность работ, дни	Трудоемкость работ, дни	
			$T_{рд}$	$T_{кд}$

		$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	НР	С	НР	С
1	Научный руководитель	1	2	1,6	1,6	-	1,92	-
2	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
3	Научный руководитель, студент	10	15	12	6	12	7,2	14,4
4	Научный руководитель, студент	5	10	7	7	0,7	8,4	0,84
5	Научный руководитель, студент	1	2	1,6	1,6	0,48	1,92	0,58
6	Студент	15	20	17	-	17	-	20,4
7	Студент	3	5	3,8	-	3,8	-	4,56
8	Студент	10	20	14	-	14	-	16,8
9	Студент	1	2	1,6	-	1,6	-	1,92
10	Научный руководитель, студент	5	10	7	4,2	7	5,04	8,4
Итого:				<b>72,6</b>	<b>27,4</b>	<b>57,28</b>	<b>32,88</b>	<b>68,74</b>

На основе таблицы 5 составлен календарный план-график, показывающий продолжительность выполнения работ ВКР. В результате планирования графика, продолжительность работ равна двум месяцам (табл. 8).

Таблица 8 – Линейный график работ

Этап	Вид работ	НР	С	Продолжительность выполнения работ																
				март			апрель			май										
				10	20	30	10	20	30	10	20	30								
1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	1,92	-																	
2	Составление и утверждение ТЗ	8,4	0,84																	
3	Подбор и изучение материалов по тематике	7,2	14,4																	

4	Разработка календарного плана	8,4	0,84											
5	Обсуждение литературы	1,92	0,58											
6	Написание программы	-	20,4											
7	Тестирование программы	-	4,56											
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	-	16,8											
9	Оформление графического материала	-	1,92											
10	Анализ полученных результатов	5,04	8,4											

 – Научный руководитель;

 – Студент.

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

Определение затрат на выполнение ВКР производится путем составления калькуляции по отдельным статьям затрат всех видов необходимых ресурсов.

Затраты на разработку проекта рассчитываются по следующим статьям расходов с последующим суммированием:

- 1) Материалы;

- 2) Затраты на оборудование;
- 3) Основная заработная плата;
- 4) Дополнительная заработная плата;
- 5) Отчисления на социальные нужды;
- 6) Услуги сторонних организаций;
- 7) Накладные расходы.

### **3.3.1 Расчет материальных затрат исследования**

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и доставку. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако в данной статье их учет ведется в накладных расходах.

### **3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ**

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене.

Таблица 9 – Расчет затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	Ноутбук	1	40000	40000
2	ПО	1	3000	3000
Итого:				43000

Ноутбук приобретается на 4 года (48 месяцев) и амортизационное начисление (линейным методом) за время работы над проектом (69 дней) составит 1916,66 рублей.

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$  – продолжительность работ, выполняемых научнотехническим работником, раб. дн.;

$T_p$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m * M}{F_d}$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );



$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для г. Томска).

Результат расчетов заработных плат представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Затраты на заработную плату

Исполнители	$Z_{тс}$ , руб	$k_{пр}$	$k_d$	$Z_m$ , руб	$Z_{дн}$ , руб	$T_p$ , дни	$Z_{осн}$ , руб
Руководитель	33300	0,3	0,2	64935	2691	8	21528
Магистр	13600	0	0	17680	740	56	41440
ИТОГО							62968

### 3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды.

В данной статье отображаются затраты, включающие в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.  $S_{соц} = S_{зп} * 0,3$ .

Итак, в нашем случае:

$$S_{соц} = 62968 * 0,3 = 18890,4 \text{ руб.}$$

### 3.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{накл} = k_{пр} * (Z_{осн} + Z_{внеб}) + \text{Затраты на электроэнергию}$$

где  $k_{пр}$  - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Затраты на электроэнергию =  $0,2 * 47 * 6 * 5,8 = 327,12$

$Z_{накл} = 81858,4 * 0,16 + 327,12 = 13424,464$

### 3.3.6 Формирование бюджета затрат НИИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	44916,66
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	62968
3. Отчисления во внебюджетные фонды	18890,4
4. Накладные расходы	13424,464
<b>Итого: бюджет затрат НИИ</b>	<b>140 199,524</b>

### 4.4. Определение ресурсной эффективности исследования

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Вес критерия	Непар. ДА	Пар. ДА
----------	--------------	--------------	---------

1. Простота использования программы	0,2	5	5
2. Надежность результатов	0,2	5	4
3. Полнота данных	0,15	5	5
4. Достоверность полученных результатов	0,25	5	4
5. Потребность в ресурсах памяти	0,05	5	5
6. Возможность применения результатов для дальнейшего прогнозирования	0,15	5	4
<b>Итого</b>	<b>1</b>		

$$I_{p\text{-непар,ДА}} = 5 * 0,2 + 5 * 0,2 + 5 * 0,15 + 5 * 0,25 + 5 * 0,05 + 5 * 0,15 = 5$$

$$I_{p\text{-пар,ДА}} = 5 * 0,2 + 4 * 0,2 + 5 * 0,15 + 4 * 0,25 + 5 * 0,05 + 4 * 0,15 = 4,4$$

Сравнительная характеристика показала, что непараметрический ДА ресурсоэффективнее, чем параметрический.

#### **Выводы по разделу**

В процессе выполнения части работы по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению был проведен анализ разрабатываемого исследования.

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Полученные результаты говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

В-третьих, проведено планирование НИР, а именно определена структура и календарный план работы, трудоемкость и бюджет НИИ. Результаты соответствуют требованиям к ВКР по срокам и иным параметрам.

#### **4 Социальная ответственность**

Охрана труда и окружающей среды, а также обеспечения безопасности рабочих в чрезвычайных ситуациях являются важными компонентами организации рабочего процесса в настоящее время. В современной жизни компьютер широко применяется в жизни человека: и дома, и в офисе, и в магазине, и в производстве, и даже в бытовой технике. Другими словами, компьютеры прочно вошли в повседневную жизнь людей и их использование постоянно увеличивается. Несоблюдение требований безопасности приводит к тому, что при работе за компьютером сотрудник может ощущать дискомфорт: возникают головные боли и резь в глазах, появляются усталость и раздражительность. Внедрение компьютерных технологий принципиально изменило характер труда и требования к организации и охране труда.

В данной выпускной квалификационной работе магистра проводится анализ оценки эффективности предприятий строительной отрасли России на основе параметрического метода SFA.

В настоящее время в производстве, научно-исследовательских и конструкторских работах, сфере управления и образования персональные ЭВМ (ПЭВМ) находят все большее применение. Компьютеры уже завоевали свое место на предприятиях, в организациях, офисах и даже в домашних условиях. Однако компьютер является источником вредного воздействия на организм человека, а, следовательно, и источником профессиональных заболеваний. Это предъявляет к каждому пользователю персонального компьютера требование – знать о вредном воздействии ПЭВМ на организм человека и необходимых мерах защиты от этих воздействий.

Основной целью раздела социальной ответственности является создание оптимальных норм для обеспечения производственной безопасности человека, создания комфортных условий труда при производстве электродов, сохранение работоспособности и охраны окружающей среды.

#### **4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Согласно Трудовому кодексу РФ работодатель должен 2 раза в месяц выплачивать заработную плату, делать выплаты в Пенсионный фонд РФ, обеспечивать нормальную продолжительность рабочего времени, оплачиваемые отпуска и режим отдыха на рабочем месте. Организация должна предоставлять ежегодные отпуска продолжительностью 28 календарных дней [11].

Трудовой кодекс определяет нормальную продолжительность трудового времени максимально 40 часов в неделю. Под рабочим временем подразумевается время, в течение которого сотрудник должен выполнять трудовые обязанности в соответствии с трудовым договором.

Основная работа происходит за компьютерным устройством, что соответствует группе III и подразумевает до 6 часов работы за компьютером. Продолжительность же непрерывной работы за компьютером не должна превышать 2-х часов с регламентированными перерывами по 20 минут. Основным нормативным документом, определяющим требования к организации рабочих мест пользователей ПЭВМ, является ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [12].

В соответствии с СП 2.4.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» рабочее место пользователя компьютером или любого другого сотрудника, независимо от вида деятельности, - не меньше 4,5 м<sup>2</sup>. Для сотрудников, работающих в положении сидя, при расположении столов и производственного оборудования необходимо соблюдать пространство для размещения ног высотой не менее 600 мм, глубиной — не менее 450 мм на уровне колен и 600 мм на уровне стоп, шириной не менее 500 мм [13].

В соответствии с ГОСТ 12.2.032-78. «Система стандартов безопасности труда». Рабочее место при выполнении работ сидя» рабочий стол может быть

любой конструкции, отвечающей современным требованиям эргономики и позволяющей удобно разместить на рабочей поверхности оборудование с учетом его количества, размеров и характера выполняемой работы [12].

Выполнение требований на данном рабочем месте отражено ниже в таблице 13, согласно ГОСТ 12.2.032-78.

*Таблица 13 – Требования к организации рабочего места при работе с ПЭВМ*

Требование	Требуемое значение	Значение параметров в помещении
Высота рабочей поверхности стола	Регулируемая высота(680-800мм) Нерегулируемая высота (725мм)	Нерегулируемая высота (700 мм)
Рабочий стул	Подъемно-поворотный, регулируемый по высоте и углу наклона спинки	Соответствует
Расположение монитора от глаз пользователя	600-700мм	Соответствует

#### 4.2 Производственная безопасность

Работа, которая заключается в анализе и оценке эффективности предприятий строительной отрасли России с параметрического метода SFA проводится на персональном компьютере (ПЭВМ).

При выполнении работ на персональном компьютере (ПЭВМ) согласно «ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» могут иметь место следующие факторы, представленные в таблице 14 [14].

*Таблица 14 – Возможные опасные и вредные факторы*

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	

1. Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении	+	+	+	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
2. Недостаточная освещенность	+	+	+	СП 52.13330.201 «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
3. Нервно-психические перегрузки, монотонность трудового процесса		+	+	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2011 N 197-ФЗ (ред. от 09.03.2021);
4. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.

#### **4.2.1 Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении**

Микроклимат определяется действующими на организм человека показателями температуры, влажности и скорости движения воздуха. Длительное воздействие на человека неблагоприятных показателей микроклимата ухудшает его самочувствие, снижает производительность труда и приводит к заболеваниям, поэтому в организации должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата, установленные СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [15]. Они представлены в таблице 15:

*Таблица 15 - Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений*

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, t°С	Относительная влажность воздуха, ф%	Скорость движения воздуха, м/с
		Диапазон ниже оптимальных величин t° <sub>опт</sub>	Диапазон выше оптимальных величин t° <sub>опт</sub>			
Холодный	Іб	17,0 - 18,9	21,1 - 23,0	20 - 24,0	40 - 60	0,1
Теплый	Іб	16,0 - 18,9	22 - 24,0	21 - 25,0	40 - 60	0,1

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

#### **4.2.2 Недостаточная освещенность**

Недостаточная освещенность рабочей зоны помещения, оборудованной ПК, также является одной из причин нарушения зрительной функции, а также влияет на общее самочувствие и эффективность труда. Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПК должно осуществляться системой общего равномерного освещения. В случаях преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов). Окна в помещениях, где эксплуатируется вычислительная техника, преимущественно должны быть ориентированы на север и северо-восток.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк [16]. Освещение не должно создавать



бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

В качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [16].

### **4.2.3 Нервно-психические перегрузки**

Нервно-психические перегрузки – совокупность таких сдвигов в психофизиологическом состоянии организма человека, которые развиваются после совершения работы и приводят к временному снижению эффективности труда. Состояние утомления (усталость) характеризуется определенными объективными показателями и субъективными ощущениями.

Нервно-психические перегрузки подразделяются на следующие:

- умственное перенапряжение;
- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- эмоциональные перегрузки.

При первых симптомах психического перенапряжения необходимо:

- дать нервной системе расслабиться;
- рационально чередовать периоды отдыха и работы;
- начать заниматься спортом; - ложиться спать в одно и то же время;
- в тяжелых случаях обратиться к врачу.

Естественно, что полностью исключить провоцирующие факторы из жизни вряд ли удастся, но можно уменьшить их негативное воздействие, давая нервной системе необходимый отдых.

### **4.2.4 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.**

В деятельности организации широко используется электричество для питания компьютерной техники, которая может являться источником опасности. Несоблюдение правил ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. «Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений

прикосновения и токов» может привести к опасным последствиям [17]. Поражение электрическим током может произойти при прикосновении к токоведущим частям, находящимся под напряжением, на которых остался заряд или появилось напряжение.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие. Действие электрического тока на человека приводит к травмам или гибели людей. Для переменного тока частотой 50 Гц допустимое значение напряжения прикосновения составляет 2 В, а силы тока – 0,3 мА, для тока частотой 400 Гц, соответственно – 2 В и 0,4 мА, для постоянного тока – 8 В и 1 мА. Мерами защиты от воздействия электрического тока являются оградительные устройства, устройства автоматического контроля и сигнализации, изолирующие устройства и покрытия, устройства защитного заземления, устройства автоматического отключения, предохранительные устройства.

#### **4.2.5 Поражение электрическим током**

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются: 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением в случае пробоя изоляции; 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением; 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала; 4) поражение шаговым напряжением.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ [18], являются защитное заземление, автоматическое отключение питания, устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства, знаки и плакаты безопасности.

Рассчитано защитное заземление для серверного оборудования, которое находится в аудитории 241, 4 корпуса ТПУ.

1. В качестве заземляющего устройства (вертикальные электроды) используем стальные трубы диаметром  $d = 55$  мм, в качестве соединяющего элемента – стальная полоса шириной  $b = 50$  мм.

2. Сопротивлению грунта в районе размещения установки или устройства.

Таблица 16 - Исходные данные для расчета

Вид заземления	контурное
Длина заземлителя $l$ , м	2,7
Глубина заземлителя в грунте $h$ , м	0,65
Сезонный коэффициент $K_c$	2,0
Удельное сопротивление земли $\rho$ , Ом·м	70
Диаметр $d$ , мм	55
Ширина соединительной полоски $b$ , мм	50
Допустимое сопротивление системы заземления по ПУЭ $R_{з.у.}$ , Ом	4
Уровень напряжения, В	220-380
Коэффициент экранирования	0,58

3. Величина электрического сопротивления растекания тока в грунт с одиночного заземлителя:

$$R_3 = 0,366 \cdot \frac{\rho \cdot K_c}{l} \left( \lg \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) =$$

$$0,366 \cdot \frac{70 \cdot 2}{2,7} \left( \lg \frac{2 \cdot 2,7}{0,055} + 0,5 \lg \frac{4 \cdot 2 + 2,7}{4 \cdot 2 - 2,7} \right) = 38,51 \text{ Ом,}$$

где,

$\rho = 70$  Ом - удельное сопротивление грунта,

$K_c = 2$  - коэффициент сезонности,

$l = 2,7$  м – длина заземлителя,

$d = 0,055$  м – диаметр заземлителя

$t = h + 0,5l = 0,65 + 0,5 \cdot 2,7 = 2$  м

4. Число заземлителей без взаимных помех, получаемых друг от друга, без так называемого явления «экранирования»:

$$n' = \frac{R_3}{R_{з.у.}} = \frac{38,51}{4} = 9,62 \approx 10.$$

5. Число заземлителей с коэффициентом экранирования:

$$n = \frac{n'}{\eta_3} = \frac{10}{0,58} = 17,24 \approx 18.$$

Принимаем расстояние между заземлителями  $a = l = 2,7$  м.

6. Длина соединительной полосы:

$$l_n = 1,05 \cdot n \cdot a = 1,05 \cdot 18 \cdot 2,7 = 51 \text{ м.}$$

7. Значение сопротивления растекания тока с соединительной полосы:

$$R_3 = 0,366 \cdot \frac{\rho \cdot K_c}{l} \left( \lg \frac{2 \cdot l_n^2}{b \cdot h} \right) = 0,366 \cdot \frac{70 \cdot 2}{51} \left( \lg \frac{2 \cdot 51^2}{0,05 \cdot 0,65} \right) = 5,1 \text{ Ом.}$$

8. Полное сопротивление системы заземления:

$$R_{3y} = \frac{R_3 \cdot R_{\Pi}}{R_3 \cdot \eta_{\Pi} + R_3 \cdot \eta_3 \cdot n} = \frac{38,51 \cdot 5,1}{38,51 \cdot 0,51 + 5,1 \cdot 0,58 \cdot 18} = 2,63 \text{ Ом,}$$

где,

$\eta_{\Pi} = 0,51$  - коэффициент экранирования полосы.

Таким образом, сопротивление  $R_{3y} = 2,63$  Ом не превышает 4 Ом.

Следовательно, диаметр заземлителя  $d = 55$  мм при числе заземлителей  $n = 18$  является достаточным для обеспечения защиты при контурной схеме расположения заземлителей.

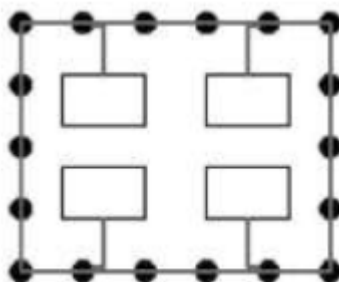
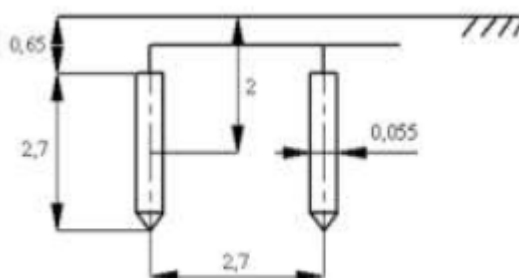


Рисунок 7.1 – Схема полученного контурного заземления



## Рисунок 16 – Схема расположения заземлителей

Разработанные мероприятия и расчеты обеспечивают безопасную эксплуатацию электроустановок в аудитории 41, 4 корпуса ТПУ.

### 4.3 Экологическая безопасность

Объект исследования является теоретическим и не оказывает влияния на окружающую среду

В ходе данной работы были использованы следующие ресурсы:

- электроэнергия для работы компьютера;
- бумага;
- люминесцентные лампы.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

При написании работы вредных выбросов в атмосферу, почву и водные источники не производилось, радиационного заражения не произошло, чрезвычайные ситуации не наблюдались, поэтому не оказывались существенные воздействия на окружающую среду, и никакого ущерба окружающей среде не было нанесено.

В связи с тем, что огромная масса информации содержится на бумажных носителях, уничтожение бумаги играет очень важную роль. Среди основных методов уничтожения, которые применяются на сегодняшний день для бумажных документов, следует отметить следующие:

- Сжигание документов.
- Шредирование.
- Закапывание.
- Химическая обработка.

Вышедшее из строя ПЭВМ и сопутствующая оргтехника относится к IV классу опасности и подлежит специальной утилизации. Для оказания наименьшего влияния на окружающую среду, необходимо проводить

специальную процедуру утилизации ПЭВМ и оргтехники, при которой более 90% отправится на вторичную переработку и менее 10% будут отправлены на свалки. При этом она должна соответствовать процедуре утилизации ГОСТ Р53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов [19].

В ходе деятельности организация также создает бытовой мусор (канцелярские, пищевые отходы, искусственные источники освещения), который должен быть утилизирован в соответствии с определенным классом опасности или переработан, чтобы не оказывать негативное влияние на состояние литосферы.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

С учетом специфики работы и наличием вычислительной техники в помещении наиболее вероятно возникновение пожара, под которым понимается вышедший из-под контроля процесс горения, обусловленный возгоранием вычислительной техники и угрожающий жизни и здоровью работников.

Причинами возгорания при работе с компьютером могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность устройства компьютера или электросетей;
- небрежность оператора при работе с компьютером;
- воспламенение ПК из-за перегрузки.

В связи с этим, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования», при работе с компьютером необходимо соблюдать следующие нормы пожарной безопасности [20]:

- для предохранения сети от перегрузок запрещается одновременно подключать к сети количество потребителей, превышающих допустимую нагрузку;
- работы за компьютером проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки; – иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);

– установить количество, размеры и соответствующее конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;

– обеспечить возможность беспрепятственного движения людей по эвакуационным путям.

Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах – отличный вариант для предотвращения возгорания. При появлении пожара, любой, увидевший пожар должен: незамедлительно заявить о данном факте в пожарную службу по телефонному номеру 01 или 112, заявить о происшествии и соблюдать покой.

### **Выводы по разделу**

Проанализировав и оценив условия труда в рабочем помещении, где была разработана выпускная квалификационная работа магистра, можно сделать выводы, что грубых нарушений по организации работы не обнаружено и нормы безопасности соблюдены. Само помещение и рабочее место удовлетворяет всем нормативным требованиям. Действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах. Не стоит забывать, что монитор компьютера служит источником вредного фактора и отрицательно влияет на здоровье офисного сотрудника. Во избежание этого, нужно делать перерывы в работе и проводить специальные комплексы упражнений для разминки тела.

## **Заключение**

Данная работа посвящена исследованию метода оценки эффективности, а именно методу SFA.

Были исследованы девять крупнейших предприятий строительной отрасли и оценена их эффективность по годам в период с 2017-2022 гг.

В ходе выполнения данной работы были получены следующие результаты:

1. Проведен анализ предметной области.
2. Найдена и проанализирована литература.
3. Проведено обоснование актуальности исследования.
4. Разработаны и описаны методы расчета.
5. Выполнен сравнительный анализ.
6. Построены графики по эффективностям.
7. Дана интерпретация полученных результатов и сделаны соответствующие выводы.



## Список публикаций

1. **Д.М. Иманбаева.** Анализ оценки эффективности предприятий строительной отрасли России на основе метода SFA // Сборник трудов XX Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» принято в печать (Россия, Томск, 25-28 апреля 2023г.)

## Список литературы

1. Aigner D., Schmidt P., Lovell C.A.K. Formulation and Estimation of SFP.
2. Battese G.E., Coelli T.J. A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data // *Empirical Econometrics*. 1995. Vol. 20. P. 335–332.
3. Методы оценки показателя эффективности в моделях стохастической производственной границы/ Д. И. Малахов, Н. П. Пильник // *Экономический журнал Высшей школы экономики*. - 2013. - Т. 17, № 4. - С. 660-683.
4. Charnes A., Cooper W.W., Rhodes E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*: 429–444
5. Debreu G. 1951. The coefficient of resource utilization. *Econometrica*: 273–292.
6. Государственный информационный ресурс бухгалтерской (финансовой) отчетности: официальный сайт. – Москва. – Обновляется в течение суток. – URL: <https://bo.nalog.ru/> (дата обращения: 02.06.2023).
7. Almanidis P., Sickles R. Skewness Issue in Stochastic Frontiers Models: Fact or Fiction? // *Exploring Research Frontiers in Contemporary Statistics and Econometrics*. - 2012.
8. Audretsch, D. B., Grillo I., Thurik, A. R. *Handbook of Research on Entrepreneurship Policy* // Cheltenham, Edward Elgar. – 2007.
9. Дьякова С. П. Анализ эффективности отраслей экономики моногорода на основе метода Stochastic Frontier Analysis// *Казанские научные чтения студентов и аспирантов имени В. Г. Тимирязова – Издательство Казанского инновационного университета им. В. Г. Тимирязова*, 2020. – С. 269- 269.
10. Дьякова С. П. Моделирование и анализ оценки эффективности отраслей экономики моногородов на основе метода SFA (Stochastic

- Frontier Analysis)// Математические модели техники, технологий и экономики. Санкт- Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020. – С. 67-69.
11. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022, с изм. От 11.04.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
  12. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования». – М.: «Стандартинформ», 2016;
  13. СП 2.4.3670-20 "Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда"
  14. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
  15. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
  16. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
  17. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
  18. ПУЭ: правила устройства электроустановок. Издание 7.
  19. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов.
  20. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
  21. ГОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности
  22. ГОСТ 12.4.154-85 «ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты»
  23. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
  24. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова;

Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

25. Консультант [электронный ресурс]. ["КонсультантПлюс" - законодательство РФ: кодексы, законы, указы, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные акты \(consultant.ru\)](#)

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

Analysis of the efficiency assessment of construction industry enterprises based on  
the SFA method

Студент

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
0BM11	Иманбаева Динара Мураткановна		

Руководитель ВКР

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ОЭФ ИЯТШ	Мицель Артур Александрович	д.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Старший преподаватель	Квашнина Ольга Сергеевна			

## **Introduction**

The construction sector implements an expanded reproduction of fixed assets, thus ensuring the overall economic development of the country. In addition, functioning industries require permanent current, medium and major repairs carried out by construction companies.

Construction is directly related to other sectors of the economy, not only through participation in their development, but also through the use of their final products. In total, in a developing economy, construction companies consume in the course of their operation more than 30% of all transported goods, almost completely the products of the building materials industry, a significant component of the products of mechanical engineering, ferrous metallurgy, forestry, woodworking, chemical and other industries. Such close interaction between the construction and other industries necessitates improving the quality and efficiency of construction companies, since it is they who largely determine the increase in the rate of economic growth of the state.

In a modern state, the economy is a diversified production and economic complex. The construction industry plays a separate role in this complex.

### **Research goal and objectives**

The research goal is to create a model for assessing the effectiveness of the functioning of enterprises in the construction industry in Russia, to demonstrate a possible tool for assessing the effectiveness of the functioning of enterprises in the construction industry. This problem will be solved using the SFA (Stochastic Frontier Analysis) method.

To achieve this goal, it is necessary to solve the following

#### **tasks:**

- study of enterprises in the construction industry in Russia, analyzing literature sources;

- study of the SFA method, as well as the DEA method;
- building regression models in Excel;
- calculating the efficiency in the Mathcad system;
- calculating the efficiency by years;
- comparative analysis of the results obtained.

As an object of the study, the financial indicators of 9 enterprises in the Russian construction industry were taken.

**The subject of the research** is economic and mathematical models for assessing the effectiveness of the activities of enterprises in the construction industry.

#### **Methods of work.**

When performing the work, the SFA and DEA methods, regression analysis, as well as mathematical modeling using MS Excel and Mathcad software products were used.

**The scientific novelty of the thesis research** is to develop an author's model for evaluating the performance of construction industry enterprises based on the SFA method, which, unlike known models, does not take into account the volume of resources spent and finished products, but the financial performance of economic entities.

#### **Approbation of the research results.**

Separate results of the master's thesis were published, reported and discussed at the following conference:

- XX International Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Prospects for the Development of Fundamental Sciences" (Tomsk, 2023);

**The structure and content of the work** are determined by the goals and objectives of the study. The master's thesis consists of four chapters. The first chapter "The main part" is devoted to the description of the subject area, as well as the description of methods for evaluating the effectiveness. The second chapter presents the practical part of the study. The problem is solved in Microsoft Excel 2010 and Mathcad 15.0 environments. The third and fourth parts describe social responsibility and financial management, respectively.



## 1 MAIN PART

### 1.1 Description of calculation methods

The first stage of the work is the definition of a list of enterprises in the construction industry for research. The nine largest enterprises were selected for the study.

The work also uses micro-indicators of enterprises. They were taken from the Balance Sheet and Statement of Financial Performance reports for 2017-2022.[6] Table 1 shows the notation and description of the micro-indicators of the construction industry enterprises.

Table2- Description of micro-indicators of enterprises

Micro indicator designation	Description of the micro indicator
Revenue (Rev)	The total number of claims presented by an enterprise or entrepreneur to buyers as a result of the sale of manufactured products, services, works for a certain period.
VAB (FAB)	The ratio of the indicator "Total for section I (Non-current assets)" to the indicator "Balance" from the balance sheet of enterprises
OAB (CAB)	The ratio of the indicator "Total for section II (Current assets)" to the indicator "Balance" from the balance sheet of enterprises
CRB (CRB)	The ratio of the indicator "Total for section III (Capital and reserves)" to the indicator "Balance" from the balance sheet of enterprises
DOB (LLB)	The ratio of the indicator "Total for section IV (Long-term liabilities)" to the indicator "Balance" from the balance sheet of enterprises
BER (SLB)	The ratio of the indicator "Total for section V (Current liabilities)" to the indicator "Balance" from the balance sheet of enterprises

## 1.2 Method for normalizing the values of indicators

The indicators considered in this paper are presented in different scales of measurements, in connection with which normalization is applied. In this case, only one indicator, revenue, is normalized.

Normalization is a linear transformation of the values of indicators in such a way that they fall into comparable intervals.

Revenue is normalized using the following formula:

$$x_{norm_{1,i}} = \frac{a_{1,i}}{\max(a_{1,i})}, i = \overline{1, n}, (1.1)$$

where  $n$  is the number of years;

$x_{norm_{1,i}}$  is the normalized value of revenue for the year of the  $i$ -th year;

$a_{1,i}$  is the initial value of the revenue of the year of the  $i$ -th year.

SFA links the presence of random deviations from the efficiency frontier to the stochastic nature of the manufacturing process, such as the consequences of unintentionally excluding a significant variable from the manufacturing model, differences in manufacturing conditions, etc.

In general, performance evaluation is associated with the identification of a production function:

$$y = f(x, \beta) + \varepsilon, (1.3)$$

Where  $\varepsilon$  - deviation from the boundary estimate of the output ( $\varepsilon = v - v$ ) containing components:  $v$  and  $v$

$v$ - a random error that has a standard normal distribution  $(0, \sigma)$  and describes the impact on the output of factors not taken into account in the model, the effect of which is not associated with inefficiency;

$v$  - a non-negative, independent of random variable that characterizes the inefficiency of production, reflects the results of the impact on the production process of a complex of factors that determine its efficiency.  $v$

The above function is used in cases where the factors that affect efficiency are not defined, but taken into account.

A more detailed use of this method in the work is presented below. Two distributions were considered.

### 1) Indicator $u_i$ follows a semi-normal distribution

Let the probability distributions of random variable have the form  $v_i, u_i$

$$f_v(v_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_v} \cdot \exp\left(-\frac{v_i^2}{2\sigma_v^2}\right) \text{ и } f_u(u_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_u} \cdot \exp\left(-\frac{u_i^2}{2\sigma_u^2}\right), u_i \geq 0. \quad (1.4)$$

Here index "i" is the number of the economic object  $i = 1, \dots, n$  ( $n$  - is the number of economic objects under consideration);  $v_i$  - random error with parameters  $M(v_i) = 0, D(v_i) = \sigma_v^2$ . It takes into account the influence of external factors on the activity of an economic entity.  $u_i$  - is a non-negative random error with parameters  $M(u_i) = \sigma_u \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}, D(u_i) = \sigma_u^2(1 - \frac{2}{\pi})$ . The value  $u_i$  takes into account the "inefficiency" of the economic object, and the value  $\varepsilon_i = v_i - u_i$  describes the deviation from the production possibilities frontier.

The probability density of a random variable is  $\varepsilon_i = v_i - u_i$

$$f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^*} \cdot \exp\left(-\frac{(\varepsilon_i^2)}{2\sigma^{*2}}\right) (1 - \text{erf}(\varepsilon_i b)), \quad (1.5)$$

Where  $b = \frac{\sigma_u/\sigma_v}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}, \sigma^* = \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$ .

We write the likelihood function for a random variable  $\varepsilon$

$$F(\varepsilon) = \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}\right)^n \prod_{i=1}^n \exp\left(-\frac{(\varepsilon_i^2)}{2\sigma^{*2}}\right) (1 - \text{erf}(\varepsilon_i b)). \quad (1.6)$$

Let us represent the output indicator of the "i" object  $y_i$  through financial indicators in the  $x_{ij}$  form

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij}) \quad (1.7)$$

where  $m$  is the number of independent indicators.

Then a random error  $\varepsilon_i$  can be written as

$$\varepsilon_i = \ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})) \quad (1.8)$$

Log-likelihood function of a random variable  $\varepsilon$  equals (omitting the constant)

$$L(\beta, \sigma^*, b) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n (\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})))^2 + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \operatorname{erf}[(\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})))b]). \quad (1.9)$$

We find options  $\beta, \sigma^*, b$  from the maximum condition of the function  $L(\beta, \sigma^*, b)$ .

Options  $\beta$  can be found from the solution of another problem, namely, by building a regression based on the data  $y_i$  and  $x_i$ .

If we substitute the found parameter estimates  $\beta$  into formula (1.7), we obtain

$$\varepsilon_i = \ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})) \quad (1.10)$$

Then from formula (1.9) we determine only 2 parameters  $\sigma^*$  and  $b$

$$L(\sigma^*, b) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i)^2 + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \operatorname{erf}[\varepsilon_i b]). \quad (1.9a)$$

Let us denote the parameter estimates  $\beta, \sigma^*, \widehat{b}$ .

Let us write the conditional probability as

$$f(u_i/\varepsilon_i) = \frac{f(\varepsilon_i, u_i)}{f(\varepsilon_i)}, \text{ Where } f(\varepsilon_i) = \int_0^\infty f(\varepsilon_i, u_i) du_i$$

$$f(u_i/\varepsilon_i) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma} \frac{\exp(-\frac{(u_i + \varepsilon_i a)^2}{2\sigma^2})}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b))}, \quad (1.11)$$

Where  $a = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$ ,  $\operatorname{erf}(\varepsilon_i b) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^{\varepsilon_i b} e^{-t^2} dt$

and find the conditional mean  $M(u_i/\varepsilon_i) = \int_0^\infty u_i f(u_i/\varepsilon_i) du_i$

$$u_i = M(u_i/\varepsilon_i) = \sqrt{2}\sigma \left( \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{-\varepsilon_i^2 \widehat{b}^2}}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b))} - \varepsilon_i \widehat{b} \right) \quad (1.12)$$

Where

$$\sigma = \frac{\sigma_u \sigma_v}{\sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}}, \quad (1.13)$$

$$\sigma_v = \frac{\sigma^*}{\sqrt{\widehat{b}^2 \sigma^{*2} + 1}}, \sigma_u = \frac{\widehat{b} \sigma^{*2}}{\sqrt{\widehat{b}^2 \sigma^{*2} + 1}} \quad (1.14)$$

Formula (1.12) determines the technical efficiency indicator (JLMS score) [7].

The technical efficiency of the JLMS of the  $i$ -th enterprise is estimated by the expression [8]:

$$T_{JMLS} = \exp(-u_i) \quad (1.15)$$

Let us consider the assessment of technical efficiency proposed in [9] (estimation of VS)

$$T_e = M(e^{-u_i}/e_i), \text{ где } M(e^{-u_i}/e_i) = \int_0^{\infty} e^{-u_i} f(u_i/\varepsilon_i) du_i.$$

For this estimate, one can obtain the following expression

$$. T_{BS} = M(e^{-u_i}/e_i) = \frac{\exp\left(\frac{\sigma}{\sqrt{2}}\left(2\varepsilon_i\hat{b} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}}\right)\right)}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i\hat{b}))} \left(1 - \operatorname{erf}\left(\varepsilon_i\hat{b} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}}\right)\right) \quad (1.16)$$

## 2) Indicator $u_i$ obeys a truncated normal distribution

Let the probability distributions of random variables  $v_i$  and  $u_i$  have the form

$$f_v(v_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_v} \cdot \exp\left(-\frac{v_i^2}{2\sigma_v^2}\right);$$

$$f_u(u_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_u} \cdot \exp\left(-\frac{(u_i - \mu_u)^2}{2\sigma_u^2}\right), u_i \geq 0. \quad (1.17)$$

The probability density of a random variable is  $\varepsilon_i = v_i - u_i$

$$f(\varepsilon_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^*} \cdot \exp\left(-\frac{(\varepsilon_i + \mu_u)^2}{2\sigma^{*2}}\right) (1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b - \mu_u c)), \quad (1.18)$$

Where  $b = \frac{\sigma_u/\sigma_v}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}$ ,  $c = \frac{\sigma_v/\sigma_u}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}$ ,  $\sigma^* = \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$ .

We write the likelihood function for a random variable  $\varepsilon$

$$F(\varepsilon) = \prod_{i=1}^n f(\varepsilon_i) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^*}\right)^n \exp\left(\frac{\sum_{k=1}^p (\varepsilon_i + \mu_u)^2}{2\sigma^{*2}}\right) \prod_{i=1}^n (1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i b - \mu_u c)).$$

Let us represent the output indicator of the “ $i$ ” object  $y_i$  through financial indicators in the  $x_{ij}$  form

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij}) \quad (1.19)$$

where  $m$  is the number of independent indicators.

Then a random error  $\varepsilon_i$  can be written as

$$\varepsilon_i = \ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})) \quad (1.20)$$

Log-likelihood function of a random variable  $\varepsilon$  equals (omitting the constant

$$L(\beta, \sigma^*, b, \mu_u, c) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n [(\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})))b - \mu_u c]^2$$

$$+ \sum_{i=1}^n \ln(1 - \text{erf}[(\ln(y_i) - (\beta_0 + \sum_{j=1}^m \beta_j \ln(x_{ij})))b - \mu_u c]). \quad (1.21)$$

We find options  $\beta, \sigma^*, b, \mu_u, c$  from the maximum condition of the function  $L(\beta, \sigma^*, b, \mu_u, c)$ .

Options  $\beta$  can be found from the solution of another problem, namely, by building a regression based on the data  $y_i$  and  $x_i$ . Then from formula (1.20) we find only 4 parameters  $\sigma^*, b, \mu_u, c$ .

$$L(\sigma^*, b, \mu_u, c) = -n \cdot \ln(\sigma^*) - \frac{1}{2\sigma^{*2}} \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i + \mu_u)^2 + \sum_{i=1}^n \ln(1 - \text{erf}[\varepsilon_i b - \mu_u c]). \quad (1.20a)$$

Then the conditional probability is

$$f(u_i/\varepsilon_i) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}\sigma} \frac{\exp(-\frac{(u_i + (\varepsilon_i a - \mu_u d))^2}{2\sigma^2})}{(1 - \text{erf}(\varepsilon_i b - \mu_u c))}, \quad (1.22)$$

$$\text{Where } a = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}, d = \frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}, b = \frac{\sigma_u/\sigma_v}{\sqrt{2}\sigma^*}, \sigma = \frac{\sigma_v\sigma_u}{\sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}}$$

Therefore, the conditional mean is

$$u_i = M(u_i/\varepsilon_i) = \sqrt{2}\sigma \left( \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{-(\varepsilon_i^2 \hat{b}^2 - \mu_u \hat{c})^2}}{(1 - \text{erf}(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}))} - (\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}) \right). \quad (1.23)$$

The technical efficiency of the JLMS of the “ $i$ ” enterprise is estimated by the expression:

$$T_{JMLS} = \exp(-u_i) \quad (1.24)$$

The technical efficiency of aircraft of the “ $i$ ” enterprise is estimated equal to

$$T_{BS} = M(e^{-u_i}/e_i) = \frac{\exp\left(\frac{\sigma}{\sqrt{2}}\left(2(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}) + \frac{\sigma}{\sqrt{2}}\right)\right)}{(1 - \text{erf}(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c}))} \left(1 - \text{erf}\left(\varepsilon_i \hat{b} - \mu_u \hat{c} + \frac{\sigma}{\sqrt{2}}\right)\right) \quad (1.25)$$

## Conclusions for chapter 1

1. Literature sources on the subject of the construction industry have been studied and analyzed. The enterprises of the construction industry in Russia are considered.
2. A review of the methods of analysis and evaluation of effectiveness is performed, their differences as well as common properties are determined.
3. The technique for calculating the efficiency of enterprises in the construction industry in Russia is described.

## 2 PRACTICAL PART

### 2.1 Solving the problem in Microsoft Excel 2010 and Mathcad 15.0

#### 2.1.1 Initial data

For the study, we used data from balance sheets 2017-2022 of the nine largest enterprises in the construction industry in Russia. Below is a calculation example for 2019. An example of initial data for 2019 is shown in Figure 2.1.

Исходные данные за 2019 г.						
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB
1.ЛСП	15422651	0.684	0.316	0.379	0.379	0.242
2.ПИК	24571955	0.564	0.436	0.247	0.299	0.453
3.SETL GROUP	333884	0.714	0.286	0.335	0.612	0.053
4.Гранель	264558	0.686	0.314	0.036	0.581	0.383
5.Инград	10132750	0.657	0.343	0.536	0.438	0.026
6.Эталон	1016436	0.886	0.114	0.214	0.780	0.006
7.Девелопмент	508711	0.717	0.283	0.365	0.064	0.571
8.ФСК-Лидер	2833528	0.826	0.174	0.104	0.547	0.349
9.Брусника	1 848 192	0.035	0.965	0.121	0.316	0.563

Figure 2.16- Example of initial data for 2019

The next step is to normalize the revenue (highlighted in blue), since the dimensions of the initial data are different (Fig. 2.2). We normalize for all years (Appendix).

Исходные данные за 2019 г.							
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки
1.ЛСР	15422651	0.684	0.316	0.379	0.379	0.242	0.627652582
2.ПИК	24571955	0.564	0.436	0.247	0.299	0.453	1
3.SETL GROUP	333884	0.714	0.286	0.335	0.612	0.053	0.013588011
4.Гранель	264558	0.686	0.314	0.036	0.581	0.383	0.010766665
5.Инград	10132750	0.657	0.343	0.536	0.438	0.026	0.412370526
6.Эталон	1016436	0.886	0.114	0.214	0.780	0.006	0.041365695
7.Девелопмент	508711	0.717	0.283	0.365	0.064	0.571	0.020702911
8.ФСК-Лидер	2833528	0.826	0.174	0.104	0.547	0.349	0.115315529
9.Брусника	1 848 192	0.035	0.965	0.121	0.316	0.563	0.075215505

Figure 17.2 - Normalization of revenue for 2019

### 2.1.2 Calculation example

The first stage is to find the logarithm of the values of the indicators (Fig. 2.3). Further, based on the already new values of revenue and other initial values of indicators, we build a regression (Fig. 2.4). We build regression models for each industry (application), but, for example, for the second industry only the calculation is given.

Логарифмы данных							
		FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки
1.ЛСР		-0.16470	-0.50085	-0.42193	-0.42106	-0.61577	-0.20228
2.ПИК		-0.24867	-0.36058	-0.60645	-0.52364	-0.34387	0.00000
3.SETL GROUP		-0.14660	-0.54289	-0.47547	-0.21324	-1.27260	-1.86684
4.Гранель		-0.16375	-0.50290	-1.44483	-0.23555	-0.41711	-1.96792
5.Инград		-0.18269	-0.46421	-0.27113	-0.35832	-1.58249	-0.38471
6.Эталон		-0.05249	-0.94365	-0.66961	-0.10770	-2.24808	-1.38336
7.Девелопмент		-0.14464	-0.54781	-0.43751	-1.19549	-0.24330	-1.68397
8.ФСК-Лидер		-0.08299	-0.75958	-0.98202	-0.26195	-0.45756	-0.93811
9.Брусника		-1.45011	-0.01569	-0.91882	-0.50036	-0.24912	-1.12369

Figure 2.18- Logarithms of indicator values



Вывод итогов								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный R	0.897544134							
R-квадрат	0.805585472							
Нормированный R	0.361170944							
Стандартная ошибка	0.837725065							
Наблюдения	9							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	5	11.6317731	2.3263546	3.31491882	0.17640028			
Остаток	4	2.80713314	0.7017833					
Итого	9	14.43890624						
<i>Коэффициенты стандартная ошибка статистик P-Значение Нижние 95% Верхние 95% Нижние 95.0% Верхние 95.0%</i>								
Y-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Переменная X 1	-0.524554602	1.262751152	-0.4154062	0.69916098	-4.03051386	2.98140465	-4.03051386	2.981404652
Переменная X 2	-0.855892097	2.626525285	-0.3258648	0.76086157	-8.14829537	6.43651117	-8.14829537	6.436511175
Переменная X 3	1.335452409	1.147408554	1.1638857	0.30916081	-1.85026445	4.52116927	-1.85026445	4.521169271
Переменная X 4	0.815792094	1.112060376	0.7335862	0.50387874	-2.27178249	3.90336668	-2.27178249	3.903366682
Переменная X 5	0.511398065	0.804640121	0.6355612	0.55960466	-1.72264106	2.74543719	-1.72264106	2.74543719

Figure 2.19- Building a regression for data for 2019

In our case, in the regression analysis, the dependent variable (Y) is revenue, and the independent variables (X) are the other five indicators. One of the main indicators of the quality of the model is the R-square. We can say that this is an indicator of the adequacy of the model and the closer it is to one, all the better. In our case, this coefficient is 0.805 or about 80.5%. This is an acceptable level of quality. If R-squared is less than 0.5, then the model is not adequate (which is bad). An indicator "Significance F" is also worth noting. In our problem, it takes a value of 0.176, therefore, we conclude that the model is significant at the level of 0.176.

The next stage is calculations in the Mathcad program (Fig. 2.5, 2.6, 2.7).

$$\begin{array}{l}
 \text{ORIGIN} := 1 \quad m := 5 \\
 y := \begin{pmatrix} 0.627652582 \\ 1 \\ 0.013588011 \\ 0.010766665 \\ 0.412370526 \\ 0.041365695 \\ 0.020702911 \\ 0.115315529 \\ 0.075215505 \end{pmatrix} \quad \beta := \begin{pmatrix} -0.524554602 \\ -0.855892097 \\ 1.335452409 \\ 0.815792094 \\ 0.511398065 \end{pmatrix} \quad x := \begin{pmatrix} 0.68439 & 0.31561 & 0.37851 & 0.37926 & 0.24223 \\ 0.56407 & 0.43593 & 0.24748 & 0.29948 & 0.45304 \\ 0.71351 & 0.28649 & 0.33460 & 0.61201 & 0.05338 \\ 0.68588 & 0.31412 & 0.03591 & 0.58136 & 0.38273 \\ 0.65661 & 0.34339 & 0.53564 & 0.43821 & 0.02615 \\ 0.88615 & 0.11385 & 0.21399 & 0.78036 & 0.00565 \\ 0.71674 & 0.28326 & 0.36516 & 0.06375 & 0.57108 \\ 0.82605 & 0.17395 & 0.10423 & 0.54708 & 0.34869 \\ 0.03547 & 0.96453 & 0.12055 & 0.31597 & 0.56348 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

Figure 2.20- Calculations in Mathcad

In the calculations, y is revenue, x is the rest of the indicators,  $\beta$  is the coefficients that we received when building the regression.

Further calculations are performed according to the formulas that are described in the second chapter of this work.

We count random mistake log-likelihood function of a random variable  $\varepsilon$  (Fig. 2.6).

$A := \ln(y) \quad m := 5$   
 $i := 1..9$

	1
1	-0.466
2	0
3	-4.299
4	-4.531
5	-0.886
6	-3.185
7	-3.877
8	-2.16
9	-2.587

$$\varepsilon_i := A_i - \sum_{j=1}^m [\beta_j \cdot \ln(x_{i,j})]$$

$\varepsilon_i =$

1.162
2.242
-2.184
-0.344
1.349
-0.2
-1.254
0.293
-0.311

$n := 9 \quad \sigma_u := 1 \quad \sigma_v := 1$

$$L(\sigma_u, \sigma_v) := -n \cdot \ln[\sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}] - \left[ \frac{1}{2(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)} \right] \cdot \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i)^2 + \left[ \sum_{i=1}^n \ln \left[ 1 - \operatorname{erf} \left[ \frac{\varepsilon_i \cdot \sigma_u}{\sigma_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}} \right] \right] \right]$$

Given

$\sigma_u > 0 \quad \sigma_v > 0$

$\begin{pmatrix} \sigma_u \\ \sigma_v \end{pmatrix} := \operatorname{Maximize}(L, \sigma_u, \sigma_v)$

Figure 2.21- Calculations in Mathcad (continued)

$$\sigma_u = -1 \times 10^{-6} \quad \sigma_v = 1.286$$

$$b := \frac{\sigma_u}{\sigma_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}}$$

$$\sigma_p := \frac{(\sigma_v \cdot \sigma_u)}{\sqrt{(\sigma_u^2 + \sigma_v^2)}}$$

$$i := 1..n$$

$$u_i := \sqrt{2} \cdot \sigma_p \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \left[ \frac{(e)^{-(\varepsilon_i \cdot b)^2}}{(1 - \operatorname{erf}(\varepsilon_i \cdot b))} \right] - \varepsilon_i \cdot b \right]$$

$$\Pi_i := \exp(-u_i)$$

$$\Pi_i =$$

1
1
1
1
1
1
1
1
1

Figure 2.22- Calculations in Mathcad (continued)

The results obtained for all industries are shown in Figure 2.8.

Результаты вычислений						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.ЛСР	0.985	1	1	0.988	0.981	0.893
2.ПИК	0.985	1	1	0.988	0.981	0.896
3.SETL GROUP	0.984	1	1	0.988	0.981	0.879
4.Гранель	0.984	1	1	0.988	0.981	0.891
5.Инград	0.985	1	1	0.988	0.982	0.889
6.Эталон	0.984	1	1	0.988	0.981	0.891
7.Девелопмент	0.984	1	1	0.988	0.981	0.882
8.ФСК-Лидер	0.984	1	1	0.988	0.981	0.892
9.Брусника	0.984	1	1	0.988	0.981	0.89

Figure 2.23- Calculation results

A comparative graph based on the results obtained is presented below (Fig. 2.9).

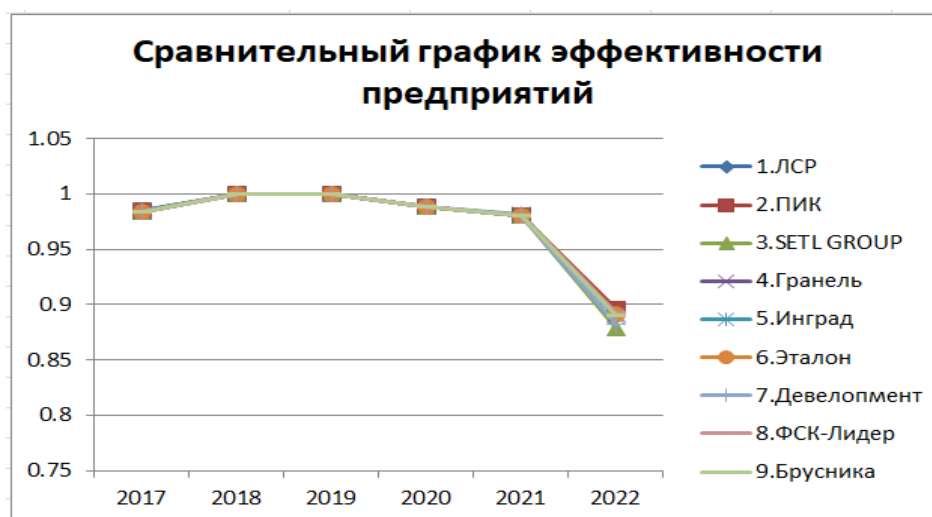


Figure 2.24- Enterprise efficiency

As a result, as we can see from the graph, all enterprises, starting from 2017 to 2021, show high efficiency. However, in 2022, the efficiency of enterprises decreased slightly.

In this case, we found two parameters  $\sigma^*$  and  $b$ , we note that the dimension of the problem is small, but we have  $\varepsilon_i$ , in which there is a difference between the initial data and the already obtained model data, so in the future we will try to solve the optimization problem, taking into account the fact that we do not know the regression coefficients.

Therefore, we apply another method of solution - without preliminary construction of regression equations.

The coefficients  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  are found in the same way as the parameters (see formula (1.9a), from the solution of the problem of maximizing the logarithmic likelihood function. In addition, we add restrictions to obtain adequate results (Fig. 2.10, 2.11, 2.12, 2.13).  $\sigma^*, b$

The calculation below is based on 2019 data.

**Данные за 2019 г.**  
**Показатель и подчиняется полунормальному распределению**

ORIGIN := 1      m := 5      n := 9

$$y := \begin{pmatrix} 0.627652582 \\ 1 \\ 0.013588011 \\ 0.010766665 \\ 0.412370526 \\ 0.041365695 \\ 0.020702911 \\ 0.115315529 \\ 0.075215505 \end{pmatrix} \quad x1 := \begin{pmatrix} 0.68439 & 0.31561 & 0.37851 & 0.37926 & 0.24223 \\ 0.56407 & 0.43593 & 0.24748 & 0.29948 & 0.45304 \\ 0.71351 & 0.28649 & 0.33460 & 0.61201 & 0.05338 \\ 0.68588 & 0.31412 & 0.03591 & 0.58136 & 0.38273 \\ 0.65661 & 0.34339 & 0.53564 & 0.43821 & 0.02615 \\ 0.88615 & 0.11385 & 0.21399 & 0.78036 & 0.00565 \\ 0.71674 & 0.28326 & 0.36516 & 0.06375 & 0.57108 \\ 0.82605 & 0.17395 & 0.10423 & 0.54708 & 0.34869 \\ 0.03547 & 0.96453 & 0.12055 & 0.31597 & 0.56348 \end{pmatrix}$$

$$\epsilon_i = y_i - \beta_1 \cdot x1_{i,1} - \beta_2 \cdot x1_{i,2} - \beta_3 \cdot x1_{i,3} - \beta_4 \cdot x1_{i,4} - \beta_5 \cdot x1_{i,5}$$

Figure 2.25- Calculations in Mathcad

Input data in the calculations: y - revenue, x - the remaining five micro indicators.

$\beta_1 := 1 \quad \beta_2 := 1 \quad \beta_3 := 1 \quad \beta_4 := 1 \quad \beta_5 := 1$   
 $\sigma_u := 1 \quad \sigma_v := 1$

$$L1(\sigma_v, \sigma_u, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5) := -n \ln(\sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}) - \left[ \frac{1}{2(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)} \right] \sum_{i=1}^5 (y_i - \beta_1 x1_{i,1} - \beta_2 x1_{i,2} - \beta_3 x1_{i,3} - \beta_4 x1_{i,4} - \beta_5 x1_{i,5})^2 + \sum_{i=1}^5 \ln \left[ 1 - \operatorname{erf} \left[ \frac{y_i - \beta_1 x1_{i,1} - \beta_2 x1_{i,2} - \beta_3 x1_{i,3} - \beta_4 x1_{i,4} - \beta_5 x1_{i,5}}{\sqrt{2} \cdot \sigma_v \cdot \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}} \right] \right]$$

i := 1  
 Given  
 $\sigma_v > 0 \quad \sigma_u > 0$

$$\sqrt{2} \frac{\sigma_v \cdot \sigma_u}{\sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}} \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{-\left[ \frac{y_i - \beta_1 x1_{i,1} - \beta_2 x1_{i,2} - \beta_3 x1_{i,3} - \beta_4 x1_{i,4} - \beta_5 x1_{i,5}}{\sigma_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}} \right]^2}}{1 - \operatorname{erf} \left[ \frac{y_i - \beta_1 x1_{i,1} - \beta_2 x1_{i,2} - \beta_3 x1_{i,3} - \beta_4 x1_{i,4} - \beta_5 x1_{i,5}}{\sigma_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}} \right]} \right] - \left[ \frac{y_i - \beta_1 x1_{i,1} - \beta_2 x1_{i,2} - \beta_3 x1_{i,3} - \beta_4 x1_{i,4} - \beta_5 x1_{i,5}}{\sigma_v \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}} \right] > 0.4$$

$\begin{pmatrix} \sigma_u \\ \sigma_v \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \\ \beta_4 \\ \beta_5 \end{pmatrix} := \operatorname{Maximize}(L1, \sigma_v, \sigma_u, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5)$   
 $L1(\sigma_v, \sigma_u, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5) = 7.411$   
 $j := 1..n$

Figure 2.11- Calculations in Mathcad (continued)

Figure 2.11 shows how to find the parameters  $\beta$  subject to the constraint.

$$\begin{aligned} \bar{\varepsilon}_i &= (y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5}) \\ \sigma_u &= 0.33 \quad \sigma_v = 2.176 \times 10^{-8} \\ \sigma_p &= \frac{\sigma_u \sigma_v}{\sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \\ u_1 &= \sqrt{2} \cdot \sigma_p \cdot \left[ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \frac{e^{-\left[ (y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5})^2 \cdot \frac{\sigma_u}{\sigma_v \sqrt{2} \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \right]}}{1 - \operatorname{erf} \left[ (y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5}) \cdot \frac{\sigma_u}{\sigma_v \sqrt{2} \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \right]} \right] - \left[ (y_i - \beta_1 x_{i,1} - \beta_2 x_{i,2} - \beta_3 x_{i,3} - \beta_4 x_{i,4} - \beta_5 x_{i,5}) \cdot \frac{\sigma_u}{\sigma_v \sqrt{2} \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}} \right] \\ i &:= 1..n \\ T1_i &= \exp(-u_1) \quad \sigma_u = 0.33 \\ T1_i &= \end{aligned}$$

0.67
0.833
0.473
0.985
0.984
0.598
0.675
0.619

$$u_1 = \begin{pmatrix} 0.4 \\ 0.183 \\ 0.749 \\ 0.015 \\ 0.017 \\ 0.514 \\ 0.392 \\ 0.48 \end{pmatrix}$$

Figure 2.26- Calculations in Mathcad (continued)

Figure 2.12 defines the technical efficiency. Based on the results obtained, we plot a graph, which is shown in Fig. 2.13.

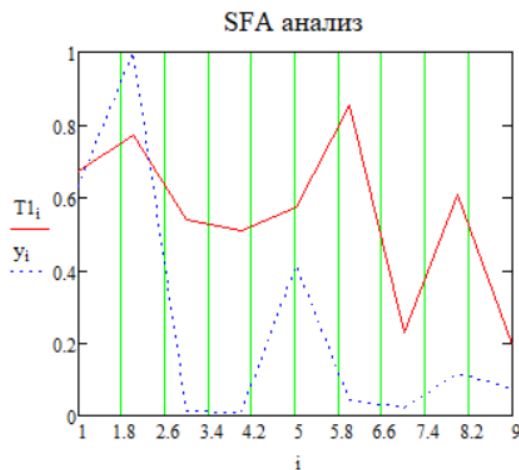


Figure 2.27- Efficiency Graph

Further, according to the above calculations, we carry out the calculation for other industries. The results are collected in a table (Fig. 2.14), which is presented below.

Результаты вычислений						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.ЛСР	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67	0.67
2.ПИК	0.895	0.793	0.833	0.989	0.992	0.99
3.SETL GROUP	0.551	0.459	0.473	0.727	0.581	0.552
4.Гранель	0.824	0.593	0.985	0.925	0.768	0.849
5.Инград	0.852	0.471	0.984	0.986	0.986	0.516
6.Эталон	0.802	0.168	0.598	0.556	0.577	0.567
7.Девелопмент	0.663	0.296	0.675	0.583	0.565	0.596
8.ФСК-Лидер	0.662	0.846	0.619	0.154	0.76	0.584
9.Брусника	0.795	0.698	0.715	0.823	0.856	0.954

Figure 2.28- Enterprise efficiency

Based on the results obtained, we build a comparative graph, which is shown in Figure 2.15.

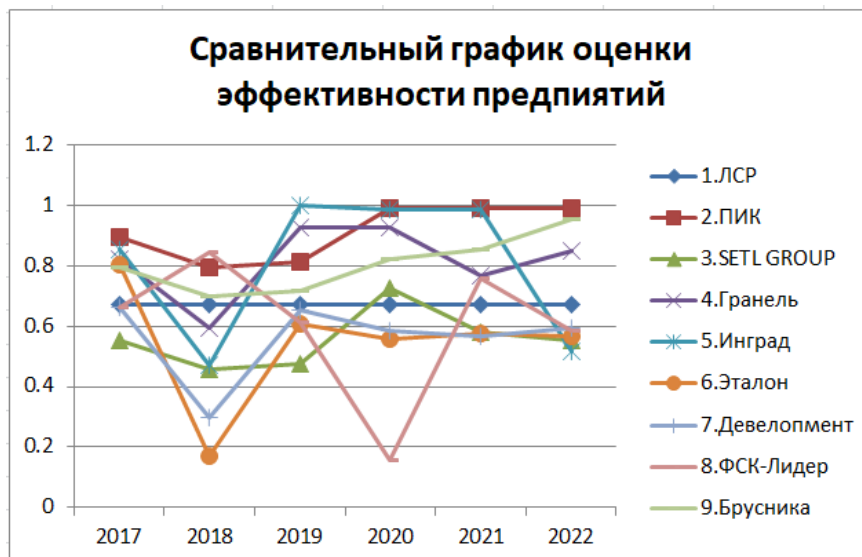


Figure 2.29- Comparative graph

After receiving the results, we conclude that, for example, in 2017 all enterprises showed an average level of efficiency. In 2018 we observe low efficiency at enterprise No. 6. Compared to previous years, in 2019 the efficiency improved for enterprises No. 5 "Ingrad" and No. 4 "Granel". In 2020 the lowest efficiency was shown by enterprise No. 8 "FSK-Leader", and the best enterprises in 2020 – 2022 were enterprises No. 2 "Peak" and No. 9 "Brusnika".

## Приложение Б (рекомендуемое) Нормировка выручки для каждого года

Исходные данные за 2017 г.								
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки	
1.ЛСП	10428634	0.53156	0.46844	0.49183	0.35011	0.15805	0.441634225	
2.ПИК	23613736	0.38405	0.61595	0.29552	0.31204	0.39244	1	
3.SETL GROUP	260049	0.65385	0.34615	0.37420	0.49371	0.13209	0.011012616	
4.Гранель	710239	0.84237	0.15763	0.01230	0.20462	0.78308	0.030077367	
5.Инград	453003	0.88664	0.11336	0.77473	0.19524	0.03002	0.019183877	
6.Эталон	824353	0.85015	0.14985	0.97934	0.00019	0.02047	0.034909893	
7.Девелопмент	174944	0.74887	0.25113	0.42348	0.03514	0.54138	0.007408569	
8.ФСК-Лидер	3360990	0.67577	0.32423	0.09067	0.64179	0.26754	0.142331988	
9.Брусника	1303406	0.03325	0.96675	0.06316	0.31352	0.62333	0.055196941	

### Нормировка выручки для 2017 года

Исходные данные за 2018 г.								
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки	
1.ЛСП	16593313	0.68019	0.31981	0.45417	0.34444	0.20140	0.654752097	
2.ПИК	25342894	0.35618	0.64382	0.26260	0.27538	0.46202	1	
3.SETL GROUP	290167	0.64199	0.35801	0.47408	0.48559	0.04033	0.011449639	
4.Гранель	720326	0.68552	0.31448	0.05145	0.37653	0.57201	0.028423194	
5.Инград	210884	0.78374	0.21626	0.63334	0.34489	0.02177	0.008321228	
6.Эталон	1029955	0.71796	0.28204	0.96048	0.00028	0.03924	0.040640781	
7.Девелопмент	476181	0.74108	0.25892	0.38496	0.05377	0.56128	0.018789527	
8.ФСК-Лидер	5197771	0.67756	0.32244	0.13273	0.60047	0.26680	0.205097768	
9.Брусника	884 259	0.04710	0.95290	0.04680	0.40510	0.54810	0.034891793	

### Нормировка выручки для 2018 года

Исходные данные за 2020 г.								
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки	
1.ЛСП	9055378	0.68481381	0.31518619	0.29905735	0.66722282	0.03371983	0.352761782	
2.ПИК	25669952	0.59942518	0.40057482	0.35905880	0.42792189	0.21301930	1	
3.SETL GROUP	377034	0.44140909	0.55859091	0.43741163	0.35345747	0.20913090	0.014687756	
4.Гранель	607772	0.29413155	0.70586842	0.02046756	0.42676922	0.55276319	0.023676398	
5.Инград	7389806	0.62800532	0.37199467	0.50494788	0.43066684	0.06438528	0.287877671	
6.Эталон	1143355	0.93002673	0.06997327	0.22524412	0.70714232	0.06761356	0.044540598	
7.Девелопмент	1430150	0.64446676	0.35553324	0.31651930	0.04173160	0.64174910	0.055712999	
8.ФСК-Лидер	1733468	0.93845598	0.06154402	0.15510273	0.37789293	0.46700434	0.067529071	
9.Брусника	5672739	0.12006900	0.87993100	0.26465700	0.67376100	0.06158200	0.220987519	

### Нормировка выручки для 2020 года



Исходные данные за 2021 г.							
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки
1.ЛСР	11265486	0.77046	0.22954	0.23474	0.59728	0.16798	0.463213721
2.ПИК	24320277	0.46197	0.53803	0.56366	0.20933	0.22701	1
3.SETL GROUP	475465	0.55289	0.44711	0.32740	0.49945	0.17315	0.019550147
4.Гранель	447253	0.45281	0.54719	0.02701	0.28423	0.68876	0.018390128
5.Инград	13258561	0.61518	0.38482	0.50070	0.40358	0.09572	0.545164884
6.Эталон	6090182	0.78228	0.21772	0.30158	0.56502	0.13340	0.250415816
7.Девелопмент	2741358	0.60310	0.39690	0.54982	0.02932	0.42086	0.112719029
8.ФСК-Лидер	1393216	0.77735	0.22265	0.04161	0.62685	0.33154	0.05728619
9.Брусника	19 923 685	0.26801	0.73199	0.14947	0.55725	0.29328	0.819221138

### Нормировка выручки для 2021 года

Исходные данные за 2022 г.							
	Rev	FAB	CAB	CRB	LLB	SLB	Нормировка выручки
1.ЛСР	13115365	0.83594	0.16406	0.25109	0.30132	0.44760	0.546609602
2.ПИК	22621435	0.50681	0.49319	0.73346	0.16228	0.10426	0.942794469
3.SETL GROUP	502645	0.57893	0.42107	0.26599	0.54573	0.18828	0.020948756
4.Гранель	645380	0.08948	0.91052	0.03621	0.00102	2.03520	0.026897529
5.Инград	4192420	0.60948	0.39052	0.50770	0.44025	0.05204	0.174727659
6.Эталон	7831589	0.88710	0.11290	0.38756	0.31708	0.29537	0.326397454
7.Девелопмент	236 213	0.67895	0.32105	0.39721	0.07159	0.53120	0.009844659
8.ФСК-Лидер	2 909 980	0.85466	0.14534	0.03141	0.90346	0.06513	0.121279355
9.Брусника	23 994 026	0.31367	0.68633	0.11698	0.65626	0.22676	1

### Нормировка выручки для 2022 года

## Приложение В (рекомендуемое) Регрессионные модели

Исходные данные за 2017 г.								
<b>ВЫВОД ИТОГОВ</b>								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный F	0.945864							
R-квадрат	0.894659							
Нормированный F	0.539319							
Стандартная ошибка	0.692028							
Наблюдения	9							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	5	16.26932671	3.253865	6.79440914	0.072831269			
Остаток	4	1.915613425	0.478903					
Итого	9	18.18494013						
<i>Коэффициенты стандартная ошибка статистика P-Значение Нижние 95% Верхние 95% Нижние 95.0 Верхние 95.0%</i>								
Y-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Переменная X 1	1.468751	0.863721614	1.700491	0.164260357	-0.929324616	3.866826677	-0.92932	3.866826677
Переменная X 2	3.752439	1.691415578	2.21852	0.090761518	-0.943683342	8.448561663	-0.94368	8.448561663
Переменная X 3	-0.70211	0.729246282	-0.96279	0.390175278	-2.726822489	1.322602048	-2.72682	1.322602048
Переменная X 4	-0.04488	0.286923393	-0.15643	0.88327062	-0.841510931	0.751743168	-0.84151	0.751743168
Переменная X 5	-0.93251	0.858602857	-1.08608	0.338515269	-3.316375485	1.451351917	-3.31638	1.451351917

Исходные данные за 2018 г.								
<b>ВЫВОД ИТОГОВ</b>								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный F	0.917182455							
R-квадрат	0.841223656							
Нормированный F	0.432447312							
Стандартная ошибка	0.845987666							
Наблюдения	9							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	5	15.16749057	3.033498115	4.238533954	0.132089466			
Остаток	4	2.862780525	0.715695131					
Итого	9	18.0302711						
<i>Коэффициенты стандартная ошибка статистика P-Значение Нижние 95% Верхние 95% Нижние 95.0 Верхние 95.0%</i>								
Y-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Переменная X 1	0.442157743	1.475188247	0.299729708	0.779313188	-3.653621444	4.537937	-3.65362	4.53793693
Переменная X 2	1.18331732	2.232658679	0.530003682	0.624164485	-5.015536942	7.382172	-5.01554	7.382171582
Переменная X 3	0.319533034	1.182864325	0.270134983	0.800420977	-2.964624831	3.603691	-2.96462	3.6036909
Переменная X 4	0.002886792	0.340803005	0.008470558	0.993647176	-0.943334042	0.949108	-0.94333	0.949107625
Переменная X 5	0.54816216	0.831047309	0.659604037	0.545550879	-1.759195073	2.855519	-1.7592	2.855519393

Исходные данные за 2020 г.								
Вывод итогов								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный коэффициент	0.909625948							
R-квадрат	0.827419365							
Нормированный коэффициент	0.404838731							
Стандартная ошибка	0.710447957							
Наблюдения	9							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	5	9.679616	1.935923299	3.835514305	0.148863732			
Остаток	4	2.018945	0.5047363					
Итого	9	11.69856						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95.0</i>	<i>Верхние 95.0%</i>
У-пересеч	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Переменная 1	0.658331064	1.42913	0.460651569	0.668979782	-3.309570449	4.626233	-3.30957	4.626232576
Переменная 2	0.597713711	0.87939	0.679691225	0.534000092	-1.84386453	3.039292	-1.84386	3.039291951
Переменная 3	0.552306289	0.677971	0.814645511	0.460995833	-1.330043854	2.434656	-1.33004	2.434656433
Переменная 4	0.512860226	0.609201	0.841856789	0.447256842	-1.178553661	2.204274	-1.17855	2.204274112
Переменная 5	-0.120277001	0.567107	-0.212088698	0.842406724	-1.694818661	1.454265	-1.69482	1.454264659

Исходные данные за 2021 г.								
Вывод итогов								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный коэффициент	0.899989991							
R-квадрат	0.809981983							
Нормированный коэффициент	0.369963967							
Стандартная ошибка	0.651070407							
Наблюдения	9							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	5	7.227639475	1.445527895	3.410127092	0.170763196			
Остаток	4	1.6955707	0.423892675					
Итого	9	8.923210175						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95.0</i>	<i>Верхние 95.0%</i>
У-пересеч	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Переменная 1	-3.713522388	3.258644207	-1.13959124	0.318065542	-12.76096915	5.333924	-12.761	5.333924371
Переменная 2	-2.808802022	3.171042973	-0.88576599	0.425782878	-11.61302876	5.995425	-11.613	5.995424719
Переменная 3	1.844023706	1.028011703	1.793776959	0.147301418	-1.010194354	4.698242	-1.01019	4.698241765
Переменная 4	1.088017468	0.761440656	1.428893322	0.226238717	-1.026080714	3.202116	-1.02608	3.202115649
Переменная 5	1.719167145	1.870589447	0.919051023	0.410074841	-3.474421768	6.912756	-3.47442	6.912756058

Исходные данные за 2022 г.								
ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множест	0.839466187							
R-квадрат	0.704703479							
Нормиро	0.159406957							
Стандарт	0.90241272							
Наблюде	9							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	5	7.773533811	1.554706762	1.909141294	0.315351112			
Остаток	4	3.257394866	0.814348716					
Итого	9	11.03092868						
	<i>Коэффициенты</i>	<i>стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>Нижние 95%</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>Нижние 95.0%</i>	<i>Верхние 95.0%</i>
Y-пересеч	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
Перемен	-2.077970181	3.039055036	-0.683755364	0.531684364	-10.51573966	6.359799298	-10.51573966	6.359799298
Перемен	-0.360063486	1.507682361	-0.238819194	0.822982495	-4.546060797	3.825933824	-4.546060797	3.825933824
Перемен	0.619385924	0.941783306	0.657673501	0.546670182	-1.995423725	3.234195573	-1.995423725	3.234195573
Перемен	1.072682915	0.907538609	1.181969454	0.302683351	-1.447048215	3.592414044	-1.447048215	3.592414044
Перемен	0.56082062	0.841853975	0.666173275	0.541754146	-1.776540729	2.898181969	-1.776540729	2.898181969