



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Оценка эффективности понесенных предприятиями РФ экономических издержек с помощью DEA-анализа

УДК 519.852:338.512:658(47+57)

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В91	Телегина Анастасия Максимовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий Олег Леонидович	к. ф.-м. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кацук Ирина Вадимовна	к.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП/ОПОП, должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий Олег Леонидович	к. ф.-м. н.		



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа ядерных технологий

Направление подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП/ОПОП

(Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
0В91	Телегина Анастасия Максимовна

Тема работы:

Оценка эффективности понесенных предприятиями РФ экономических издержек с помощью DEA-анализа
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i>	Бухгалтерская отчетность анализируемых компаний на 31.12.2021.
Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i>	1. Провести анализ экономической эффективности издержек методом DEA для крупнейших по капитализации предприятий РФ; 2. Рассчитать оптимальные распределения расходов выбранных предприятий.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Антоневич Ольга Алексеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий Олег Леонидович	к. ф.-м. н.		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В91	Телегина Анастасия Максимовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО		
ОВ91	Телегина Анастасия Максимовна		
Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение Школа	Экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

Перечень графического материала

1. Оценка конкурентоспособности ИП
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Бюджет НИ
5. Основные показатели эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Кашук Ирина Вадимовна	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВ91	Телегина Анастасия Максимовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
0В91		Телегина Анастасия Максимовна	
Школа	Инженерная школа ядерных технологий	Отделение (НОЦ)	Экспериментальной физики
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	01.03.02 Прикладная математика и информатика

Тема ВКР:

Оценка эффективности понесенных предприятиями РФ экономических издержек с помощью ДЕА-анализа	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p><i>Объект исследования:</i> экономические издержки предприятий РФ <i>Область применения:</i> математическая экономика <i>Рабочая зона:</i> офис <i>Размеры помещения:</i> 16 м² <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> 1 персональный компьютер <i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне</i> алгоритмическая разработка с использованием персонального компьютера</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Рабочее место при выполнении работ сидя регулируется ГОСТом 12.2.032-78; Трудовой кодекс Российской Федерации: федер. Закон от 30 дек. 2001 г. №197-ФЗ.</p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отклонение параметров микроклимата в помещении; 2. Недостаточная освещённость рабочей зоны; 3. Повышенный уровень шума на рабочем месте; 4. Пониженная световая и цветовая контрастность. <p>Опасные факторы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Опасность поражения электрическим током. <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: система кондиционирования воздуха, осветительные приборы, наушники.</p>
<p>3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения</p>	<p>Воздействие на селитебную зону: засорение почвы (мусор от офисного помещения) Воздействие на литосферу: утилизация отходов (компьютерной техники, люминесцентных ламп)</p>

	Воздействие на гидросферу: загрязнение сточными водами Воздействие на атмосферу: световое загрязнение
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	Возможные ЧС: –Биологические: инфекционные заболевания людей, эпидемии; –Социальные: терроризм Наиболее типичная ЧС: пожар
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В91	Телегина Анастасия Максимовна		

Реферат

Выпускная квалификационная работа студента выполнена на 81 странице, содержит 32 таблицы, 2 рисунка, 23 источника, 2 приложения.

Ключевые слова: DEA-анализ, анализ оболочки данных, эффективность, оптимизация, экономические издержки.

Объекты исследования: экономические издержки крупнейших по капитализации предприятий РФ.

Цель работы: вычисление оценки эффективности экономических издержек крупнейших по капитализации российских компаний.

Методы проведения работы: теоретические (изучение литературы, обзор методов и моделей DEA-анализа) и практические (расчеты по описанным моделям, написание листинг программ для вычислений, анализ результатов).

Оценка, полученная данным методом, в дальнейшем может быть использована частными лицами, топ-менеджментом рассматриваемых компаний, фин. учреждениями.

Для выполнения работы использовались: Microsoft Word 2013, R Studio, язык программирования Python.

Оглавление

Определения, сокращения, обозначения	10
Введение	11
1. Теоретическая часть	13
1.1 Обзор литературы	13
1.2 DEA-анализ как метод оценки эффективности	15
1.3 Разновидности моделей	16
1.4 Исходные данные для анализа	19
2. Практическая часть	21
2.1 Выбор предприятий	21
2.2 Данные для проведения анализа	23
2.3 Результаты исследования	25
3. Социальная ответственность	33
3.1. Введение	33
3.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения	33
3.3. Производственная безопасность	36
3.3.1 Отклонение параметров микроклимата.....	37
3.3.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны	38
3.3.3 Повышенный уровень шума	40
3.3.4 Пониженная световая и цветовая контрастность.....	41
3.3.5 Опасность поражения электрическим током	42
3.4. Экологическая безопасность	43
3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	45
3.6 Вывод по разделу	45
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	47
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	47
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	47
4.1.2 SWOT-анализ	49

4.2 Планирование научно-исследовательских работ	55
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	55
4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	56
4.3 Бюджет научно-технического исследования.....	60
4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	60
4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования	61
4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	62
4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	64
4.3.5 Накладные расходы	65
4.3.6 Бюджет НИР.....	65
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	66
4.5 Выводы по разделу	69
Заключение	71
Список литературы	72
Приложение 1. Программный код для реализации решения методом Data Envelopment Analysis (DEA).	76
Приложение 2. Программный код для построения границы эффективности и поиска оптимальных значений в R Studio	81

Определения, сокращения, обозначения

В данной работе приведены следующие термины с соответствующими определениями:

Эффективность – достижение каких-либо определенных результатов с минимально возможными издержками.

Техническая эффективность – разновидность эффективности, наступающая при условии невозможности увеличения выходного параметра, без увеличения входного.

Анализ оболочки данных (DEA) – методика оценки эффективности единиц принятия решений DMU.

DMU (Decision Making Units) – все люди и группы, которые принимают участие в процессе принятия решений, касающихся продуктов, услуг. В нашем случае – совокупность бизнес-процессов за отчетный период.

Эффект масштаба – изменение долгосрочных издержек путем масштабирования объемов производства, позволяющих снизить затраты на единицу произведенных товаров или услуг.

Анализ эффективности издержек – это метод оценки эффективности использования различных ресурсов проекта, с целью поиска оптимальных вариантов, обеспечивающих максимальную пользу при минимальных затратах.

Введение

Эффективное расходование ресурсов – один из важнейших этапов успешного функционирования предприятия, которому специалисты уделяют особое внимание. Проблема оптимизации расходов в последние годы стоит все более остро: нерациональное использование денежных средств может привести предприятие к краху, поэтому так важно регулярно отслеживать показатели эффективности и моментально реагировать на отрицательные изменения.

Существует множество подходов для измерения эффективности, в частности, в данной работе оценка будет вычислена при помощи DEA-анализа (Data Envelopment Analysis). Данный способ также способен выделить наиболее и наименее результативные составляющие организации, на основе анализа составляются рекомендации по дальнейшему расходованию средств.

Целью работы – оценка эффективности экономических издержек крупнейших предприятий РФ по капитализации методом DEA-анализа.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

1. Изучить математические методы оценки понесенных предприятиями экономических издержек, расчета эффективности функционирования предприятий с точки зрения DEA - анализа;
2. Провести анализ экономической эффективности издержек методом DEA для двадцати пяти крупнейших по капитализации предприятий РФ;
3. Рассчитать оптимальные распределения расходов выбранных предприятий, сделать прогноз их дальнейшего экономического развития.

В исследовании использовались финансовые показатели крупнейших российских предприятий по капитализации по состоянию на 31 декабря 2021 года, для получения оценки использовались следующие сведения: в качестве параметров входа – операционные расходы, выручка; выхода – капитализация, чистая прибыль.

Предметом исследования является анализ эффективности экономических издержек предприятий.

Теоретическая и практическая значимость работы: полученные результаты могут использоваться частными инвесторами и руководством, для принятия решений, основанных на математических расчетах, примененных к показателям исследуемых предприятий.

DEA-анализ используется с целью оценки единиц принятия решений (DMU). Появившийся на рубеже 1970-1980-х годов метод пользуется популярностью, благодаря следующим преимуществам:

- 1) Возможность работы с большим количеством входных и выходных параметров.
- 2) Не требует наличия точных показателей о работе за длительный период времени, применим в период нестабильной экономической обстановки.
- 3) Не требует проверки гипотез о наличии функциональных связей между параметрами.

1. Теоретическая часть

1.1 Обзор литературы

Первая модель DEA-анализа, математической основой которого является линейное программирование, была предложена в 1978 году и получила название от комбинаций первых букв фамилий авторов (Charnes, Cooper, and Rhodes) [1]. В первоначальном виде ССR-модель могла учитывать только значения одной пары параметров: входного и выходного, с постоянной отдачей от масштаба:

$$\max(e_k = \frac{\sum_{i=1}^M u_i y_{ik}}{\sum_{j=1}^N v_j x_{jk}}) \leq 1, \quad (1.1)$$

где $u_i, v_j > 0$;

e_k – эффективность k -го объекта;

u_i, v_j – коэффициенты, отражающие вклад параметров;

x_{jk} – входные параметры;

y_{ik} – выходные параметры;

M, N – количество параметров.

В середине 80-х годов была предложена ВСС-модель (см. BANKER, CHARNES и COOPER, 1984), которая учитывала эффект масштаба. Изменение входного фактора при переменном эффекте масштаба может привести к непропорциональному изменению выходного параметра. На математическом языке эффект переменного масштаба показывают в виде добавления новой переменной u_0 :

$$e_0 = \frac{\sum_{i=1}^M u_i y_{ik} + u_0}{\sum_{j=1}^N v_j x_{jk}} \quad (1.2)$$

при этом:

$u_0 < 0 \rightarrow$ убывающая отдача масштаба;

$u_0 > 0 \rightarrow$ возрастающая отдача масштаба;

$u_0 = 0 \rightarrow$ постоянная отдача масштаба.

Модель ВСС предполагает переменную отдачу от масштаба. ВСС-эффективность называется чистой технической эффективностью, она отражает эффективность функционирования DMU (качество бизнес-процессов).

Конечной целью анализа считается оценка единиц принятия решений (DMU) и построении границы эффективности: степень эффективности предприятия зависит от близости к границе. Дальнейшие исследования позволили расширить классификацию: в настоящее время различают несколько разновидностей моделей DEA: базовые и модифицированные под конкретные задачи. Рекомендации по выбору оптимальной изложены в [2]. Пример, суммарной модели переменной отдачей масштаба представлен формулой 1.3, такие модели используются при необходимости минимизировать входные данные и максимизировать выходные.

$$\text{Min } \sum_{i=1}^M x_{ik} v_i - \sum_{j=1}^N y_{jk} u_j - u_0, \quad (1.3)$$

При условии

$$\begin{aligned} - \sum_{j=1}^N y_{ij} u_j + \sum_{i=1}^M x_{ij} v_i - u_0 &\geq 0, \forall j \\ u_j &\geq 1, \forall j \\ v_i &\geq 1, \forall i \end{aligned}$$

Согласно [3] и [4], метод позволяет выстроить целостную картину о затратах компаний, наличии или отсутствии эффективности и сравнивать результаты с другими фирмами на рынке. Применение DEA-анализа может быть полезно для различных организаций, включая малые бизнесы как дополнительный фактор при принятии решений.

Оценка эффективности при помощи DEA-анализа пользуется высоким спросом, несмотря на ряд недостатков: полученные значения напрямую зависят от выбранных входных и выходных данных и могут существенно отличаться, при замене на другие показатели (входы) предприятия или выборе другой модели DEA [5].

Для получения быстрого результата расчеты проводят в специализированных программах. Существующие ПО (DEA Frontier, PIM-DEA, DEAS, MaxDea и др.), реализующие данный метод, имеют свободные и коммерческие лицензии. Предназначены для работы в операционной среде (ОС) Windows и ОС Linux. Среди недостатков отмечено хранение данных без использования популярных СУБД, информацию загружают из текстовых файлов, excel-таблиц, Microsoft Access. Также к минусам относят ограниченность выбора моделей, отсутствие графической интерпретации результатов [6].

1.2 DEA-анализ как метод оценки эффективности

Следует понимать, что оценка эффективности понесенных издержек является ключевым моментом в экономическом развитии любого предприятия. Без оценки эффективности нет уверенности, что затраты фирмы были правильно распределены. DEA-анализ позволяет выявить, насколько эффективна компания была в использовании своих ресурсов, а также является гибким инструментом для оценки эффективности нескольких единиц на основе множества входных и выходных показателей.

Среди плюсов данного метода отметим следующие:

- использование возможно для оценки отдельно взятого предприятия, получив значение эффективности каждого из филиалов [4], могут быть даны рекомендации по оптимизации расходов, численности сотрудников, площади помещения и т.д.;
- позволяет проводить измерение эффективности организаций, работающих в разных отраслях экономики, и учитывать те характеристики, которые специфичны для каждой из них;
- может использоваться для подготовки рекомендаций, связанных с определенными стратегиями, которые могут повысить производительность и эффективность организаций.

1.3 Разновидности моделей

Каждая из моделей DEA сочетает в себе несколько характеристик, позволяющих оптимизировать модель под конкретный случай:

1. Выбранная ориентация (модели, ориентированные на вход, выход, либо без ориентации):

Модель, ориентированная на вход (input-модель): входные данные должны быть минимизированы, а выходные увеличиться, либо остаться неизменными.

Модель, ориентированная на выход (output-модель): выходные данные должны быть максимизированы, а входные уменьшится, либо остаться неизменными.

DEA-модель без ориентации позволяет сравнивать различные экономические единицы на основе их производительности без установки каких-либо предпочтений или рекомендаций. Этот метод часто используется в бизнес-исследованиях, чтобы оценить эффективность компаний и сравнить их с конкурентами.

В частности, ВСС input-модель – инвариантна к линейным преобразованиям выходных параметров, output-модель – инвариантна к линейным преобразованиям входных параметров.

Допустимые значения входов и выходов для CCR и ВСС моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Допустимые input/output значения

	CCR-input	CCR-output	ВСС-input	ВСС-output
input	>0	>0	>0	без ограничений
output	без ограничений	без ограничений	без ограничений	>0

2. Линейный и нелинейный вид производственной функции:

DEA-анализ использует производственные функции в качестве основного инструмента для измерения эффективности различных единиц предприятий. *Производственная функция может представлять собой линейную или нелинейную функцию*, иметь различное количество входов и выходов, в зависимости от конкретной проблемы, которую нужно решить. Влияние каждого входа и выхода на производственную функцию определяется весом, который отражает степень их влияния на процесс производства.

3. Вид отдачи масштаба (DRS, IRS, CRS, VRS):

Убывающая отдача от масштаба (англ. Decreasing Return to Scale – DRS) – рост объемов производства приводит к сокращению выпуска продукции.

Возрастающая отдача от масштаба (англ. Increasing Return to Scale – IRS) – рост объемов производства приводит к увеличению выпуска продукции.

Постоянная отдача от масштаба (англ. Constant returns to scale – CRS) – объемы производства и выпуск продукции изменяются в одинаковой пропорции. CRS позволяет вычислить эффективность преобразования входов в выходы без учета эффекта масштаба, ее часто называют технической эффективностью. Именно этот вид отдачи от масштаба характерен для ССR-модели, в связи с чем используются оба названия.

Согласно [2], техническая эффективность (англ. TE) рассматривается, как два сомножителя состоящих из отдачи масштаба (англ. SE) и чистой технической эффективности (англ. PTE).

$$TE=SE \cdot PTE \quad (1.4)$$

Переменная отдача от масштаба (англ. Variable returns to scale – VRS) – изменение входных факторов способно привести к непропорциональному изменению выходных параметров. ВСС-модели в некоторых источниках называют VRS-моделями.

Отличия моделей с точки зрения отдачи от масштаба строятся на следующих предположениях (подробнее в таблице 2):

- 1) *предположение о непроизводительном расходовании ресурсов:* излишками входных и выходных параметров можно свободно распоряжаться,
- 2) *предположение о эффекте масштаба:* производство можно масштабировать с любым множеством факторов,
- 3) *предположение о выпуклости:* средневзвешенная (выпуклая) комбинация производственных планов допустима,
- 4) *предположение об аддитивности:* сумма двух производственных планов является возможной.

Таблица 2 – виды отдачи от масштаба [9]

Модель	Условия, определяющие вид модели			Множество параметров
	Непроизводительное расходование ресурсов	Выпуклость	Эффект от масштаба	
Постоянная отдача от масштаба (CRS)	+	+	$Z \geq 0$	$\Lambda^k = \{\lambda \in R_+^k \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k\}$ не ограничена
Убывающая отдача от масштаба (DRS)	+	+	$Z \leq 1$	$\Lambda^k = \{\lambda \in R_+^k \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k \leq 1\}$
Возрастающая отдача от масштаба (IRS)	+	+	$Z \geq 1$	$\Lambda^k = \{\lambda \in R_+^k \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k \geq 1\}$

Переменная отдача от масштаба (VRS)	+	+	Z=1	$\Lambda^k =$ $\{\lambda \in \mathbb{R}_+^k \mid \sum_{k=1}^K \lambda^k = 1\}$
--	---	---	-----	---

Множество Λ^k определяет количество исследуемых предприятий (здесь под k имеется в виду индекс), λ (метрика Фарелла) – это коэффициент, который позволяет оценить уровень эффективности производства одного или нескольких видов продуктов на базе информации о входах и выходах процесса производства. В математической форме метрика Фарелла записывается как отношение суммы выходных параметров продукции к сумме входных параметров, то есть:

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n y_n}{\sum_{i=1}^n x_n}, \quad (1.5)$$

где λ – метрика Фарелла;

x_n – входные параметры;

y_n – выходные параметры.

С помощью данного коэффициента дается относительная рекомендация, заключающаяся в возможности сохранения выходов, при снижении объема входов. Для $e_k < 1$ могут быть составлены предположения по выведению таких объектов на границу эффективности.

При выборе модели для анализа необходимо учитывать специфику предприятий, для того, чтобы получить корректные результаты.

1.4 Исходные данные для анализа

Для анализа могут использоваться следующие финансовые показатели в качестве входных и выходных данных:

Входные данные:

- объем производства;
- затраты на производство (например, затраты на труд, на сырье и материалы, на энергию);

- капитальные вложения (например, стоимость оборудования);
- число сотрудников.

Выходные данные:

- объем продаж;
- выручка от продаж;
- чистая прибыль;
- количество произведенной продукции;
- качество продукции (например, уровень отказов, брака).

Упомянутые финансовые показатели могут использоваться как единично, так и в комбинации друг с другом в зависимости от целей конкретного анализа и доступности данных. Важно убедиться, что данные корректны и обеспечивают сравнимость между единицами анализа, чтобы обеспечить правильность DEA-анализа.

Количество входов и выходов не имеет ограничений, но чем больше входных и выходных переменных, тем более сложным становится моделирование DEA. Однако, при выборе числа входов и выходов необходимо учитывать, что модель DEA может давать неправильные выводы, если выбрано недостаточное число переменных. Например, если количество входных и выходных переменных недостаточно для полного описания процесса производства, может возникнуть проблема с определением эффективности отдельных единиц. Поэтому выбор числа входов и выходов должен базироваться на экспертном опыте, а также на анализе и интерпретации данных.

2. Практическая часть

Задачей выпускной квалификационной работы являлось определение оценки эффективности издержек, понесенных предприятиями РФ с помощью DEA-анализа, а также расчет оптимального распределения расходов предприятий. Исходные данные получены из отчетов МФСО на 31 декабря 2021 года (таблица 4). Для расчетов и их графических интерпретаций использовался язык программирования Python, а также R Studio.

2.1 Выбор предприятий

Для проведения исследования были выбраны крупнейшие компаний России по капитализации (таблица 3) согласно рейтингу Forbes Global 2000 [11].

Таблица 3 – Список исследуемых компаний по отраслям [12]

<i>Название</i>	<i>Отрасль</i>
Сбербанк России	Банки
Роснефть	Нефтяная и нефтегазовая промышленность
Сургутнефтегаз	Нефтяная и нефтегазовая промышленность
Газпром	Нефтяная и нефтегазовая промышленность
Норникель	Цветная металлургия
Лукойл	Нефтяная и нефтегазовая промышленность

Транснефть	Транспорт и логистика
Новатэк	Нефтяная и нефтегазовая промышленность
Банк ВТБ	Банки
Татнефть	Нефтяная и нефтегазовая промышленность
Группа НЛМК	Черная металлургия
Северсталь	Черная металлургия
Россети	Электроэнергетика
Полюс	Промышленность драгоценных металлов и алмазов
En+ Group	Металлургия, Электроэнергетика
Интер РАО	Электроэнергетика
X5 Group	Розничная торговля
Магнит	Розничная торговля
Московская биржа	Финансы
Магнитогорский металлургический комбинат	Черная металлургия
АФК «Система»	Многоотраслевые холдинги
ПИК	Строительство
РусГидро	Электроэнергетика

2.2 Данные для проведения анализа

Данные для исследования представлены в таблице 4. Программа для расчетов была написана на языке Python, листинг программы представлен в Приложении 1.

В качестве параметров входа выступают операционные издержки и выручка, выхода – капитализация, чистая прибыль.

Операционные расходы – это расходы, связанные с основной деятельностью компании, такие как заработная плата, аренда помещений, налоги и прочие расходы, которые возникают в процессе производства или предоставления товаров и услуг.

Выручка – это общая сумма денег, которую компания зарабатывает от продажи своих товаров и услуг.

Капитализация – это совокупная стоимость всех активов компании, включая здания, оборудование, запасы и другие активы. Капитализация полезна в оценке финансового положения и стабильности компании.

Чистая прибыль – это доход, который остается после вычета из общей выручки всех расходов, включая операционные расходы, налоги и процентные выплаты. Это показатель финансовой эффективности компании, который показывает, сколько денег компания зарабатывает на своих действительных инвестициях.

В расчетах будем использовать модель CCR (CRS), ориентированную на вход (формула 1.1), и позволяющую минимизировать входящие показатели при заданном уровне параметров выхода с постоянной отдачей от масштаба.

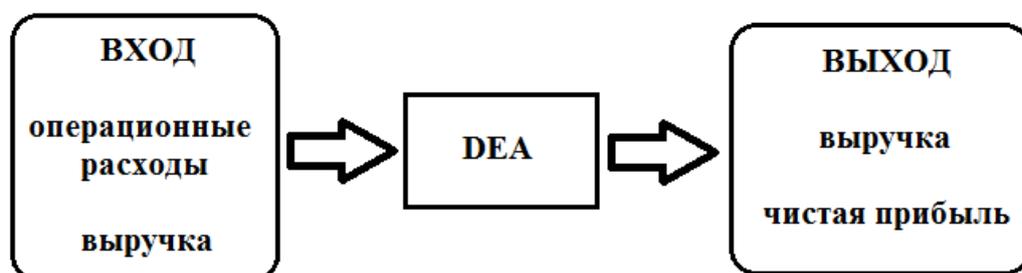


Рисунок 1 – Входы и выходы модели

Таблица 4 – данные для DEA-анализа

Компания	Операционные расходы (вход), млрд руб.	Выручка (вход), млрд руб.	Капитализация (выход), млрд руб.	Чистая прибыль (выход), млрд руб.
Сбербанк России	858,6	-	5365	1251
Роснефть	654	7979	3988	1057
Сургутнефтегаз	36,7	1888	1102	513
Газпром	7681	3068	4089	2093
Норникель	184,9	1185	2255	478,9
Лукойл	509	2874	2936	773,4
Транснефть	519	962	975,2	133
Новатэк	875,2	804,7	3744	421,3
Банк ВТБ	308,8	-	790,6	325,3
Татнефть	136,3	1427	901,4	198,4
Группа НЛМК	127,4	1191	781	371,7
Северсталь	70	835,5	804,5	299,6
Полюс	35,8	288,5	1396	166,9
En+ Group	151,6	1134	272,1	157,8
Интер РАО	-	63,2	413,9	26
X5 Group	469	2205	389,2	44,6
Магнит	330,4	1856	455,7	48,1
Московская биржа	20,5	37,5	246,7	27,6
Магнитогорский металлургический комбинат	80	873,2	426,9	229,3
Московский кредитный банк	29,6	-	156,1	26,2

АФК «Система»	254	912,7	145,5	-8,9
ПИК	26,1	487,8	435,6	103,6
РусГидро	368,7	418,6	350,6	78,4

2.3 Результаты исследования

При расчете коэффициентов эффективности ПАО «Сбербанк», ПАО «ВТБ», ПАО «Интер РАО», ПАО «Московский кредитный банк» были исключены из расчетов в связи с отсутствием части данных.

В результате работы были получены коэффициенты эффективности для каждого предприятия (представлены в таблице 5), согласно концепции DEA-анализа, эффективными считаются объекты с коэффициентом равным единице.

В рамках проведенного исследования только у трех компаний коэффициент эффективности достиг максимального значения ($e_k=1$) т.е. их можно признать эффективными (ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Полюс», ПАО "Московская биржа"), что составляет 16% от числа анализируемых фирм. Средний показатель эффективности в выборке – 0,56.

Среди предприятий, с коэффициентом эффективности меньшим единицы, высокие показатели (0.9-1) выявлены у ПАО «Газпром». У компаний ПАО «Северсталь», ПАО «Новатэк» значение коэффициента находится в диапазоне 0.7-0.9, что соответствует «удовлетворительному» значению.

Таблица 5 – значения коэффициентов эффективности

Порядковый номер	Компания	Коэффициенты эффективности, CRS-input
1	Роснефть	0.29
2	Сургутнефтегаз	1
3	Газпром	0.92
4	Норникель	0.68

5	Лукойл	0.45
6	Транснефть	0.19
7	Новатэк	0.71
8	Татнефть	0.28
9	Группа НЛМК	0.59
10	Северсталь	0.78
11	Полюс	1
12	En+ Group	0.24
13	X5 Group	0.03
14	Магнит	0.09
15	Московская биржа	1
16	Магнитогорский металлургический комбинат	0.54
17	АФК «Система»	0.03
18	ПИК	0.57
19	РусГидро	0.23

При проведении DEA-анализа строят границу эффективности, которая представляет собой линию, соединяющий начало координат и компании на графике таким образом, чтобы угол наклона стал наибольшим. На саму границу и выше попадают только эффективные компании, а те, что оказались ниже признаются неэффективными. По полученным результатам построена граница эффективности в среде R Studio (рисунок 2).

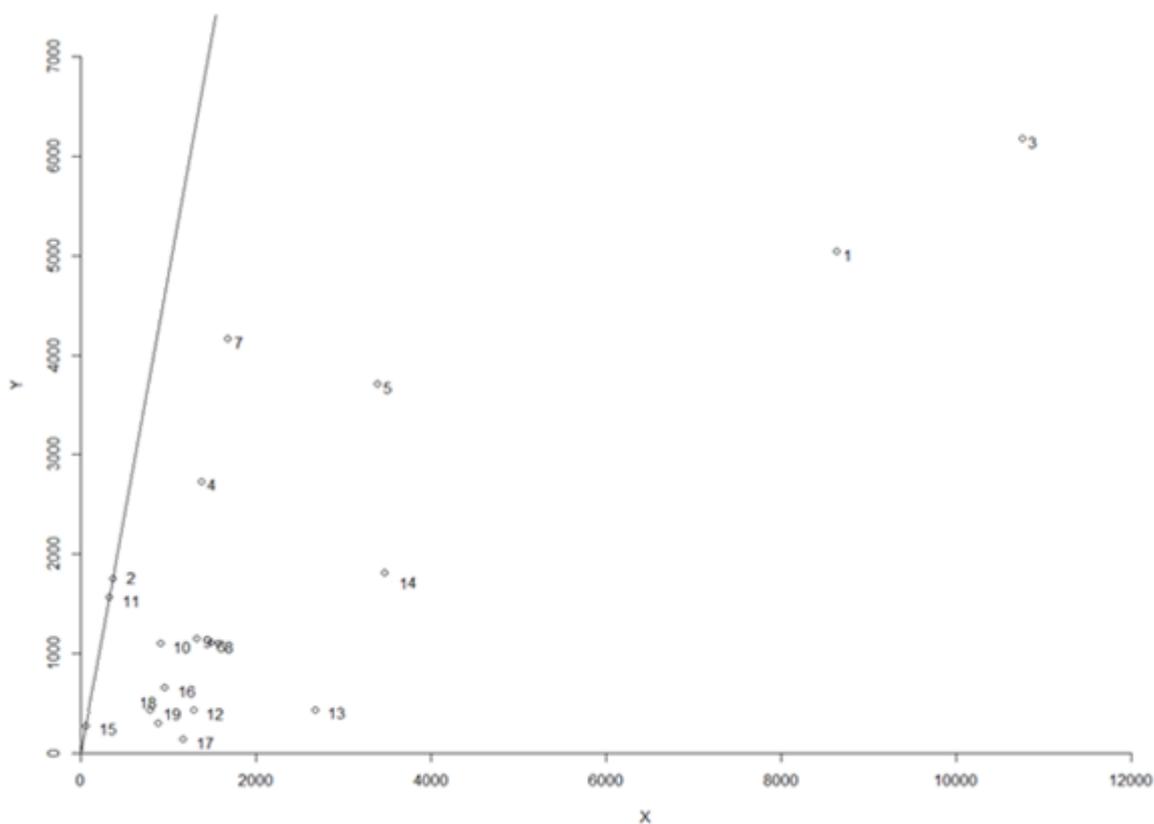


Рисунок 2 – Граница эффективности исследуемых предприятий

На рисунке 2 видим, что на границу эффективности попали компании №2, 11, 15 (ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Полюс», ПАО «Московская биржа») с коэффициентом эффективности равным единице.

С помощью пакета «Benchmarking» в R Studio (приложение 2) получены рекомендуемые входные значения для неэффективных предприятий, которые позволят выйти на границу эффективности, поскольку в расчетах использовалась модель, ориентированная на вход, выходные данные остались неизменны (таблица 6).

Таблица 6 – рекомендуемые значения параметров, при которых достигается эффективность

Номер	Входы/Выходы	Показатель эффективности	Исходные показатели, млрд руб.	Рекомендуемые значения, млрд руб.	Разность абсолютная
1	Роснефть	0,29			

	Операционные расходы		654	189,66	464,34
	Выручка		7979	2313,91	5665,09
	Капитализация		3988	3988	0,00
	Чистая прибыль		1057	1057	0,00
2	Сургутнефтега з	1			
	Операционные расходы		36,7	36,70	0,00
	Выручка		1888	1888,00	0,00
	Капитализация		1102	1102,00	0,00
	Чистая прибыль		513	513,00	0,00
3	Газпром	0,92			
	Операционные расходы		7681	7066,52	614,48
	Выручка		3068	2822,56	245,44
	Капитализация		4089	4089	0,00
	Чистая прибыль		2093	2093	0,00
4	Норникель	0,68			
	Операционные расходы		184,9	125,73	59,17
	Выручка		1185	805,80	379,20
	Капитализация		2255	2255	0,00
	Чистая прибыль		478,9	478,9	0,00
5	Лукойл	0,45			

	Операционные расходы		509	229,05	279,95
	Выручка		2874	1293,30	1580,70
	Капитализация		2936	2936	0,00
	Чистая прибыль		773,4	773,4	0,00
6	Транснефть	0,19			
	Операционные расходы		519	98,61	420,39
	Выручка		962	182,78	779,22
	Капитализация		975,2	975,2	0,00
	Чистая прибыль		133	133	0,00
7	Новатэк	0,71			
	Операционные расходы		875,2	568,88	306,32
	Выручка		804,7	523,06	281,65
	Капитализация		3744	3744	0,00
	Чистая прибыль		421,3	421,3	0,00
8	Татнефть	0,28			
	Операционные расходы		136,3	38,16	98,14
	Выручка		1427	399,56	1027,44
	Капитализация		901,4	901,4	0,00
	Чистая прибыль		198,4	198,4	0,00
9	Группа НЛМК	0,59			
	Операционные расходы		127,4	75,17	52,23
	Выручка		1191	702,69	488,31
	Капитализация		781	781	0,00

	Чистая прибыль		371,7	371,7	0,00
10	Северсталь	0,78			
	Операционные расходы		70	54,60	15,40
	Выручка		835,5	651,69	183,81
	Капитализация		804,5	804,5	0,00
	Чистая прибыль		299,6	299,6	0,00
11	Полюс	1			
	Операционные расходы		35,8	35,80	0,00
	Выручка		288,5	288,50	0,00
	Капитализация		1396	1396,00	0,00
	Чистая прибыль		166,9	166,90	0,00
12	En+ Group	0,24			
	Операционные расходы		151,6	36,38	115,22
	Выручка		1134	272,16	861,84
	Капитализация		272,1	272,1	0,00
	Чистая прибыль		157,8	157,8	0,00
13	X5 Group	0,03			
	Операционные расходы		469	14,07	454,93
	Выручка		2205	66,15	2138,85
	Капитализация		389,2	389,2	0,00
	Чистая прибыль		44,6	44,6	0,00
14	Магнит	0.05			
	Операционные расходы		330,4	49.6	280.8

	Выручка		1856	68.5	1787.5
	Капитализация		455,7	455,70	0,00
	Чистая прибыль		48,1	48,10	0,00
15	Московская биржа	1			
	Операционные расходы		20,5	20,50	0,00
	Выручка		37,5	37,50	0,00
	Капитализация		246,7	246,70	0,00
	Чистая прибыль		27,6	27,60	0,00
16	ММК	0,54			
	Операционные расходы		80	43,20	36,80
	Выручка		873,2	471,53	401,67
	Капитализация		426,9	426,9	0,00
	Чистая прибыль		229,3	229,3	0,00
17	АФК Система	0,03			
	Операционные расходы		254	7,62	246,38
	Выручка		912,7	27,38	885,32
	Капитализация		145,5	145,5	0,00
	Чистая прибыль		-8,9	-8,9	0,00
18	ПИК	0,57			
	Операционные расходы		26,1	14,88	11,22
	Выручка		487,8	278,05	209,75
	Капитализация		435,6	435,6	0,00
	Чистая прибыль		103,6	103,6	0,00

19	РусГидро	0,25			
	Операционные расходы		368,7	84,80	283,90
	Выручка		418,6	96,28	322,32
	Капитализация		350,6	350,6	0,00
	Чистая прибыль		78,4	78,4	0,00

Таким образом, при сокращении затрат, выход останется на прежнем уровне.

3. Социальная ответственность

3.1. Введение

Эффективное расходование ресурсов – один из важнейших этапов успешного функционирования предприятия, которому специалисты уделяют особое внимание. Объектом исследования данной ВКР являются экономические издержки предприятий РФ, а областью применения – математическая экономика (дисциплина, которая использует математические методы для анализа экономических явлений и принятия решений в экономической политике и бизнесе). Оценив эффективность экономических издержек, можно сделать вывод о том, насколько хорошо предприятие смогло оптимизировать свои расходы (они сведены к минимуму, но при этом не ухудшено качество продукции или услуг). Оптимизация расходов также помогает организации успешно конкурировать на рынке и создает условия для долгосрочного успеха. Данное исследование весьма актуально как для самих предприятий, так и для сторонних инвесторов.

Алгоритмическая разработка выполняется с использованием персонального компьютера (ПК) Asus Laptop 15 A516EA-BQ14462, в данном разделе рассматриваются возможные риски и опасности, связанные с работой на ПК, а также влияние этих факторов на окружающую среду и предпринимаемые меры по ее защите в процессе выполнения проекта.

Рабочая зона представляет собой офисное помещение, площадью 16 м², расположена в 10 корпусе ТПУ.

3.2. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения

Перечислим особенности трудового законодательства:

1) нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю, при пятидневной рабочей неделе с двумя выходными – 8-ми часовой рабочий день с часовым перерывом на обед, согласно ст. 94 ТК РФ;

2) в целях обеспечения прав и свобод человека и гражданина работодатель и его представители при обработке персональных данных работника обязаны соблюдать общие требования, указанные в ст. 86 ТК РФ;

Выполнение работы происходит за компьютерным столом. Рабочее место должно удовлетворять требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя»:

1. Конструкция рабочего места и взаимное расположение всех его элементов (сиденье, органы управления, средства отображения информации и т. д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психологическим требованиям, а также характеру работы.
2. Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и (или) методических указаний по безопасности труда.
3. Форму рабочей поверхности различного оборудования следует устанавливать с учетом характера выполняемой работы. Она может быть прямоугольной, иметь вырез для корпуса, работающего или углубление для настольных машин и т. д. При необходимости на рабочую поверхность следует устанавливать подлокотники

Таблица 7 – Высота рабочей поверхности, при организации рабочего места

Наименование работы	Высота рабочей поверхности, мм, при организации рабочего места		
	женщин	мужчин	женщин и мужчин
Очень тонкие зрительные	930	1020	975

работы (сборка часов, гравировка, картография, сборка очень мелких деталей и др.)			
Тонкие работы (монтаж мелких деталей, станочные работы, требующие высокой точности, и др.)	835	905	870
Легкие работы (монтаж более крупных деталей, конторская работа, станочные работы, не требующие высокой точности, и др.)	700	750	725
Печатание на машинке, типографских	630	680	655

станках, перфораторах, легкая сборочная работа более крупных деталей и др.			
---	--	--	--

Таблица 8 – Высота сиденья

Пол работающего	Высота сиденья, мм
Женщины	400
Мужчины и женщины	420
Мужчины	430

3.3. Производственная безопасность

Как и любой производственный процесс, работа с вычислительной техникой сопровождается рядом вредных и опасных факторов. Для идентификации возможных опасных факторов используется ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Анализ возможных опасных и вредных факторов при выполнении ВКР представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
Отклонение параметров микроклимата в помещении	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

Недостаточная освещённость рабочей зоны	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
Повышенный уровень шума на рабочем месте	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»
Пониженная световая и цветовая контрастность	СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»
Опасность поражения электрическим током	ГОСТ Р 58698-2019 «Защита от поражения электрическим током»

3.3.1 Отклонение параметров микроклимата

Понятие микроклимат включает в себя такие показатели как температура, влажность и скорость движения воздуха. Отклонение показателей микроклимата на рабочем месте может серьезно влиять на здоровье работников и повышать риск развития некоторых заболеваний.

СанПиН 1.2.3685-21 устанавливает нормы допустимых показателей микроклимата при работе с компьютерами (табл. 10)

Таблица 10 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне (*категория работ Ia*)

Период года	Температура воздуха, °С	Температура	Относительная	Скорость движения воздуха, м/с
-------------	-------------------------	-------------	---------------	--------------------------------

	диапазон ниже оптималь ных величин	диапазон выше оптималь ных величин	поверхно стей, °С	влажность воздуха, %	для диапазон а воздуха ниже оптималь ных величин, не более	для диапазон а температ ур воздуха выше оптималь ных, не более
Холод ный	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75	0,1	0,1
Тёплы й	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75	0,1	0,1

Отклонение от этих показателей также может привести к уменьшению производительности труда, поэтому важно обеспечивать оптимальные показатели микроклимата на рабочем месте и осуществлять их контроль.

Среди средств нормализации микроклимата можно выделить:

- систему кондиционирования;
- вытяжные системы вентиляции;
- увлажнители воздуха.

3.3.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны означает, что в помещении не хватает естественного или искусственного света для комфортной работы. Это может привести к различным проблемам, таким как:

1. Ухудшение зрения. При недостаточной освещенности глаза напрягаются, что может привести к снижению зрительной способности и глазной усталости.

2. Низкая производительность. Неправильная освещенность может снизить производительность работников из-за усталости глаз и общего дискомфорта.

3. Рост ошибок. Неверные параметры освещенности могут привести к ошибкам в работе, особенно в задачах, требующих точности и внимательности.

4. Увеличение риска травм. В темных или плохо освещенных рабочих зонах повышается риск травм и несчастных случаев.

Нормы естественного, искусственного и совместного освещения регламентируются СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» и представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Требования к освещению помещений

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение		
						Освещённость, лк		
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения
						Всего	В том числе от общего	
Высокая точность	От 0,30 до 0,50	III	в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Тёмный	750	200	300

Для предотвращения недостаточной или избыточной освещенности, следует выполнить следующие действия:

1. Оценить требования к освещению в соответствии с назначением помещения и видом работы, выполняемой в нем.

2. Установить оптимальное количество и мощность источников света, а также расположение светильников.

3. Установить регуляторы освещенности, которые позволят правильно настроить уровень яркости в зависимости от условий освещения.

4. Не устанавливать источники света или светильники слишком близко к рабочим местам или в направлении глаз.

5. Защитить окна от наружного солнечного света или же установить надежные занавески или жалюзи для регулировки уровня естественного освещения.

6. Проводить регулярную техническую проверку и обслуживание светильников и систем электроснабжения помещения.

3.3.3 Повышенный уровень шума

Повышенный уровень шума на рабочем месте может привести к ряду негативных последствий для здоровья и благополучия работников: снижение концентрации и производительности, снижение качества работы, ошибки и недочеты в работе, ухудшение здоровья, включая проблемы со слухом, артериальную гипертензию, бессонницу и даже сердечные заболевания, а также вызвать чувство беспокойства, раздражение и усталость, что может привести к повышенному уровню стресса и даже депрессии.

Общие требования определены в СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Источником шума является компьютер. Допустимый уровень шума определен в таблице 12.

Таблица 12 – Нормируемые параметры шума в октавных полосах частот, эквивалентных и максимальных уровней звука проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и шума на селитебной территории

Назначение помещения или	Для источников постоянного шума		Для источников непостоянного шума	
	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со	Уровни	Эквивалентные	Максимальные
		вни		

территори й	среднегеометрическими частотам, Гц									звук а L(A) , дБА	уровни звука L(Aэкв.), дБА	уровни звука L(Aмакс.) , дБА
	31 ,5	6 3	1 2 5	2 5 0	5 0 0	10 00	20 00	40 00	80 00			
Классные помещени я, учебные кабинеты, учительск ие комнаты, аудитории образоват ельных организац ий, конферен ц-залы, читальные залы библиотек	79	6 3	5 2	4 5	3 9	35	32	30	28	40	40	55

Для снижения уровня шума рекомендуется использовать шумоподавляющее оборудование, например, наушники, акустические перегородки, шумозащитные экраны и др.

3.3.4 Пониженная световая и цветовая контрастность

Отклонение светового и цветового контраста на рабочем месте приводит к усталости глаз, быстрой утомляемости, снижению производительности: из-за отсутствия контраста работник может не заметить важные детали в работе, неправильно интерпретировать информацию и совершить ошибки.

Данный фактор регламентируется СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение», согласно которому контраст объекта различения с фоном считается:

- большим – при K более 0,5 (объект и фон резко отличаются по яркости);
- средним – при K от 0,2 до 0,5 (объект и фон заметно отличаются по яркости);
- малым – при K менее 0,2 (объект и фон мало отличаются по яркости).

Чтобы избежать проблем, необходимо следить за наличием достаточного контраста на рабочем месте и использовать правильное освещение и настройки цветов на мониторе. В случае необходимости можно также применять специальные фильтры для мониторов или контрастные линзы для очков.

3.3.5 Опасность поражения электрическим током

Электробезопасность – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, работающих с электрическими установками, а также на предотвращение аварий и несчастных случаев, связанных с использованием электрической энергии. Ключевыми вопросами электробезопасности являются снижение рисков поражения электрическим током, обеспечение надежности и безопасности электрооборудования, а также обеспечение соответствия работников требованиям нормативных документов и инструкций по электробезопасности. Поражение электрическим током может привести к различным последствиям для человека, включая ожоги кожи и тканей, нарушение сердечного ритма, потерю сознания, остановку дыхания, повреждение нервной системы, мышечную слабость, контрактуры и даже

смерть. Последствия зависят от силы тока, времени, в течение которого человек был подвержен электрическому току, и пути прохождения тока через тело человека.

Соблюдение правил электробезопасности является важным условием для безопасного функционирования многих предприятий, свод правил описан в ГОСТ Р 58698-2019 «Защита от поражения электрическим током».

Таблица 13 – Пороги напряжения для реагирования

Характер реагирования	Пороги напряжения
Реакция испуга	2 В переменный ток
	8 В постоянный ток
Мышечная реакция	20В переменный ток
	40 В постоянный ток

Существует несколько способов для защиты от поражения электрическим током:

1. Заземление.
2. Изоляция.
3. Предохранители и автоматические выключатели.
4. Индикация напряжения.

Важно понимать, что защита от поражения электрическим током - это сложный процесс, который должен быть выполнен только квалифицированными специалистами. Любые попытки самостоятельной установки устройств защиты могут повлечь за собой серьезные последствия.

3.4. Экологическая безопасность

Объект исследования является теоретическим и не оказывает влияния на окружающую среду, однако в ходе работы накапливается мусор офисного помещения, который влияет на *селитебную зону* и должен быть утилизирован в

соответствии с определенным классом опасности или переработан, чтобы не оказывать негативное влияние.

ПК, люминесцентные батарейки, печатные картриджи нуждаются в специальной утилизации, поскольку содержат опасные такие вещества, перечисленные в таблице 8, согласно "ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны".

Таблица 14 – ПДК вредных веществ

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
Аммиак	20,0	4
Ацетон	200,0	4
Стирол	5,0	3
Водород селенистый	0,2	2
Азота оксид	5,0	3
Пыль бумажная (с примесью диоксида кремния менее 2%)	6,0	4

Чтобы максимально снизить негативное воздействие на *литосферу*. При правильном использовании данной процедуры более 90% отходов ПЭВМ и оргтехники могут быть отправлены на вторичную переработку, а менее 10% – на свалку. Утилизация должна соответствовать стандарту ГОСТ Р 53692-2009 "Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов".

Воздействие на *гидросферу* возможно с точки зрения загрязнения сточных вод бытовыми отходами, как итог качество воды снижается. Существует несколько способов минимизировать загрязнение гидросферы бытовыми отходами:

1. Раздельный сбор и переработка отходов.
2. Ограничение использования одноразовых изделий

3. Сокращение использования пластиковых изделий.

4. Сбор и утилизация неопасных бытовых отходов.

Влияние на *атмосферу* оказывается в виде светового загрязнения (излишнее или нежелательное искусственное освещение, которое может негативно повлиять на экосистемы). Это связано с распространением света во время ночных часов в окружающих нас городах и населенных пунктах, которое может создавать отблески, блики. Проблему можно решить использованием более экономных светильников и ламп, например, LED-ламп.

3.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Причинами возникновения пожара при работе с ПК может служить короткое замыкание проводки, в том числе в следствии неисправности прибора, сильный перегрев ПК в результате его использования в режиме повышенной нагрузки. На основании Федерального закона от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 30.04.2021) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» такое возгорание будет соответствовать классу Е (пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением).

Для предотвращения возникновения пожара, необходимо проводить своевременную диагностику оборудования и электрической проводки, обеспечить наличие средств пожаротушения в рабочем помещении, готовых к эксплуатации. Здание, в котором находится помещение с ПК, должно отвечать требованиям пожарной безопасности: необходимо наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, углекислотных огнетушителей ОУ-5 с проверенным клеймом, табличек с указанием направления к эвакуационному выходу. При появлении возгорания необходимо сообщить в службу пожарной охраны адрес и место возникновения пожара.

3.6 Вывод по разделу

В результате выполнения данной работы был проведён профессиональный анализ с учетом нормативно-правовых законодательных актов, экологической безопасности, охраны труда и безопасности жизнедеятельности:

категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ: 1 категория;

группа персонала по электробезопасности согласно Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок: I группа;

категория тяжести труда по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания": категория работ Ia;

категории помещений по взрывопожарной и пожарной опасности согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»: В1-В4;

категория объекта, оказывающего значительное негативное воздействие на окружающую среду согласно Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 "Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий": IV категория.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Основная цель данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, каков бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

Данный раздел, предусматривает рассмотрение следующих задач:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель данной ВКР – оценить эффективность понесенных предприятиями РФ экономических издержек с помощью DEA-анализа.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления

для ее будущего повышения. В таблице 15 показано сравнение данной работы с конкурентными с точки зрения технических и экономических критериев оценки эффективности.

Таблица 15 – Сравнение конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _{к1}	Б _{к2}	Б _ф	К _{к1}	К _{к2}	К _ф
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Актуальность данных	0,2	2	2	5	0,4	0,4	1
2. Информативность данных (представлены наиболее котируемые показатели)	0,3	3	2	3	0,9	0,6	0,9
3. Используемые модели для оценки эффективности	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
4. Наличие графических интерпретаций результата	0,07	1	2	5	0,07	0,14	0,35
5. Перечень компаний, вошедших в исследование	0,03	3	2	4	0,09	0,06	0,12
Экономические критерии оценки эффективности							
6. Цена	0,09	4	3	5	0,36	0,27	0,45
7. Предполагаемый срок эксплуатации	0,02	1	1	3	0,02	0,02	0,06
8. Финансирование научной разработки	0,17	3	3	1	0,51	0,51	0,17
9. Конкурентоспособность продукта	0,01	3	3	4	0,03	0,03	0,04
10. Уровень проникновения на рынок	0,01	3	3	3	0,03	0,03	0,03
Итого	1	27	24	36	2,81	2,36	3,42

Расчет конкурентоспособности, на примере стабильности срабатывания, определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j = 3,42$$

где K – конкурентоспособность проекта;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_j – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что исследование является наиболее актуальным и перспективным, имеет конкурентоспособность.

4.1.2 SWOT-анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ с детальной оценкой сильных и слабых сторон выпускной квалификационной работы, а также его возможностей и угроз.

Первый этап, составляется матрица SWOT, в которую описаны слабые и сильные стороны проекта и выявленные возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде, приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Высокая результативность оценки, полученной данным методом	Сл1. Актуальность данных
С2. Инвестиционная привлекательность, небольшие материальные затраты на реализацию проекта	Сл2. Ограниченный набор русскоязычной литературы для проведения исследования

С3. Низкая конкурентность в отрасли	Сл3. Минимальный расчетный функционал вычислительных программ, препятствующий более сложным расчетам
С4. Получение оценки возможно за короткий промежуток времени, длительные наблюдения не требуются	Сл4. Использование базовых моделей, не учитывающих существующие ограничения
С5. Использование разных формул при подсчете, получение наиболее адекватной оценки	Сл5. Небольшая выборка предприятий
Возможности	Угрозы
В1. Использование современного оборудования на базе ТПУ	У1. Рост стоимость используемого оборудования
В2. Работа с онлайн-библиотеками	У2. Активность компаний-конкурентов
В3. Доступ к платным прикладным программам	У3. Инфляция
В4. Укрепление исследуемых предприятий на рынке	У4. Монетизация используемых в расчетах программ
В5. Расширение спектра услуг анализируемых компаний	У5. Недостоверность данных

На втором этапе на основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. Соотношения параметров представлены в таблицах 17-20.

Таблица 17 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	-	-	-
	B3	-	-	+	-	-
	B4	-	-	-	-	-
	B5	-	-	-	-	-

Таблица 18 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	B1	-	-	-	-	-
	B2	-	+	-	-	-
	B3	-	-	+	-	-
	B4	+	-	-	-	-
	B5	-	-	-	-	+

Таблица 19 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	+	-	-	-
	У2	-	-	+	-	-
	У3	-	+	-	-	-
	У4	+	+	-	-	-
	У5	-	-	-	+	+

Таблица 20 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
		У1	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-
	У4	-	-	+	-	-
	У5	+	-	-	-	-

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 21.

Таблица 21 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
	<p>С1. Высокая результативность оценки, полученной данным методом</p> <p>С2. Инвестиционная привлекательность, небольшие материальные затраты на реализацию проекта</p> <p>С3. Низкая конкурентность в отрасли</p> <p>С4. Получение оценки возможно за короткий промежуток времени,</p>	<p>Сл1. Актуальность данных</p> <p>Сл2. Ограниченный набор русскоязычной литературы для проведения исследования</p> <p>Сл3. Минимальный расчетный функционал вычислительных программ, препятствующий более сложным расчетам</p>

	длительные наблюдения не требуются С5. Использование разных формул при подсчете, получение наиболее адекватной оценки	Сл4. Использование базовых моделей, не учитывающих существующие ограничения Сл5. Небольшая выборка предприятий
Возможности В1. Использование современного оборудования на базе ТПУ В2. Работа с онлайн-библиотеками В3. Доступ к платным прикладным программам В4. Укрепление исследуемых предприятий на рынке В5. Расширение спектра услуг анализируемых компаний	Направления развития В2С2. Доступ к онлайн-библиотекам значительно сокращает себестоимость реализации проекта В3С3. Применение платных программ с широким функционалом увеличивает конкурентоспособность работы	Сдерживающие факторы В2Сл2. Работа с онлайн-источниками компенсирует ограниченность литературы в заданной тематике В3Сл3. Использование платных прикладных программ расширяет спектр возможных манипуляций при проведении исследования
Угрозы	Угрозы развития	Уязвимости:

<p>У1. Рост стоимости используемого оборудования</p> <p>У2. Активность компаний-конкурентов</p> <p>У3. Инфляция</p> <p>У4. Монетизация используемых в расчетах программ</p> <p>У5. Недостоверность данных</p>	<p>У1У3У4С1С2. Стоимость реализации проекта может значительно вырасти при скачке цен на оборудование</p> <p>У2С3. Низкая конкуренция в отрасли стимулирует рост похожих проектов</p>	<p>У4Сл3. Монетизация используемых программ приведет к трудности проведения анализа и росту его себестоимости</p> <p>У5Сл1. Недостоверность и неактуальность данных увеличивают риск получения неправильной оценки</p>
---	--	--

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса научно-исследовательских работ осуществляется в порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для оптимизации работ удобно использовать классический метод линейного планирования и управления.

Результатом такого планирования является составление линейного графика выполнения всех работ. Порядок этапов работ и распределение исполнителей для данной научно-исследовательской работы, приведен в таблице 22.

Таблица 22 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор предприятий для проведения исследования	Инженер

Теоретическая и практическая часть работы	5	Планирование эксперимента	Инженер, научный руководитель
	6	Сбор данных для расчетов	Инженер
	7	Проведение DEA-анализа	Инженер
Обобщение и оценка результатов	8	Обработка полученных данных	Инженер
	9	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	10	Составление пояснительной записки	Инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

При проведении научных исследований основную часть стоимости разработки составляют трудовые затраты, поэтому определение трудоемкости проводимых работ является важным этапом составления сметы.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости использована следующая формула:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}, \quad (4.1)$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

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

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

Зная величину ожидаемой трудоемкости, можно определить продолжительность каждой i -ой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитывается параллельность выполнения работ разными исполнителями. Данный расчёт позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой (4.3):

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (4.3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

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

$k_{кал}$ – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{кал.инж} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48 \quad (4.4)$$

где $T_{кал}$ – общее количество календарных дней в году; $T_{вых}$ – общее количество выходных дней в году; $T_{пр}$ – общее количество праздничных дней в году (2023 год).

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 23.

Таблица 23 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{оэсi}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	1	-	4	-	2,2	-	2,2	3
2. Календарное планирование выполнения работ	2	4	3	2	2,4	3,2	2,8	4
3. Обзор научной литературы	-	5	-	12	-	7,8	7,8	12
4. Выбор предприятий для проведения исследования	-	4	-	7	-	5,2	5,2	8
5. Планирование эксперимента	1	5	3	6	1,8	5,4	3,6	5
6. Сбор данных для расчетов	-	7	-	7	-	7	7	10
7. Проведение ДЕА-анализа	-	17	-	18	-	17,4	17,4	26
8. Обработка полученных данных	-	8	-	17	-	11,6	11,6	17
9. Оценка правильности полученных результатов	3	1	3	3	3	1,8	2,4	4

10. Составление пояснительной записки	-	8	-	12	-	9,6	9,6	14
Итого:	7	59	10	84	9,4	69	69,5	103

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель, Исп. 2 – инженер.

На основе таблицы составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта (таблица 24).

Таблица 24 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	3	█													
2	Календарное планирование выполнения работ	Исп1 Исп2	4	█	█												
3	Обзор научной литературы	Исп2	12		█	█											
4	Выбор предприятий для проведения исследования	Исп2	8			█											
5	Планирование эксперимента	Исп1 Исп2	5			█	█										
6	Сбор данных для расчетов	Исп2	10				█	█									
7	Проведение DEA-анализа	Исп2	26					█	█	█							
8	Обработка полученных данных	Исп2	17								█	█					
9	Оценка правильности полученных результатов	Исп1 Исп2	4										█	█	█		

№	Вид работ	Исп	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность работ											
				февр			март			апр			май		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
10	Составление пояснительной записки	Исп2	14												

Примечание:

 – Исп. 1 (научный руководитель),  – Исп. 2 (инженер)

4.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно-технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР.

4.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это затраты организации на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает затрат всех материалов, используемых при проведении исследования. Результаты расчета затрат представлены в таблице 25. Таблица 25 – материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	340	4	1 200
Картридж для лазерного принтера	3 490	1	3 490
Итого:			8 290

4.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

При выполнении научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ – Asus Laptop 15 A516EA-BQ14462. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года.

Таблица 26 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ ASUS Laptop 15	1	3	50	50

	A516EA- BQ1446				
	Итого	50 тыс. руб.			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$N_A = \frac{1}{n}, \quad (4.5)$$

где n – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{N_A I}{12} \cdot m, \quad (4.6)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.;

m – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 2 года:

$$N_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} = 0,5.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{N_A I}{12} \cdot m = \frac{0,5 \cdot 50000}{12} = 2083 \text{ руб.}$$

4.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата $Z_{осн}$ одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p, \quad (4.7)$$

где $Z_{он}$ – среднедневная заработная плата, руб.; T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 23).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_о} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.}, \quad (4.8)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; $F_о$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 28 раб. дня – $M = 11,2$ месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней – $M = 10,3$ месяца, 6-дневная рабочая неделя.

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_о} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}. \quad (4.9)$$

Должностной оклад работника за месяц:

– для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_о) k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.} \quad (4.10)$$

– для инженера:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_о) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (4.11)$$

где $Z_{мс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; k_{np} – премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_о$ – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 27 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365

Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 28 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, руб$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}, руб$	$Z_{дон}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	9,4	20184,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	69	120273,9
Итого:								140458,5

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 20184,6 = 3027,69 \text{ руб.} \quad (4.12)$$

– для инженера:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 120273,9 = 18041,1 \text{ руб.} \quad (4.13)$$

где $k_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,15).

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{дон}) = 0,3 \cdot (20184,6 + 3027,69) = 6963,7 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

– для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (120273,9 + 18041,1) = 41494,5 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ).

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Сумма 5 статьи затрат, рассчитанных выше, приведена в таблице ниже и используются для расчета накладных расходов.

Таблица 29 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
1375	8290	140458,5	21068,8	48458,2	198581,7

Величина накладных расходов определяется по формуле (4.16):

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{нр} = 198581,7 \cdot 0,2 = 39716,3 \text{ руб.}, \quad (4.16)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,2.

4.3.6 Бюджет НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ «Оценка эффективности понесенных предприятиями РФ экономических издержек с помощью DEA-анализа» по

форме, приведенной в таблице 30. В таблице также представлено определение бюджета затрат двух конкурирующих научно-исследовательских проектов.

Таблица 30 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
		Текущий Проект	Исп.2	Исп.3	
1	Материальные затраты НИР	8290	14950	1200	Пункт 4.3.1
2	Затраты на специальное оборудование	1375	7895	5900	Пункт 4.3.2
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	140458,5	178555	145638	Пункт 4.3.3
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	21068,8	26783,25	21845,7	Пункт 4.3.3
5	Отчисления во внебюджетные фонды	48458,2	61601,48	50245,11	Пункт 4.3.4
6	Накладные расходы	39716,3	57956,95	44965,76	Пункт 4.3.5
Бюджет затрат НИР		259366,8	347741,7	269794,6	Сумма ст. 1-6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в процессе оценки бюджета затрат трех вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принят за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.17)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения.

$\Phi_{\text{текущ.проект}} = 259366,8$ руб, $\Phi_{\text{исп.1}} = 347741,7$ руб, $\Phi_{\text{исп.2}} = 269794,6$ руб.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{259366,8}{347741,7} = 0,75;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{347741,7}{347741,7} = 1;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{269794,6}{347741,7} = 0,78.$$

В результате расчета консолидированных финансовых показателей по трем вариантам разработки вариант 1 (текущий проект) с меньшим перевесом признан считается более приемлемым с точки зрения финансовой эффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР (I_{pi}) определен путем сравнительной оценки их характеристик, распределенных с учетом весового коэффициента каждого параметра (таблица 31).

Таблица 31 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
Критерии				
1. Надежность	0,15	3	2	2

2. Удобство в эксплуатации (потребителю легко ориентироваться в результатах)	0,2	5	3	3
3. Срок полезного использования	0,2	5	2	1
4. Способствует экономическому росту предприятий	0,3	3	3	3
5. Стоимость	0,15	5	4	4
ИТОГО	1	4,1	2,8	2,6

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p-исп1} = 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 = 4,1;$$

$$I_{p-исп2} = 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 = 2,8;$$

$$I_{p-исп3} = 2 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,2 + 1 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 = 2,6.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки вычисляется на основании показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (20)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,1}{0,75} = 5,47, \quad I_{исп.2} = \frac{2,8}{1} = 2,8, \quad I_{исп.3} = \frac{2,6}{0,78} = 3,33.$$

Далее интегральные показатели эффективности каждого варианта НИР сравнивались с интегральными показателями эффективности других вариантов с целью определения сравнительной эффективности проекта (таблица 32).

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,75	1	0,78
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,1	2,8	2,6
3	Интегральный показатель эффективности	5,47	2,8	3,33

4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,51	0,48
---	--	---	------	------

Сравнение среднего интегрального показателя сопоставляемых вариантов позволило сделать вывод о том, что наиболее финансово- и ресурсоэффективным является вариант 1 (текущий проект). Наш проект является более эффективным по сравнению с конкурентами.

4.5 Выводы по разделу

В результате выполнения целей раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор одного из вариантов реализации НИР как наиболее подходящего и оптимального по сравнению с другими.

2. В ходе планирования для руководителя и инженера был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей. Определено следующее: общее количество календарных дней для выполнения работ составляет 103 дней; общее количество дней, в течение которых работал инженер, составляет 100 дней; общее количество дней, в течение которых работал руководитель, составляет 16 дней;

3. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 259366,8 руб;

4. Результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,75, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,1, по сравнению с 2,8 и 2,6;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,47, по сравнению с 2,8 и 3,33, и является наиболее высоким, что означает, что

техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

Заключение

В результате выполнения работы получены следующие основные результаты:

1. Проведен анализ экономической эффективности по CRS-input модели DEA для крупнейших по капитализации российских компаний. Эффективными оказались лишь 16% от исследуемых предприятий, а именно: ПАО «Сургутнефтегаз», ПАО «Полюс», ПАО «Московская биржа». Наблюдается качественное управление бизнес-процессами в данных компаниях.

2. Построена граница эффективности предприятий, на которую попали только компании с показателем, равным единице. При этом средний показатель эффективности по выборке предприятий составил 0,56.

3. Предприятиям с эффективностью меньшей единицы рекомендуется уделить особое внимание антикризисному управлению. В работе для них были рассчитаны рекомендуемые значения входов, чтобы значения выходов при сокращении понесенных затрат остались неизменными. Достижение рекомендуемых значений входов позволит таким «неэффективным» предприятиям выйти на границу своей эффективности.

Список литературы

1. Lovell, C.A.K., Richardson, S., Travers, P. and Wood, L.L. (1994) Resources and functionings: a new view of inequality in Australia, in Models and Measurement of Welfare and Inequality, W. Eichorn (Ed.), Springer-Verlag, Berlin, 787-807.
2. Лисситса, А. Анализ оболочки данных (DEA) – современная методика определения эффективности производства / А. Лисситса, Т. Бабичева. – Галле : Discussion Paper, 2003. – 38 с
3. Лебедева Марина Евгеньевна Инструментально-методические основы оценки эффективности банков // ВЭПС. 2013. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumentalno-metodicheskie-osnovy-otsenki-effektivnosti-bankov> (дата обращения: 18.05.2023).
4. Рукавицына Т. А., Смолин В. В. Реализация метода DEA для диагностики финансового состояния предприятий // Сибирский аэрокосмический журнал. 2008. №3 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-metoda-dea-dlya-diagnosticski-finansovogo-sostoyaniya-predpriyatiy> (дата обращения: 18.05.2023).
5. Поляков Константин Львович, Полякова Марина Васильевна, Жукова Людмила Вячеславовна СТРУКТУРА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА МЕНЕДЖМЕНТА РОССИЙСКИХ БАНКОВ // Экономический журнал ВШЭ. 2022. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-otsenki-kachestva-menedzhmenta-rossiyskih-bankov> (дата обращения: 18.05.2023).
6. Моргунов Е.П., Моргунова О.Н. Обзор программного обеспечения, реализующего метод Data Envelopment Analysis // Решетневские чтения. 2018. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-programmnogo-obespecheniya-realizuyuschego-metod-data-envelopment-analysis> (дата обращения: 18.05.2023).
7. Аде Елизавета Витальевна, Филимонова Ирина Викторовна СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА DEA // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2021. №4.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-effektivnosti-neftegazovyh-kompaniy-s-ispolzovaniem-metoda-dea> (дата обращения: 18.05.2023).

8. Пустовалова Татьяна Александровна, Маркова Анастасия Вячеславовна Оценка качества управления коммерческим банком с помощью DEA-моделирования // Экономика и управление. 2016. №4 (126). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-upravleniya-kommercheskim-bankom-s-pomoschyu-dea-modelirovaniya> (дата обращения: 18.05.2023).

9. Elena A. Fedorova, Yuri A. Zelenkov, Anastasiya A. Tkachenko, Fedor Yu. Fedorov Evaluating the Effectiveness of Pension Fund Management Companies Based on the DEA (Data Envelopment Analysis) // Корпоративные финансы. 2017. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/evaluating-the-effectiveness-of-pension-fund-management-companies-based-on-the-dea-data-envelopment-analysis> (дата обращения: 18.05.2023).

10. Микроэкономическая теория: фирма в производстве и в сфере обмена : учеб. пособие / Н. П. Боголюбова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 192 с.

11. Murphy A., Contreras I. The Global 2000 2022 / MURPHY A., CONTRERAS I. [Электронный ресурс] // Forbes : [сайт]. — URL: <https://www.forbes.com/lists/global2000/?sh=51d94be5ac04> (дата обращения: 15.05.2023).

12. Рейтинг крупнейших компаний России / [Электронный ресурс] // Эксперт : [сайт]. — URL: <https://expert.ru/expert400/2021/> (дата обращения: 23.05.2023).

13. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003913> (дата обращения: 18.05.2023).

14. Трудовой кодекс (ТК РФ) «Рабочее время»// Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://base.garant.ru/12125268/> (дата обращения: 18.05.2023).

15. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений // Электронный фонд правовой и 108 нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. 2021. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/901704046> (дата обращения: 18.05.2023).

16. СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456054197> (дата обращения: 18.05.2023).

17. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 18.05.2023).

18. ГОСТ Р 58698-2019 «Защита от поражения электрическим током» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200170001> (дата обращения: 18.05.2023).

19. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 18.05.2023).

20. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 18.05.2023).

21. ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200081740> (дата обращения: 18.05.2023).

22. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. N 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/573292854> (дата обращения: 18.05.2023).

23. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ// Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения: 18.05.2023).

Приложение 1. Программный код для реализации решения методом Data Envelopment Analysis (DEA).

```
import numpy as np

from scipy.optimize import fmin_slsqp

class DEA_(object):

    def __init__(self, inputs, outputs):

        # исходный данные

        self.inputs = inputs

        self.outputs = outputs

        # параметры

        self.n = inputs.shape[0]

        self.m = inputs.shape[1]

        self.r = outputs.shape[1]

        # итераторы

        self.unit_ = range(self.n)

        self.input_ = range(self.m)

        self.output_ = range(self.r)

        # результирующие массивы

        self.output_w = np.zeros((self.r, 1), dtype=np.float64)

        self.input_w = np.zeros((self.m, 1), dtype=np.float64)

        self.lambdas = np.zeros((self.n, 1), dtype=np.float64)

        self.ency = np.zeros_like(self.lambdas)
```

```

def __efficiency(self, unit):

    # эффективность

    den = np.dot(self.inputs, self.input_w)

    num = np.dot(self.outputs, self.output_w)

    return (num/den)[unit]

def __aim(self, x, unit):

    in_w, out_w, lambdas = x[:self.m], x[self.m:(self.m+self.r)],
x[(self.m+self.r):]

    den = np.dot(self.inputs[unit], in_w)

    num = np.dot(self.outputs[unit], out_w)

    return num/den

def __limit(self, x, unit):

    in_w, out_w, lambdas = x[:self.m], x[self.m:(self.m+self.r)],
x[(self.m+self.r):]

    lim= []

    for input in self.input_:

        t = self.__aim(x, unit)

        lhs = np.dot(self.inputs[:, input], lambdas)

        cons = t*self.inputs[unit, input] - lhs

        lim.append(cons)

    for output in self.output_:

        lhs = np.dot(self.outputs[:, output], lambdas)

```

```

        cons = lhs - self.outputs[unit, output]

        lim.append(cons)

    for u in self.unit_:

        lim.append(lambdas[u])

    return np.array(lim)

def __optimize(self):

    d = self.m + self.r + self.n

    for unit in self.unit_:

        x0 = np.random.rand(d) - 0.5

        x0 = fmin_slsqp(self.__aim, x0, f_ieqcons=self.__limit, args=(unit,))

        self.input_w, self.output_w, self.lambdas = x0[:self.m],
x0[self.m:(self.m+self.r)], x0[(self.m+self.r):]

        self.ency[unit] = self.__ency(unit)

def fit(self):

    self.__optimize() # оптимизация

    return self.ency

if __name__ == "__main__":

    input_data = np.array([ #значения входа

        [654, 7979],

        [36.7,1888],

        [7681,3068],

        [184.9, 1185],

```

[509, 2874],
[519, 962],
[875.2, 804.7],
[136.3, 1427],
[127.4, 1191],
[70, 835.5],
[35.8, 288.5],
[151.6, 1134],
[469, 2205],
[330.4, 1856],
[20.5, 37.5],
[80, 873.2],
[254.2, 912.7],
[26.1, 487.8],
[368.7, 418.6]

)

output_data = np.array([# значение выхода

[3988, 1057],
[1102, 513],
[4089, 2093],
[2255, 478.9],
[2936, 773.4],

```
[975.2, 133],  
[3744, 421.3],  
[901.4, 198.4],  
[781, 371.7],  
[804.5, 299.6],  
[1396, 166.9],  
[272.1, 157.8],  
[389.2, 44.6],  
[455.7, 48.1],  
[246.7, 27.6],  
[426.9, 229.3],  
[145.5, -8.9],  
[435.6, 103.6],  
[350.6, 78.4]
```

```
])
```

```
dea = DEA_(input_data, output_data)
```

```
result = dea.fit()
```

```
print(result)
```

Приложение 2. Программный код для построения границы эффективности и поиска оптимальных значений в R Studio

```
install.packages("benchmarkme")

install.packages("Benchmarking")

require(Benchmarking)

data<- read.delim('clipboard')

data1=data[,-1]

rownames(data1)<-data[,1]

data1

x=cbind(data1$Оп.расходы,data1$Выручка)

y=cbind(data1$Капитализация, data1$Чист..пр.)

dea.direct(x, y, DIRECT, RTS="crs", ORIENTATION="in")

dea.plot.frontier(x,y, RTS="crs", txt=TRUE)

efficiency <- dea(x,y)

data.frame(data$Компания, efficiency[["eff"]])
```