

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра математического и компьютерного моделирования

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент, руководитель
учебного центра

_____/ Н.А. Пашкова

« ____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой МиКМ,
д-р физ.-мат. наук, доцент

_____/ С.А. Загребина

« ____ » _____ 2019 г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
ЮУрГУ–01.03.02.2019.029.ВКР

Руководитель работы, ст. препода-
ватель МиКМ

_____/ М.С. Фокина

« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,

студент группы ЕТ-416

_____/ А.О. Федорова

« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер,

доцент кафедры МиКМ,

канд. физ.-мат. наук

_____/ Т.А. Макаровских

« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

Выпускная квалификационная работа выполнена мной совершенно самостоятельно. Все использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра математического и компьютерного моделирования

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой МиКМ,
_____ С.А. Загребина
_____ 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Федоровой Антонины Олеговны

Группа ЕТ-416

1 Тема работы

Совершенствование математического моделирования экологической ситуации на примере Челябинской области утверждена приказом по университету от «25» апреля 2019 г. № 899.

2 Срок сдачи студентом законченной работы
«02» июля 2019 г.

3 Исходные данные к работе

- Статистические открытые данные состояния экологической обстановки Челябинской области

4 Содержание пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

4.1 Описание общих характеристик экологической обстановки Челябинской области.

4.2 Составление математической модели по статистическим показателям экологии Челябинской области

4.3 Тестирование математической модели.

4.4 Моделирование коэффициента экологической эффективности предприятия.

4.5 Разработка программного обеспечения для реализации расчета коэффициента.

4.6 Анализ эффективности и оценка качества разработанного продукта.

5 ГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование разделов курсовой работы (проекта)	Срок выполнения разделов работы (проекта)	Отметка о выполнении руководителя
Изучение теоретического материала	12.02.2019- 17.03.2019	
Изучение структуры индекса ЕРІ	18.03.2019- 09.04.2019	
Составление математической модели	10.04.2019- 18.04.2019	
Тестирование математической модели	19.04.2019- 14.05.2019	
Нормоконтроль	25.06.2019	
Защита выпускной квалификационной работы	02.07.2019	

Дата выдачи задания « ___ » _____ 2019 г.

Руководитель работы _____ /М.С. Фокина/

Задание принял к исполнению _____ /А.О. Федорова/

АННОТАЦИЯ

Федорова, А.О. Совершенствование математического моделирования экологической ситуации на примере Челябинской области/А.О. Федорова Челябинск: ЮУрГУ, ЕТ-416, 2019.– 49с., 14 рис., 9 табл., библиогр. список – 12 наим., 3 прил.

В выпускной квалификационной работе анализируются проблемы экологической безопасности в Челябинской области. Выявлены особенности понимания экологической безопасности. Разработана математическая модель влияния экологических факторов предприятия на производство и их взаимосвязь. Смоделирован коэффициент экологической эффективности предприятия. Реализована программа для его расчёта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ	15
1.1 Экологические проблемы Челябинской области	15
1.2 Исследования решения экологических проблем Челябинской обл.	18
1.3 Методы исследования экологии.....	20
1.4 Решение экологических проблем: пути и способы	22
2 СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИНДЕКСА ЕРІ	25
2.1 Динамика индекса ЕРІ в России.....	25
2.2 Структура индекса ЕРІ	26
3 АНАЛИЗ ДАННЫХ.....	32
3.1 SWOT-анализ экологической ситуации Челябинской области	32
3.2 Анализ данных для построения математической модели	34
4 ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ	37
4.1 Уравнение множественной регрессии.	37
4.2 Расчет парных коэффициентов корреляции R.....	37
4.3 Анализ параметров уравнения регрессии.....	41
4.4 Показатели тесноты связи факторов с результатом.....	42
4.5 Сравнительная оценка влияния анализируемых факторов на результативный признак.	43
4.6 Индекс множественной корреляции	43
4.7 Проверка общего качества уравнения множественной регрессии	44
5 КОЭФФИЦИЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ	47
5.1 Математическое обоснование.....	47
5.2 Алгоритм программы	48
5.3 Программное обеспечение	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	53
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Среди трудно разрешимых для общества проблем наиболее существенной по своему воздействию на социальную сферу и общественное сознание представляется экологическая проблема. Наиболее остро она встает перед крупными регионами, в которых развита промышленность и есть города-мегаполисы. Главным образом это связано с чрезмерной концентрацией на таких территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия.

Охрана окружающей среды и рациональное природопользование являются приоритетными задачами, так как от их решения зависят жизнь на Земле, здоровье и благосостояние каждого человека. В этих условиях от специалистов требуется компетентность в данной области, задача, стоящая перед ними, состоит в том, чтобы вовремя и правильно оценить сложившуюся ситуацию, оптимизировать хозяйственные действия, выбрав тем самым, тактику взаимодействия человека и природы, выработать стратегию охраны окружающей среды и поднять ее до уровня управления.

В современных условиях особую актуальность приобретает необходимость совершенствования управления экологическими процессами и безопасностью жизнедеятельности населения в регионе.

Управление социально-экологическими процессами нуждается в поиске принципиально новых направлений выработки единой экологической политики в регионе.

Для Южного Урала, характерны такие же экологические проблемы, что и для других регионов страны, а именно: загрязнение атмосферы, деградации кормовых и земельных и угодий, загрязнений подземных и поверхностных вод[3].

Вместе с тем существует целый ряд проблем, свойственных только этому краю, связанных как с особенностями его природной среды, так и с экологической нагрузкой промышленных предприятий. Центральное расположение Челябинской области на стыке Европейской России, с её культурными и промышленными традициями, и Сибири, с её энергетическими и минеральными ресурсами, создавали

и создают весьма благоприятные условия для экономического и культурного развития области [2].

По объемам произведенной продукции, черная металлургия Челябинской области не имеет себе равных в России. Она представлена металлургическими комбинатами Магнитогорска и Челябинска, заводами Златоуста, предприятиями по производству стальных труб и ферросплавов. В области также производят медь, никель и огнеупорные материалы из магнезита. Предприятия этой отрасли являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Самыми «грязными», с экологической точки зрения, являются города: Челябинск, Магнитогорск и Карабаш. Основной вид загрязнения – тяжелые металлы. Кроме них в почве и воздухе повышенная концентрация бензапирена, ртути, свинца, хрома, марганца. Выбросы в атмосферу отработанных газов производств и автотранспорта содержат оксиды азота и углерода, сажу, свинец и другие токсичные вещества.

Добывающая промышленность оставила после себя карьеры до 200 метров в глубину и отвалы породы до 70 метров в высоту, которые и внешне и, по сути, схожи на безжизненные пейзажи Луны.

Стоки промышленных и коммунальных предприятий, содержащие нитраты, фосфаты, аммиак, нефтепродукты, те же тяжелые металлы, сбрасываются в реки области: Теча, Миасс, Урал и Ай. Содержание солей и железа в них значительно повышена [3].

Эффективность региональной экологической политики на современном этапе зависит от действенности форм и механизмов взаимодействия государственных экологических структур и широкой общественности в решении экологических проблем, уровня осознания субъектами экологической политики остроты сложившейся экологической ситуации.

Актуальность выбранной темы исследования определяется, тем, что в теоретическом плане отсутствует целостная концепция единой экологической политики в Челябинской области.

Цель выпускной квалификационной работы — создание математической модели и на ее основе моделирование экологических показателей Челябинской области, разработка рекомендаций по формированию единой экологической политики в Челябинской области.

Задачи:

- рассмотреть основные проблемы экологии Челябинской области;
- рассмотреть основные математические методы, используемые для моделирования различных задач, связанных с экологией;
- разработать математическую модель влияния экологических факторов на производство;
- смоделировать новый коэффициент экологической эффективности предприятия, а также его программная реализация;
- реализовать расчет коэффициента в программной среде;
- проанализировать полученные результаты и сформулировать рекомендации для улучшения состояния экологической обстановки Челябинской области.

Объектами исследования являются экологические показатели Челябинской области.

Предмет исследования — управление экологическими процессами для обеспечения безопасности жизнедеятельности населения на региональном уровне.

Информационная база включает в себя учебники по экономико-математическому моделированию за авторством (Фомина Г.П., Кундышевой Е.С., и др.), фундаментальные научные статьи по теме за авторством (Вихровой А.С. и Рядчик В.А.).

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка (12 наименований) и 3 приложений.

Во введении представлена актуальность анализируемой темы выпускной квалификационной работы, показаны цели и задачи, определен объект, предмет исследований, обосновывается информационная база и приводится краткое содержание работы.

В главе 1 рассматриваются экологические проблемы Челябинской области, проводимые исследования и способы улучшения экологической обстановки.

В главе 2 . проводится обзор и анализ динамики индекса ЕРІ на примере России.

В главе 3 анализируются и систематизируются показатели экологической обстановки Челябинской области с целью выявления (подтверждения, корректировки) статистических закономерностей, сжатие, усреднение содержащихся в исходных данных информации, а также систематизируются данные для построения математической модели.

В главе 4 выполняется построение математической модели влияния экологических факторов на производство и проверка ее адекватности.

В главе 5 моделируется коэффициент экологической эффективности предприятия, а также выполняется его программная реализация.

В заключении приводятся основные результаты работы, формулируются выводы и рекомендации, описываются направления дальнейших исследований.

В приложениях представлены техническое задание, руководство пользователя и листинг программы.

1 ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

1.1 Экологические проблемы Челябинской области

Для Южного Урала, характерны такие же экологические проблемы, что и для других регионов страны, а именно: загрязнение атмосферы, деградации кормовых и земельных и угодий, загрязнений подземных и поверхностных вод[3].

Достаточно высокая концентрация промышленных предприятий с технологическими процессами создают напряжённую экологическую обстановку в ряде районов области.

На каждого жителя страны из атмосферы выпадает 372 кг вредных веществ в год [4]. В Челябинской области данный показатель варьируется в диапазоне от 200 до 2000 кг[4]. Предприятия топливной энергетики, электродные, коксохимические, а также другие предприятия металлургического комплекса являются основными загрязнителями воздуха. В составе загрязняющих веществ находятся и особо опасные [6]:

- 1) бензапирен;
- 2) ртуть;
- 3) свинец;
- 4) хром;
- 5) марганец;
- 6) множество газообразных веществ.

В любую погоду над Челябинском можно наблюдать **смог**, который является результатом деятельности электродного завода, Челябинской ГРЭС, ЧЭМК и нескольких Челябинских ТЭЦ. На долю электростанций приходится порядка 20 % всех фиксируемых выбросов.

Сброс сточных вод в пригородные водоёмы составляет до 900 млн. куб мв год. Основными приёмниками загрязнённых вод являются бассейны рек Миасс, Ай, Урал, Теча. В данных реках наблюдается скопление нитратов, фосфатов, ам-

миака, нефтепродуктов, металлов. В результате в нескольких районах области подземные воды отличаются повышенной минерализацией и содержанием железа.

Основные проблемы городских водоёмов:

- цветение и бактериальное загрязнение и Шершневого водохранилища;
- многочисленные несанкционированные свалки по берегам водоёмов;
- активная застройка большей части береговой полосы; ведение хозяйственной деятельности в зонах, относящихся к источникам питьевого водоснабжения;
- не соответствующее нормативам состояние городской ливневой канализации;
- загрязнение водоёмов стоками предприятий города и частной жилой застройки.

Состояние зелёных зон, лесов и парков. На территории города расположено порядка десяти довольно крупных скверов и семь парков, среди которых — ЦПКиО им. Ю. А. Гагарина, являющийся одним из лучших в России. Ботанические памятники природы областного значения представляют два бора — Каштакский и Челябинский, которые занимают соответственно 1085,0 га и 1166,96 га. К наиболее значимому фактору, угнетающему и полностью уничтожающему естественную растительность, относится значительная рекреационная нагрузка на лесной массив.

Основными проблемами зелёных зон являются:

- низкая степень озеленения территории города;
- массовая вырубка лесов (площадь ежегодно вырубаемых в области лесов составляет 10–12 тыс. га [5]);
- незаконная рубка зелёных насаждений и повреждение газонов;
- недостаточный и неэффективный уход за высаживаемыми растениями;
- значительное количество старовозрастных деревьев.

Утилизация и переработка разных видов отходов является одной из актуальных проблем Челябинской области уже несколько десятилетий. В 1970 году закрылся полигон для твердых бытовых отходов, а альтернатив так и не появилось, как и новых мусорных свалок. Таким образом, все места для отходов, которые сейчас используются, являются незаконными.

В Челябинской области **большое количество предприятий атомной промышленности**, и крупнейшее из них – «Маяк». На этих объектах изучают и испытывают материалы атомной индустрии, утилизируют и перерабатывают ядерное топливо. Также здесь производятся различные приборы для этой сферы. Используемые технологии и методики несут огромную опасность для состояния биосферы. В результате в атмосферу поступают радиоактивные вещества. Кроме того, периодически происходят небольшие чрезвычайные происшествия, а порой и крупные аварии на предприятиях, например, в 1957 году был взрыв. Самыми загрязненными городами области являются такие населенные пункты:

- Челябинск;
- Магнитогорск;
- Карабаш.

Томинский горно-обогатительный комбинат — крупнейший инвестиционный проект РМК и один из наиболее масштабных и высокотехнологичных проектов последних лет в горнодобывающей отрасли России. Расположение объекта в непосредственной близости от Челябинска: около 30 километров до центра города, 15 километров до границы с Советским районом и 10 километров до Шершневого водохранилища. До Коркино и ближайших населенных пунктов Сосновского района (поселки Шумаки, Дубровка и другие) расстояние составит до двух километров. Ближе всего (270 метров) находится деревня Томино с населением 122 человека, которые будут переселены.

Возможные экологические проблемы Челябинской после запуска Томинского ГОКа.

1. Загрязнение Шершневого водохранилища и даже возможный уход

воды из него в результате углубления карьера.

2. Есть предположения, что «хвостохранилище», которое представляет собой огромный резервуар с жидкими токсичными отходами производства, неминуемо загрязнит подземные воды, что приведет к экологической катастрофе всего региона.

3. Выбросы отработанного воздуха вызовут токсичные осадки, дышать станет практически нечем.

1.2 Исследования решения экологических проблем Челябинской обл.

В настоящее время проводятся различные мероприятия по улучшению экологии в Челябинской области. В 2012-2018 годах были завершены 35 водохранных объектов, в том числе очистные сооружения мощностью 1100 куб. метров в сутки, канализационные коллекторы протяженностью 14,5 тыс. километров. Сокращены сбросы загрязненных сточных вод в реки Миасс, Урал, Ай, озеро Большой Сарыкуль.

На промплощадке ПО "Маяк" накоплено более 1 млрд Ки активности жидких и твердых радиоактивных отходов. Значительная часть их депонирована в открытых природных средах. Особую тревогу вызывает оз. Карачай, в котором находится около 120 млн Ки, и каскад радиоактивных водоемов на р. Тече. Под озером образовалась линза радиоактивно-загрязненных подземных вод, которая движется вдоль меридионального разлома. В южном направлении она уже прошла под ложем р. Мишеляка, притока р. Течи, в которую отмечены выходы радиоактивности.

Разработка комплексов научных рекомендаций по оздоровлению радиационно-экологической ситуации была начата в 1990 г. в рамках специально созданных комиссий АН СССР и президента СССР в этапах разработки, научного обеспечения и реализации программных мер. Институт принимал непосредственное участие. При подготовке Государственной программы РФ по радиационной реабилитации Уральского региона и мерах оказания помощи пострадавшему

населению на период 1992—1995 гг. ИПЭ от имени УрО РАН разрабатывал ее научный раздел. В период реализации Программы Институт обеспечивал координацию научных исследований.

Экономические условия в стране не позволили реализовать программу в полном объеме. В результате при участии Института была разработана и утверждена новая Федеральная целевая программа на период до 2000 г. В настоящее время программа осуществляется социальной реабилитации и радиационной безопасности региона.

За минувшие восемь лет под научным руководством Института и при его непосредственном участии выполнены комплексные исследования долгосрочных последствий радиоактивного загрязнения для окружающей среды, здоровья населения, социально-экономической сферы пострадавших территорий. Получены результаты фундаментального характера, заставившие принципиально пересмотреть концепцию реабилитации населения и территории.

По данным Госкомстата России на 01.01.2017 на предприятиях Уральского региона размещено около 400 млн т **токсичных отходов** всех классов опасности, из которых почти 40 % — на территории Свердловской области. Особую тревогу вызывают токсичные отходы первого класса опасности (отходы гальванических производств, отходы, содержащие ртуть, хлорорганику, хром и др.) [5]. Таких отходов ежегодно на предприятиях УЭР образуется 65.5 % от общего их количества по Российской Федерации.

Аналогичное зонирование региона по состоянию здоровья населения, включающее первичную заболеваемость по разным видам болезней, новообразования, врожденные аномалии, болезни органов дыхания, пищеварения, эндокринной и костно-мышечной систем, болезни кожи, грипп, ОРВИ. Для Челябинской области ведущим фактором, определяющим состояние здоровья населения, является экологическая обстановка. Для Свердловской, Пермской и Оренбургской областей экологический фактор один из определяющих. Для Курганской области, Башкортостана он является фактором второго порядка.

Существуют также работа, в которой представлена информация о загрязнении атмосферного воздуха города, полученная на основе наблюдений с метеорологических станций, расположенных на его территории. После проведения исследования, получена сводная информация о состоянии атмосферного воздуха, наиболее загрязненных районах, содержании вредных веществ в атмосфере [7] и статья, в которой анализируются проблемы обеспечения населения качественной питьевой водой, а так же изучается проблема безопасности питьевой воды [8].

1.3 Методы исследования экологии

Для современных экологических исследований характерна ориентация на количественную оценку изучаемых объектов и процессов (учет численности организмов в единицах пространства и времени, встречаемости, возрастной и половой структуры популяций, плодовитости, продуктивности, заболеваемости, загрязненности среды, силы действия ее факторов, прогноз на будущее и т.п.). Поэтому, как меняются показатели исследуемого объекта, можно судить о его состоянии на данный момент и выявить стабильность или тенденции к изменениям, скорость, размеры и направление изменений.

Методы исследования экологии можно разделить на следующие группы.

1. **Полевые методы** предполагают изучение экологических явлений непосредственно в природе. Они помогают установить взаимосвязи организмов, видов и сообществ со средой, выяснить общую картину развития и жизнедеятельности биосистем. Полевые исследования имеют для экологии первостепенное значение, так как позволяют представить общую картину развития природы в конкретных условиях того или иного региона.

2. **Маршрутные методы** используются для: выяснения наличия на исследуемой территории экологических объектов (например, тех или иных жизненных форм организмов, экологических групп, фитоценозов, охраняемых видов и др.); выявления разнообразия и встречаемости исследуемых экологических объ-

ектов. Приемами этой группы методов являются: прямое наблюдение; оценка состояния; измерение; описание составление схем, карт и инвентаризационных списков исследуемых объектов.

3. **Стационарные методы** - это методы длительного (сезонного, круглогодичного или многолетнего) наблюдения за одними и теми же объектами, требующие неоднократных описаний, замеров изменений, происходящих у наблюдаемых объектов. Эти методы обычно совмещают в себе полевые и лабораторные исследования.

4. **Описательные методы** применяются при: регистрации основных особенностей изучаемых объектов; прямом наблюдении; картировании экологических явлений; инвентаризации ценных природных объектов. Эти методы являются ключевыми в экологическом мониторинге.

5. Экспериментальные методы объединяют различные приемы прямого вмешательства в обычные характеристики исследуемых объектов. Производимые в эксперименте наблюдения, описания и измерения выявленных свойств объекта обязательно сопоставляются с такими же объектами, не задействованными в эксперименте. В экологическом эксперименте сравниваются проявления свойств изучаемого объекта в различных условиях окружающей среды. Эксперимент, поставленный в полевых условиях, может продолжиться в лаборатории.

6. **Лабораторные методы** дают возможность изучить влияние комплекса факторов моделированной в лабораторных условиях среды на естественные или моделированные биологические системы и получить приблизительные результаты. Выводы, полученные в лабораторном экологическом эксперименте, требуют обязательной проверки в природе, т. к. в условиях лаборатории трудно применить весь комплекс факторов среды (но определить влияние одного-двух экологических факторов возможно).

Кроме того, в последнее время широкое распространение метод моделирования экологических явлений в природе и обществе.

Моделирование— метод опосредованного практического и теоретического

оперирования объектом, когда исследуется не сам интересующий объект непосредственно, а вспомогательная искусственная или естественная система (модель), соответствующая свойствам реального объекта. Потребность моделирования в экологии возникает тогда, когда конкретное исследование самого объекта невозможно или затруднительно в силу: обилия (или скудости) фактических материалов о нем, дороговизны, требует слишком длительного времени.

Любая модель всегда упрощена и отражает лишь общую суть процесса и имитирует реальность, но при этом моделирование позволяет исследовать процессы и явления, недоступные для непосредственного наблюдения.

Модели интегрируют в едином процессе экологического исследования междисциплинарный подход, математические, эмпирические и социологические методы.

1.4 Решение экологических проблем: пути и способы

Научно-техническая революция и использование полезных ископаемых земли, привело к тому, что экологическая ситуация на нашей планете ухудшается буквально на глазах. Уровень загрязнения недр, гидросферы и воздушного слоя земли приближается к критическому уровню. Человечество стоит на пороге глобальной катастрофы техногенного характера. К счастью, все больше государственных и общественных организаций понимает глубину и опасность проблемы.

Работа над улучшением сложившейся ситуации набирает обороты. Уже сейчас современные технологии предлагают многие способы решения экологических проблем, от создания экологических видов топлива, экологического транспорта до поиска новых экологически чистых источников энергии и разумного использования ресурсов Земли.

Пути решения проблемы. Подход к вопросам экологии необходим комплексный. Он должен включать в себя долговременные и плановые мероприятия, направленные на все сферы жизни общества.

Для кардинального улучшения экологической обстановки, как на земле в целом, так и в отдельно взятой стране, необходимо осуществлять меры следующего характера:

- 1) правового: включают в себя создание законов об охране окружающей среды;
- 2) экономического: ликвидация последствий техногенного воздействия на природу требует серьезных финансовых вливаний;
- 3) технологического: основной задачей является создание экологически чистых источников энергии;
- 4) Организационные: заключаются в равномерном распределении транспорта по потокам для недопущения его длительного скопления в одном месте;
- 5) Архитектурные: целесообразно озеленять большие и малые населенные пункты, делить их территорию на зоны с помощью насаждений.

Особое значение необходимо придавать защите флоры и фауны. Их представители просто не успевают приспособливаться к изменениям окружающей обстановки.

Наиболее популярны следующие **меры по сохранению экологии в Челябинской области.**

1. Уменьшение бытовых и производственных отходов. Особенно это остро касается пластиковой посуды. Ее постепенно заменяют на бумажную. Проводятся исследования по выведению бактерий, которые питаются пластиком.

2. Очистка сточных вод. Для обеспечения различных отраслей деятельности человека ежегодно расходуются миллиарды кубических метров воды. Современные очистные сооружения позволяют очищать ее до природного состояния.

3. Переход к чистым источникам энергии. Это означает постепенный отказ от атомной энергии, двигателей и печей, работающих на угле и нефтепродуктах. Использование природного газа, ветровой, солнечной энергии и гидроэлек-

тростанций обеспечивает чистоту атмосферы. Использование биотоплива позволяет значительно снизить концентрацию вредных веществ в выхлопных газах.

4. Охрана и восстановление земель и лесов. Проводится высаживание новых лесов в местах вырубок. Осуществляются мероприятия по осушению земель, защите их от эрозии.

Постоянная агитация в пользу экологии, меняет взгляды людей на эту проблему, склоняя их к бережному отношению к окружающей среде.

Выводы по главе один

Челябинская область – типичный индустриальный район. Ведущими отраслями промышленности являются металлургия, электроэнергетика, машиностроение, а также пищевая и перерабатывающая промышленность. Более 63% всего городского промышленного производства приходится на долю металлургии, в котором 94% – это черная металлургия. Предприятия перечисленных отраслей промышленности относятся к числу наиболее экологически проблемных производств, следовательно, промышленные выбросы, оказывают негативное воздействие на состояние атмосферного воздуха и поверхностных водных объектов.

Несмотря на то, что в настоящее время проводятся мероприятия по улучшению экологической ситуации, Челябинская область остаётся экологически неблагоприятной средой.

2 СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИНДЕКСА

ЕРІ

Тщательное измерение экологических тенденций и прогресса обеспечивает основу для эффективной разработки политики. Индекс результативности экологической деятельности 2018 года (ЕРІ) оценивает 180 стран по 24 показателям эффективности в десяти категориях проблем, охватывающих состояние окружающей среды и жизнеспособность экосистем. Эти метрики обеспечивают в масштабе страны оценку того, насколько близки страны к установленным целям экологической политики. Таким образом, РПИ предлагает оценочную карту, которая выделяет лидеров и отстающие в области экологических показателей, дает представление о передовой практике и дает рекомендации для стран, которые стремятся стать лидерами в области устойчивого развития.

2.1 Динамика индекса ЕРІ в России

В данном пункте будет рассмотрена и проанализирована динамика индекса ЕРІ на примере России. По данным проекта ЕРІ динамика индекса в России выглядела следующим образом:



Рисунок 1 – Динамика индекса ЕРІ в России

Согласно графику динамика индекса ЕРІ в России имеет возрастающий

нелинейный характер. Однако следует проверить данный временной ряд на наличие тренда с помощью метода Фостера-Стюарта.

Применение метода Фостера-Стюарта представлено на рисунке 3.

$\sigma=$	1,964
$t_{кр}=$	2,306
$t_{н}=$	2,546

Рисунок 2 – Применение метода Фостера-Стюарта

В данном случае $t_{н} > t_{кр}$. Следовательно, гипотеза об отсутствии тренда отвергается с вероятностью ошибки 5 %.

2.2 Структура индекса EPI

EPI индекс рассматривает состояние окружающей среды сквозь призму двух основных направлений: защита здоровья человека от неблагоприятных экологических условий и защита экосистемы.

Первое направление, которое кратко можно назвать «Экология и здоровье человека», оценивается с точки зрения защиты здоровья человека в условиях непрерывно возрастающего загрязнения окружающей среды. Направление «Защита экосистемы» оценивается с точки зрения защиты окружающей среды и рационального управления ресурсами экосистемы.

Методика формирования индекса EPI в русле этих двух направлений позволяет группировать показатели деятельности стран по девяти основным группам и двадцати ключевым показателям. Данные показатели демонстрируют степень соответствия (или несоответствия) деятельности отдельно взятых стран общемировым задачам сохранения окружающей среды.

Уникальность индекса состоит в том, что он не только включает в себя оценку состояния экологии, но и учитывает влияние факторов современной цивилизации на здоровье человека. То есть он показывает насколько благополучно состояние окружающей среды в регионе, как расходуются и поддерживаются на необходимом для экологической безопасности ресурсы, как все это влияет на здоровье человека. Это позволяет избежать парадоксов и некорректной оценки состоя-

ния окружающей среды региона. Например, в экономически слаборазвитых странах Африки даже при отсутствии такого мощного фактора как промышленное загрязнение и во многом нетронутой природы, индекс экологической эффективности будет иметь низкое значение в силу отсутствия благоприятных условий для жизни населения (антисанитария, неконтролируемое потребление природных ресурсов и т.д.)

Таблица 1 – Структура индекса EPI

Экология и здоровье человека	Воздействие на здоровье человека	Младенческая смертность
	Качество воздуха	Качество воздуха в зданиях
		Загрязнение воздуха микрочастицами PM2.5 (распространение)
		Загрязнение воздуха микрочастицами PM2.5 (превышение)
	Качество воды	Доступ к питьевой воде
		Уровень санитарии
Защита экосистемы	Водные ресурсы	Очистка сточных вод
	Сельское хозяйство	Уровень субсидирования сельского хозяйства
		Контроль использования пестицидов
	Лесные ресурсы	Изменение лесного покрова
	Рыбные ресурсы	Регулирование лова в прибрежных водах
		Контроль запасов рыбных ресурсов
	Биологическое разнообразие	Поддержка заповедников (национальный уровень)
		Поддержка заповедников (глобальный уровень)
		Защита от загрязнения морских вод
		Защита редких животных

Продолжение таблицы 1

	Климат и энергетиче-	Интенсивность CO ₂ выбросов
--	----------------------	--

	ские ресурсы	Изменение интенсивности CO2 выбросов
		Изменение выбросов CO2 за кВт-ч
		Доступность электрической энергии

Рассмотрим структуру индекса EPI на примере России:

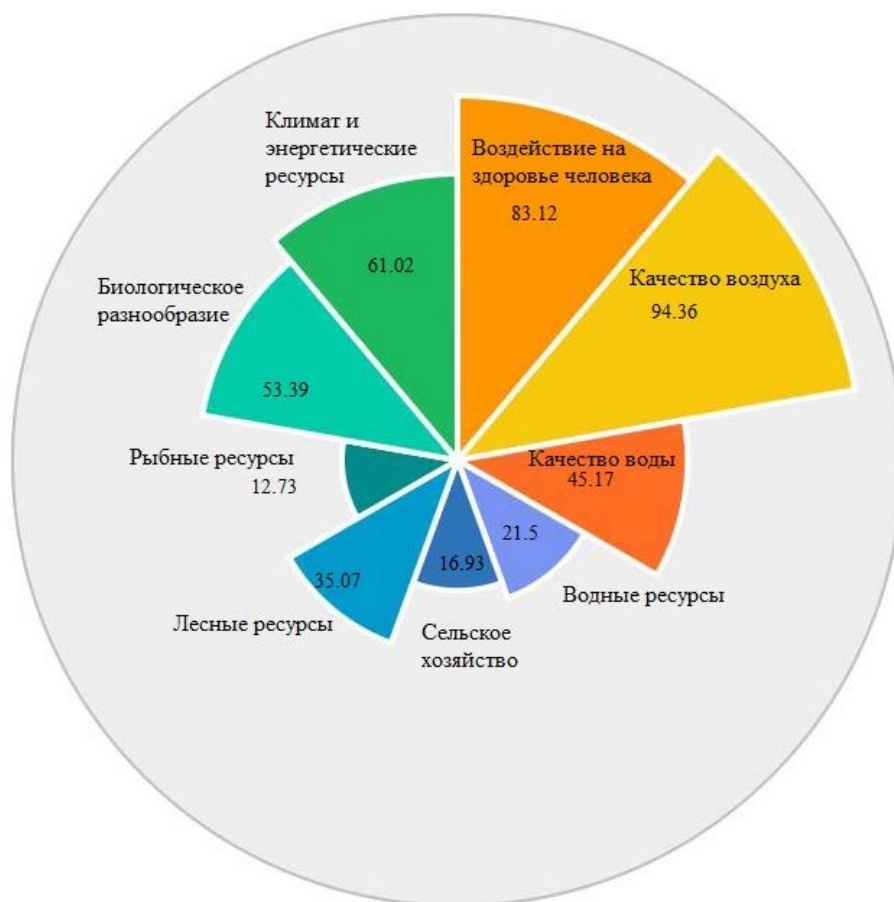


Рисунок 3—Значение переменных индекса EPI в России

По данным проекта EPI Россия с территорией 16 826 303 км², населением 143,53 млн. и показателем ВВП на душу населения 12 700 долл. США занимает 73 место из 178 стран мира. Значение индекса EPI в России за 2018 год составляет 53,45 единиц, что свидетельствует о среднем уровне состояния окружающей среды и эффективности использования природных ресурсов. Самые высокие показатели в индексе – это «Качество воздуха» (94,36, что объясняется огромной территорией России и неравномерной плотностью проживания населения) и «Воздействие на здоровье человека» (83,12, при росте на 11,32% за последние десять лет, что объясняется снижением младенческой смертности и достигнутом естественном приросте населения). При этом, самые низкие показатели у факторов «Рыб-

ные ресурсы» 12,73 (говорит о плохом контроле за сохранностью и поддержанию на должном уровне этого вида ресурса), «Сельское хозяйство» 16,93 (отражает низкую эффективность использования природных ресурсов при довольно высоком уровне загрязнения окружающей среды) и «Водные ресурсы» 21,5 (свидетельствует о недостаточно эффективной очистке сточных вод).

Далее были рассчитаны абсолютный прирост, темп роста и темп прироста.

Таблица 2 – Динамика индекса ЕРІ

Год	Индекс ЕРІ	Абсолютный прирост, тыс.чел.		Темп роста, %		Темп прироста,%	
		цепной	базисный	цепной	базисный	цепной	базисный
2013	50,84	-	-	-	-	-	-
2014	51,61	0,77	0,77	101,51	101,51	1,51	1,51
2012	52,85	1,24	2,01	102,40	103,95	2,40	3,95
2013	53,22	0,37	2,38	100,70	104,68	0,70	4,68
2014	53,30	0,08	2,46	100,15	104,84	0,15	4,84
2015	53,29	-0,01	2,45	99,98	104,82	-0,02	4,82
2017	53,45	0,16	2,61	100,30	105,13	0,30	5,13
2017	53,45	0,00	2,61	100,00	105,13	0,00	5,13
2018	53,45	0,00	2,61	100,00	105,13	0,00	5,13
прогноз yt+1		53,78		53,79		53,67	
прогноз yt+2		54,10		54,12		53,89	
прогноз yt+3		54,43		54,46		54,12	

Темп прироста индекса за 9 лет составил 5,13%. Как правило, темп прироста в регионах с последовательно проводимой экологической политикой невысок (от 1 до 2 %), а регионы, в которых только начинают принимать меры по охране окружающей среды, естественно демонстрируют прирост индекса на десятки процентов.

Так как тест Фостера-Стюарта показал, что индекс ЕРІ в РФ изменяется в соответствии с неким трендом, поэтому необходимо подобрать оптимальную модель на основе минимума ошибки аппроксимации.



Рисунок 4 – Линейная модель

На основе рассчитанных был рассчитан прогноз на следующие три года.

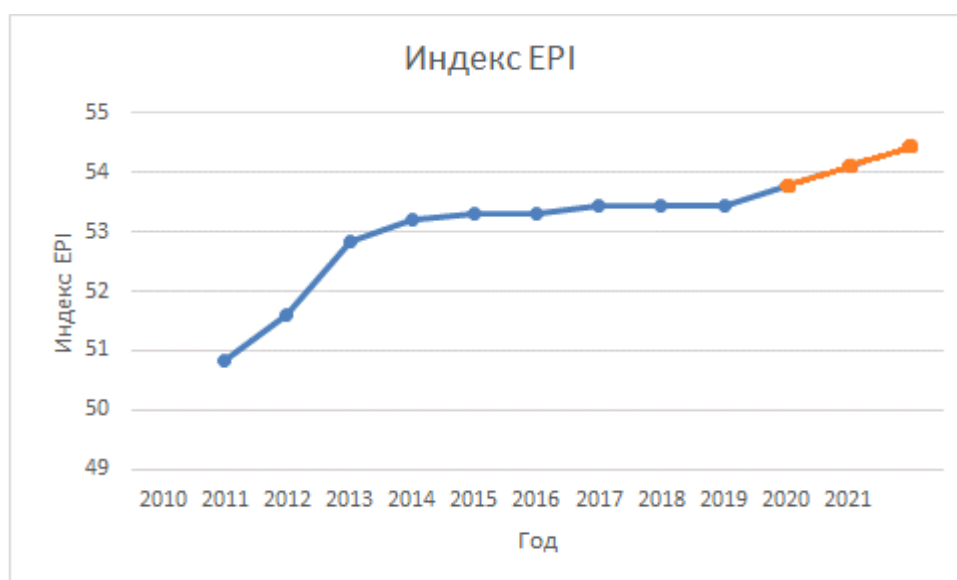


Рисунок 5 – Прогноз индекса ЕРІ для России

Наиболее оптимальной моделью оказалась полиномиальная модель третьего порядка, на основе которой был рассчитан прогноз на следующие три года.

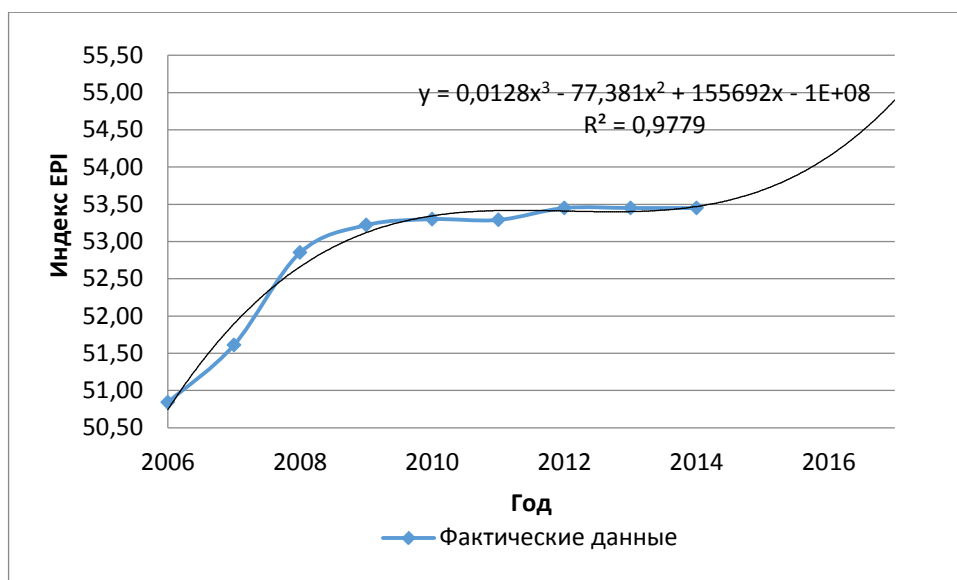


Рисунок 6– Полиномиальная модель

Выводы по главе два

В целом, из данных по величине EPI индекса России можно сделать вывод, что при среднем показателе и умеренном его росте за последние девять лет, наша страна должна ещё много сделать для защиты окружающей среды, чтобы заложить базу для стабильного «зеленого» курса, который обеспечит приемлемые условия жизни последующим поколениям россиян.

3 АНАЛИЗ ДАННЫХ

Анализ данных — область математики и информатики, занимающаяся построением и исследованием наиболее общих математических методов и вычислительных алгоритмов извлечения знаний из экспериментальных (в широком смысле) данных; процесс исследования, фильтрации, преобразования и моделирования данных с целью извлечения полезной информации и принятия решений. Анализ данных имеет множество аспектов и подходов, охватывает разные методы в различных областях науки и деятельности.

Цель анализа данных - выявление (подтверждение, корректировка) статистических закономерностей, сжатие, усреднение содержащейся в данных информации.

3.1 SWOT-анализ экологической ситуации Челябинской области

SWOT-анализ — метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории:

- **Strengths** (сильные стороны);
- **Weaknesses** (слабые стороны);
- **Opportunities** (возможности);
- **Threats** (угрозы).

Сильные (**S**) и слабые (**W**) стороны являются факторами **внутренней среды** объекта анализа, (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (**O**) и угрозы (**T**) являются факторами **внешней среды** (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом).

Задача SWOT-анализа — дать структурированное описание ситуации, относительно которой нужно принять какое-либо решение. Выводы, сделанные на его основе, носят описательный характер без рекомендаций и расстановки приоритетов.

Объектом SWOT-анализа может быть не только организация, но и другие социально-экономические объекты: отрасли экономики, города, государственно-общественные институты, научная сфера, политические партии, некоммерческие организации (НКО), отдельные специалисты, персоны и т. д. В нашем случае объектом будет экология Челябинской области.

Таблица 3 — SWOT анализ экологической ситуации Челябинской области

Внутренняя среда	Сильные стороны	Слабые стороны
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Природно-экологический потенциал территории (область располагает богатыми и разнообразными природными ресурсами); 2. 360 рек длиной более 10 км, 1340 озер, 3. Уникальные природные зоны (заповедники); 4. Наличие экологического каркаса территории; 5. Географическое положение 	<ol style="list-style-type: none"> 1. не перерабатываемые продукты, 2. упаковочные материалы, бутылки и т. п., 3. «грязные» технологии, токсичные отходы, 4. Массовая вырубка лесов; 5. Загрязнение атмосферы; 6. Сброс сточных вод 7. «имидж загрязнителя», 8. Промышленное загрязнение воздуха
Внешняя среда	Возможности	Угрозы
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Поддержка со стороны Администрации Челябинской области; 2. Возможности привлечения бюджетных средств; 3. Использование испытанных разработок проектирования и совершенствования экологического каркаса территории; 4. Поддержка региональных природоохранных служб. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. необходимость в дополнительных инвестициях вследствие ужесточения экологических стандартов, 2. усиление государственного вмешательства и контроля, 3. отток квалифицированных кадров вследствие временных рыночных и др. неудач фирм, 4. угроза выживанию компании в среднесрочной перспективе..

SWOT-анализ показал, что необходимо совершенствование методов охраны экологии, переход от методологии к конкретным практическим действиям. Для того чтобы добиться данного результата необходимо:

- укреплять существующие учреждения, действующие в интересах сохранения биологического многообразия;
- продолжать деятельность по созданию потенциала в деле сохранения биологического разнообразия и устойчивого использования биологических ресурсов во всех соответствующих секторах;
- увеличить число квалифицированных специалистов в научно-технических областях, относящихся к сохранению экологической безопасности и устойчивому использованию биологических ресурсов;
- усовершенствовать методы сохранения ресурсов с целью обеспечения долгосрочного сохранения генетических ресурсов;
- проводить систематические выборочные исследования и оценки биологических ресурсов.

Задача сохранения экологической безопасности требует новых подходов к организации системы региональных служб.

3.2 Анализ данных для построения математической модели

В ходе практики были получены данные, представленные в таблице 4:

Таблица 4 – Данные с предприятия «АО» Трубодеталь

Год	Произ-во фактич., т	Произ-во прогноз	Инвест., млн руб	Кол-во выбро-сов, т	Инвест. в экологию пред-ия, тысруб	Выбросы г Челябин.	Инвест. в экологию г Челябин., тыс. руб
2008	14,6	17,4	1200	127,3	56	798,4	2370,9
2009	15,9	15,7	1400	144,7	64	748,9	3294,2
2010	17,4	16,8	1570	156,371	72	722,6	2665,8
2011	24,9	21,1	20000	135,298	148	693,8	3671,7
2012	21,8	28,9	17000	312,752	89	678	4275,4
2013	13,2	18,7	15690	402,52	74	666,7	1965,8
2014	19	16,7	18965	123,661	123	653,4	2879,2
2015	16,9	18	16800	338,915	89	626,9	3239,3
2016	14,3	17,3	25000	245,924	217	597,5	4143,1
2017	10,7	10,9	12000	134,87	61	532,7	4526,3
2018	14,4	12,5	22000	211,264	179	504,6	4987,2

Для дальнейшего анализа будем использовать индексы.

Индексы могут использоваться для выражения сравнений между местами, отраслями и т.д. Но наиболее распространенным способом является выражение изменений за определенный период времени, и в этом случае индекс также является временным рядом.

В практике статистики индексы, наряду со средними величинами, являются наиболее распространенными статистическими показателями, так как:

- индексы позволяют измерить изменение сложных явлений;
- индексы позволяют проанализировать изменения – выявить роль отдельных факторов;
- индексы являются показателями сравнений не только с прошлым периодом (сравнение во времени), но и с другой территорией (сравнение в пространстве), а также с нормативами.

Индекс – это показатель, который сочетает в себе качества средних и относительных величин одновременно. Их применяют для характеристики сложных совокупностей единиц наблюдения, то есть состоящих из разнородных элементов, непосредственное суммирование которых невозможно в силу их несоизмеримости.

Основой **индексного метода** при определении изменений в производстве и обращении товаров является переход от натурально-вещественной формы выражения товарных масс к стоимостным (денежным) измерителям. Именно посредством денежного выражения стоимости отдельных товаров устраняется их несравнимость как потребительских стоимостей и достигается единство.

Таблица 5 Таблица индексов

Индекс 1	Индекс 2	Индекс 3	Индекс 4	Индекс 5
82,192	8,719	0,159	0,047	1,192
88,050	9,099	0,193	0,046	0,987
90,230	8,987	0,216	0,046	0,966
803,213	5,434	0,195	0,007	0,847
779,817	14,346	0,461	0,005	1,326

Продолжение таблицы 5

1188,636	30,494	0,604	0,005	1,417
998,158	6,508	0,189	0,006	0,879
994,083	20,054	0,541	0,005	1,065
1748,252	17,197	0,412	0,009	1,210
1121,495	12,605	0,253	0,005	1,019
1527,778	14,671	0,419	0,008	0,868

Индекс 1 показывает, как инвестирование единицы продукции влияет на объем производства;

Индекс 2 выражает количество выбросов в расчете на единицу продукции;

Индекс 3 определяет долю выбросов завода относительно города Челябинска;

Индекс 4 «похожее слово на показывает» долю инвестирования завода на решение экологических проблем;

Индекс 5 отражает динамику объема производства.

Выводы по главе 3

SWOT-анализ показал, что необходимо совершенствование методов охраны экологии, переход от методологии к конкретным практическим действиям. Были получены данные для построения математической модели влияния экологических факторов на производство.

4 ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

4.1 Уравнение множественной регрессии.

Множественная регрессия – это статистический метод, используемый для изучения взаимосвязи между одной зависимой переменной Y и одной или несколькими независимыми переменными X_i :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n,$$

где Y – прогнозируемое или ожидаемое значение зависимой переменной;

X_i – независимые переменные;

b_0 – значение Y , когда все независимые переменные (от X_1 до X_n) равны нулю;

b_i – оценочные коэффициенты регрессии.

Каждый коэффициент регрессии представляет изменение Y относительно изменения на одну единицу соответствующей независимой переменной. В ситуации множественной регрессии, например, b_1 – это изменение Y относительно изменения на 1 единицу в X_1 удерживая все остальные независимые переменные постоянными (т. е. когда оставшиеся независимые переменные поддерживаются в одном и том же значении или являются фиксированными). Статистические тесты могут быть выполнены, чтобы оценить, значительно ли каждый коэффициент регрессии отличается от нуля.

Составим уравнение множественной регрессии.

Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = 14.7603 + 0.000434X_1 - 1.1815X_2 + 40.2277X_3 + 33.1345X_4 + 2.3504X_5 .$$

4.2 Расчет парных коэффициентов корреляции R.

Коэффициент корреляции – это статистический показатель зависимости двух случайных величин. Коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до +1. При этом, значение -1 будет говорить об отсутствии корреляции между величинами, 0 - о нулевой корреляции, а +1 - о полной корреляции величин. Т.е.,

чем ближе значение коэффициента корреляции к +1, тем сильнее связь между двумя случайными величинами.

Рассчитываем парные коэффициенты корреляции по формуле 1:

$$r_{xy} = \frac{\overline{\overline{x \cdot y}} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{S(x) \cdot S(y)}, \quad (1)$$

где D – дисперсия,

S – среднее квадратичное отклонение, которые вычисляются по формулам (2), (3), (4) и (5):

$$D(x) = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2; \quad (2)$$

$$S(x) = \sqrt{D(x)}; \quad (3)$$

$$D(y) = \frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2; \quad (4)$$

$$S(y) = \sqrt{D(y)}. \quad (5)$$

По расчетам самая сильная связь проявляется между первым фактором и производством ($r_{yx1} = 0.79$) и между вторым и третьим фактором ($r_{x2x3} = 0.87$). Наименьшее влияние на производство оказывает 5 фактор ($r_{yx5} = -0,26$).

Расчет коэффициентов представлен в таблице 7 и таблице 8.

Таблица 7 – Расчет коэффициентов

Признаки x и y	$\sum x_i$	$x = \frac{\sum x_i}{n}$	$\sum y_i$	$\sum y_i$	$\sum x_i \cdot y_i$	$\overline{xy} = \frac{\sum x_i \cdot y_i}{n}$
Для y и x ₁	16650.82	1513.711	183.1	16.645	331625.026	30147.73
Для y и x ₂	155.824	14.166	183.1	16.645	2575.515	234.138
Для y и x ₃	4.02	0.365	183.1	16.645	69.523	6.32
Для y и x ₄	0.183	0.0166	183.1	16.645	2.914	0.265
Для y и x ₅	11.776	1.071	183.1	16.645	194.011	17.637
Для x ₁ и x ₂	155.824	14.166	16650.82	1513.711	236922.413	21538.401

Продолжение таблицы 7

Для x_1 и x_3	4.02	0.365	16650.82	1513.711	7013.192	637.563
Для x_1 и x_4	0.183	0.0166	16650.82	1513.711	74.462	6.769
Для x_1 и x_5	11.776	1.071	16650.82	1513.711	16313.967	1483.088
Для x_2 и x_3	4.02	0.365	155.824	14.166	65.212	5.928
Для x_2 и x_4	0.183	0.0166	155.824	14.166	1.961	0.178
Для x_2 и x_5	11.776	1.071	155.824	14.166	171.202	15.564
Для x_3 и x_4	0.183	0.0166	4.02	0.365	0.045	0.00409
Для x_3 и x_5	11.776	1.071	4.02	0.365	4.384	0.399
Для x_4 и x_5	11.776	1.071	0.183	0.0166	0.194	0.0176

Таблица 8 – Расчёт дисперсии и среднеквадратического отклонения

Признаки x и y	$D(x) = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2$	$D(y) = \frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2$	$S(x) = \sqrt{D(x)}$	$S(y) = \sqrt{D(y)}$
Для y и x_1	4544268.216	14.853	2131.729	3.854
Для y и x_2	26.194	14.853	5.118	3.854
Для y и x_3	0.028	14.853	0.167	3.854
Для y и x_4	0.000334	14.853	0.0183	3.854
Для y и x_5	0.0334	14.853	0.183	3.854
Для x_1 и x_2	26.194	4544268.216	5.118	2131.729
Для x_1 и x_3	0.028	4544268.216	0.167	2131.729
Для x_1 и x_4	0.000334	4544268.216	0.0183	2131.729

Продолжение таблицы 8

Для x_1 и x_5	0.0334	4544268.216	0.183	2131.729
Для x_2 и x_3	0.028	26.194	0.167	5.118
Для x_2 и x_4	0.000334	26.194	0.0183	5.118
Для x_2 и x_5	0.0334	26.194	0.183	5.118
Для x_3 и x_4	0.000334	0.028	0.0183	0.167
Для x_3 и x_5	0.0334	0.028	0.183	0.167
Для x_4 и x_5	0.0334	0.000334	0.183	0.0183

Рассчитаем наблюдаемые значения t-статистики для r_{yx1} по формуле:

$$t_{набл} = r_{yx_i} \frac{\sqrt{n - m - 1}}{\sqrt{1 - r_{yx_i}^2}}; \quad (6)$$

где $m = 11$ – количество факторов в уравнении регрессии.

По таблице Стьюдента находим $T_{табл}$:

$$t_{крит}(n - m - 1; \alpha/2) = (9; 0.025) = 2.262.$$

Если $t_{набл} > t_{крит}$, то гипотеза о равенстве 0 коэффициента корреляции отклоняется. Другими словами, коэффициент корреляции статистически – значим.

$$t_{набл1} = 0,17 \cdot \frac{\sqrt{11-1-1}}{\sqrt{1-0,17^2}} = 2,27;$$

$t_{набл} > t_{крит}$, коэффициент корреляции статистически значим.

$$t_{набл2} = 2,36;$$

$t_{набл} > t_{крит}$, коэффициент корреляции статистически значим.

$$t_{набл3} = 2,27;$$

$t_{набл} > t_{крит}$, коэффициент корреляции статистически значим.

$$t_{набл4} = 2,48;$$

$t_{набл} > t_{крит}$, коэффициент корреляции статистически значим.

$$t_{набл5} = 2,69;$$

$t_{набл} > t_{крит}$, коэффициент корреляции статистически значим.

Таким образом, все коэффициенты оказались значимыми.

4.3 Анализ параметров уравнения регрессии

Оценим качество уравнения регрессии с помощью ошибки абсолютной аппроксимации по формуле 8

$$A = \frac{\sum |\varepsilon \cdot Y_i|}{n} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где

$$\varepsilon = Y - Y(x).$$

Для несмещенной оценки дисперсии проделаем следующие вычисления, которые представлены в таблице 9:

Таблица 9 – Расчеты для анализа параметров уравнения регрессии

Y	$Y(x)$	ε	ε^2	$(Y - Y_{cp})^2$	$ \varepsilon : Y $
14.6	15.249	-0.649	0.422	4.184	0.0445
15.9	15.656	0.244	0.0597	0.556	0.0154
17.4	16.665	0.735	0.54	0.569	0.0423
24.9	23.433	1.467	2.151	68.138	0.0589
21.8	21.163	0.637	0.406	26.569	0.0292
13.2	13.165	0.0345	0.00119	11.871	0.00261
19	17.342	1.658	2.75	5.544	0.0873
16.9	16.484	0.416	0.173	0.0648	0.0246
14.3	14.916	-0.616	0.38	5.501	0.0431
10.7	9.613	1.087	1.181	35.348	0.102
14.4	17.25	-2.85	8.121	5.042	0.198

Продолжение таблицы 9

Σ			16.185	163.387	0.647
----------	--	--	--------	---------	-------

Средняя ошибка аппроксимации составляет 5,88 %. Так как она меньше 15 %, уравнение можно использовать в качестве регрессии.

4.4 Показатели тесноты связи факторов с результатом.

Если факторные признаки различны по своей сущности и (или) имеют различные единицы измерения, то коэффициенты регрессии b_j при разных факторах являются несопоставимыми. Поэтому уравнение регрессии дополняют соизмеримыми показателями тесноты связи фактора с результатом, позволяющими ранжировать факторы по силе влияния на результат.

К таким показателям тесноты связи относят частные коэффициенты эластичности и коэффициенты корреляции.

Частные коэффициенты эластичности.

Частные коэффициенты эластичности показывают, какого роста результативного признака в процентах можно ожидать с возрастанием факторного признака на одну единицу. Они определяются по формуле 9:

$$E_i = b_i \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}_i} \quad (9)$$

где b_i определяется по формуле 10:

$$b_i = \beta \frac{S(y)}{S(x_i)} \quad (10)$$

Если частный коэффициент эластичности $|E_i| > 1$, то, его влияние на результативный признак Y значительно.

$E_1 = 0.0394 < 1$, влияние на результативный признак Y незначительно.

$E_2 = 1.006 > 1$, влияние на результативный признак Y значительно.

$E_3 = 0.883 < 1$, влияние на результативный признак Y незначительно.

$E_4 = 1.009 > 1$, влияние на результативный признак Y значительно.

$E_5 = 0.896 < 1$, влияние на результативный признак Y незначительно.

4.5 Сравнительная оценка влияния анализируемых факторов на результативный признак.

Сравнительная оценка влияния анализируемых факторов на результативный признак производится:

- средним коэффициентом эластичности, показывающим на сколько процентов в среднем по совокупности изменится результат y от своей средней величины при изменении фактора x_i на 1% от своего среднего значения;
- β -коэффициенты, показывающие, что, если величина фактора изменится на одно среднее квадратическое отклонение S_{x_i} , то значение результативного признака изменится в среднем на β своего среднее квадратическое отклонения;
- долю каждого фактора в общей вариации результативного признака определяют коэффициенты раздельной детерминации (отдельного определения) по формуле 12:

$$d_i^2 = r_{yxi}\beta_i. \quad (12)$$

Произведем расчет значений:

$$\begin{aligned}d_1^2 &= 0.6 \cdot 0.317 = 0.191; \\d_2^2 &= -0.0841 \cdot (-1.57) = 0.132; \\d_3^2 &= 0.37 \cdot 1.746 = 0.642; \\d_4^2 &= -0.17 \cdot 0.157 = -0.0268; \\d_5^2 &= -0.26 \cdot 0.111 = -0.0288.\end{aligned}$$

4.6 Индекс множественной корреляции

Практическая значимость уравнения множественной регрессии оценивается с помощью показателя множественной корреляции и его квадрата – показателя детерминации. Показатель множественной корреляции характеризует тесноту связи рассматриваемого набора факторов с исследуемым признаком или, иначе, оценивает тесноту совместного влияния факторов на результат. Таким образом, при значении R близком к 1, уравнение регрессии лучше описывает фактические данные и факторы сильнее влияют на результат. При значении R близком к 0

уравнение регрессии плохо описывает фактические данные и факторы оказывают слабое воздействие на результат.

Коэффициент множественной корреляции можно определить через матрицу парных коэффициентов корреляции:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\Delta_r}{\Delta_{r11}}}; \quad (13)$$

Где Δ_r - определитель матрицы парных коэффициентов корреляции;

Δ_{r11} - определитель матрицы межфакторной корреляции.

$$\Delta_r = 0.00438$$

$$\Delta_{r11} = 0.0484$$

Коэффициент множественной корреляции $R = 0.9536$

Так как коэффициент множественной корреляции близок к 1, то можно сделать вывод, что связь между производством и выбранными факторами высокая.

Более объективной оценкой является скорректированный коэффициент детерминации, который вычисляется по формуле 14:

$$\overline{R^2} = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-m-1}. \quad (14)$$

$$\overline{R^2} = 0.808$$

4.7 Проверка общего качества уравнения множественной регрессии

Оценка значимости уравнения множественной регрессии осуществляется путем проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициент детерминации рассчитанного по данным генеральной совокупности: R^2 или $b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0$ (гипотеза о незначимости уравнения регрессии, рассчитанного по данным генеральной совокупности).

Для ее проверки используют F-критерий Фишера.

При этом вычисляют фактическое (наблюдаемое) значение F-критерия, через коэффициент детерминации R^2 , рассчитанный по данным конкретного наблюдения.

По таблицам распределения Фишера-Снедеккера находят критическое значение F-критерия ($F_{кр}$). Для этого задаются уровнем значимости α (обычно его берут равным 0,05) и двумя числами степеней свободы $k_1=m$ и $k_2 = n - m - 1$.

Проверим гипотезу об общей значимости - гипотезу об одновременном равенстве нулю всех коэффициентов регрессии при объясняющих переменных:

$$H_0: R^2 = 0; \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0.$$

$$H_1: R^2 \neq 0.$$

Проверка этой гипотезы осуществляется с помощью F-статистики распределения Фишера (правосторонняя проверка).

Если $F_{набл} < F_{кр} = F_{\alpha; n-m-1}$, то нет оснований для отклонения гипотезы H_0 . $F_{набл}$ рассчитывается по формуле 14:

$$F_{набл} = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m}.$$

$$F_{набл} = 9.095$$

Табличное значение при степенях свободы:

$$k_1 = 5 \text{ и } k_2 = n - m - 1 = 11 - 5 - 1 = 5:$$

$$F_{кр}(5; 5) = 5.05.$$

Поскольку фактическое значение $F > F_{кр}$, то коэффициент детерминации статистически значим и уравнение регрессии статистически надежно (т.е. коэффициенты b_i совместно значимы).

Выводы по главе четыре

В результате работы была получена следующая математическая модель:

$$Y = 14.7603 + 0.000434X_1 - 1.1815X_2 + 40.2277X_3 + 33.1345X_4 + 2.3504X_5.$$

При увеличении X_1 на 1 ед.изм. приводит к увеличению Y в среднем на 0.000434 ед.изм.; увеличение X_2 на 1 ед.изм. приводит к уменьшению Y в среднем на 1.182 ед.изм.; увеличение X_3 на 1 ед.изм. приводит к увеличению Y в среднем на 40.228 ед.изм.; увеличение X_4 на 1 ед.изм. приводит к увеличению Y в среднем на 33.135 ед.изм.; увеличение X_5 на 1 ед.изм. приводит к увеличению Y в среднем на 2.35 ед.изм.

Статистическая значимость уравнения проверена с помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера. Параметры модели являются статистически значимыми.

5 КОЭФФИЦИЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Коэффициент экологической эффективности позволяет соотнести положительный и отрицательный эффект предприятия на экологию Челябинска в динамике за определенный период (или за частный период).

5.1 Математическое обоснование

Для отображения связи инвестиций и загрязнений завода, влияющих на экологическую ситуацию Челябинской области, смоделируем частный индекс для данного предприятия.

1. Найдем долю выбросов предприятия относительно города:

$$I_{\text{в}} = \frac{\sum V_{\text{п}}}{\sum V_{\text{г}}},$$

где $I_{\text{в}}$ – индекс, отражающий долю выбросов предприятия относительно выбросов города;

$\sum V_{\text{п}}$ – сумма выбросов предприятия;

$\sum V_{\text{г}}$ – сумма выбросов города.

2. Найдем долю инвестиций предприятия в экологию относительно города:

$$I_{\text{и}} = \frac{\sum I_{\text{п}}}{\sum I_{\text{г}}},$$

где $I_{\text{и}}$ – индекс, отражающий долю инвестиций предприятия в экологию относительно инвестиций в экологию города;

$\sum I_{\text{п}}$ – сумма инвестиций в экологию предприятия;

$\sum I_{\text{г}}$ – сумма инвестиций в экологию города.

3. Рассчитываем наш коэффициент:

$$K_{\text{э}} = \frac{I_{\text{и}}}{I_{\text{в}}}.$$

5.2 Алгоритм программы

Шаг 1: проверяем на корректность вводимых данных (рисунок 6)

```
Если ПроверкаДеленияНаНольВыполнена ()=Ложь Тогда
    Предупреждение ("Некорректно заданы данные!");
    Возврат;
КонецЕсли;

□ функция ПроверкаДеленияНаНольВыполнена ()
    флПроверки1=1; флПроверки2=1;

    Если ТЗ.Итого ("ИнвестицииГорода")=0 Тогда
        флПроверки1=0;
    КонецЕсли;

    Если ТЗ.Итого ("ВыбросыГорода")=0 Тогда
        флПроверки2=0;
    КонецЕсли;
    Возврат флПроверки1*флПроверки2;
Конецфункции
|
```

Рисунок 6 – Проверка на корректность данных

Шаг 2: рассчитываем коэффициент (рисунок 7)

```
К_Инв=ТЗ.Итого ("ИнвестицииПредприятия") / ТЗ.Итого ("ИнвестицииГорода");
К_Выбрось=ТЗ.Итого ("ВыбросыПредприятия") / ТЗ.Итого ("ВыбросыГорода");
К_ЭкЭф=Окр (К_Инв/К_Выбрось, 2, РежимОкругления.Окр15как20);
```

Рисунок 7 – Листинг расчета коэффициент

Шаг 3: даем качественную оценку (рисунок 8)

```
Если К_ЭкЭф<20 Тогда
    Результат= "Низкий коэффициент!";
Иначе
    Результат="Коэффициент в допустимых пределах!";
КонецЕсли;
```

Рисунок 8 – Качественная оценка

5.3 Программное обеспечение

Для автоматизации процесса и упрощения расчётов была выполнена программа в виде внешней обработки, подключаемой к конфигурации на базе платформы 1С Предприятия.

Интерфейс программы представлен на рисунке 9.

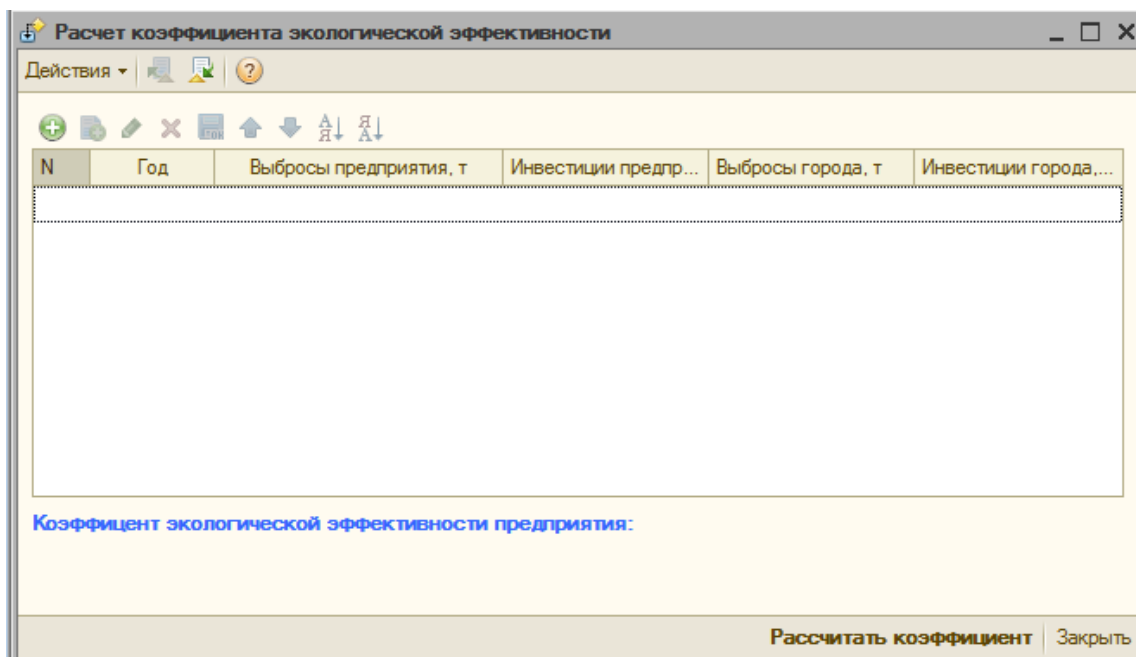


Рисунок 9 – Интерфейс программы

Для дальнейшего расчета необходимо заполнить таблицу по аналогии с данными на рисунке 10. Количество строк (лет) неограниченно и задается пользователем по желанию.

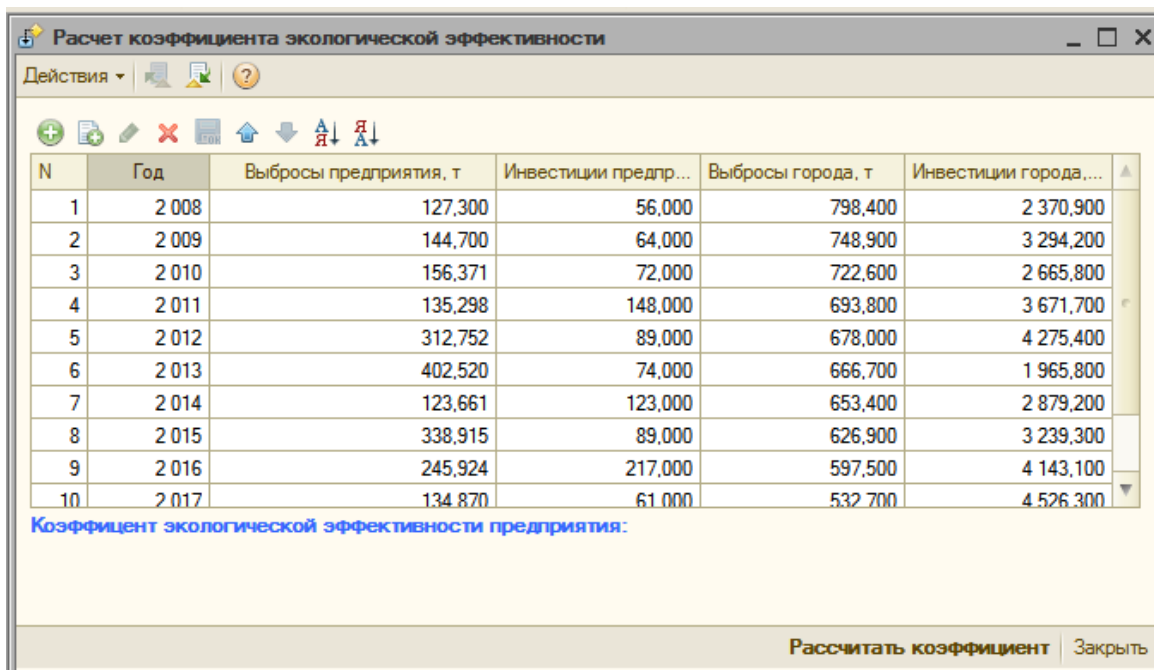


Рисунок 10 – Заполнение исходных данных

Результат работы программы представлен на рисунке 11.

Расчет коэффициента экологической эффективности

Действия

N	Год	Выбросы предприятия, т	Инвестиции предпр...	Выбросы города, т	Инвестиции города, ...
1	2 008	127,300	56,000	798,400	2 370,900
2	2 009	144,700	64,000	748,900	3 294,200
3	2 010	156,371	72,000	722,600	2 665,800
4	2 011	135,298	148,000	693,800	3 671,700
5	2 012	312,752	89,000	678,000	4 275,400
6	2 013	402,520	74,000	666,700	1 965,800
7	2 014	123,661	123,000	653,400	2 879,200
8	2 015	338,915	89,000	626,900	3 239,300
9	2 016	245,924	217,000	597,500	4 143,100
10	2 017	134 870	61 000	532 700	4 526 300

Коэффициент экологической эффективности предприятия: 0,10

Низкий коэффициент!

Расчитать коэффициент | Закреть

Рисунок 11 – Итоговый коэффициент

Данный пример демонстрирует возможность рассчитать коэффициент не только в динамике, но и за текущий период, например год (см. рисунки 12,13).

Расчет коэффициента экологической эффективности

Действия

N	Год	Выбросы предприятия, т	Инвестиции предпр...	Выбросы города, т	Инвестиции города, ...
1	2 018	211,264	179,000	504,600	4 987,200

Коэффициент экологической эффективности предприятия

Расчитать коэффициент | Закреть

Рисунок 12 – Заполнение таблицы данных для расчета коэффициента за год

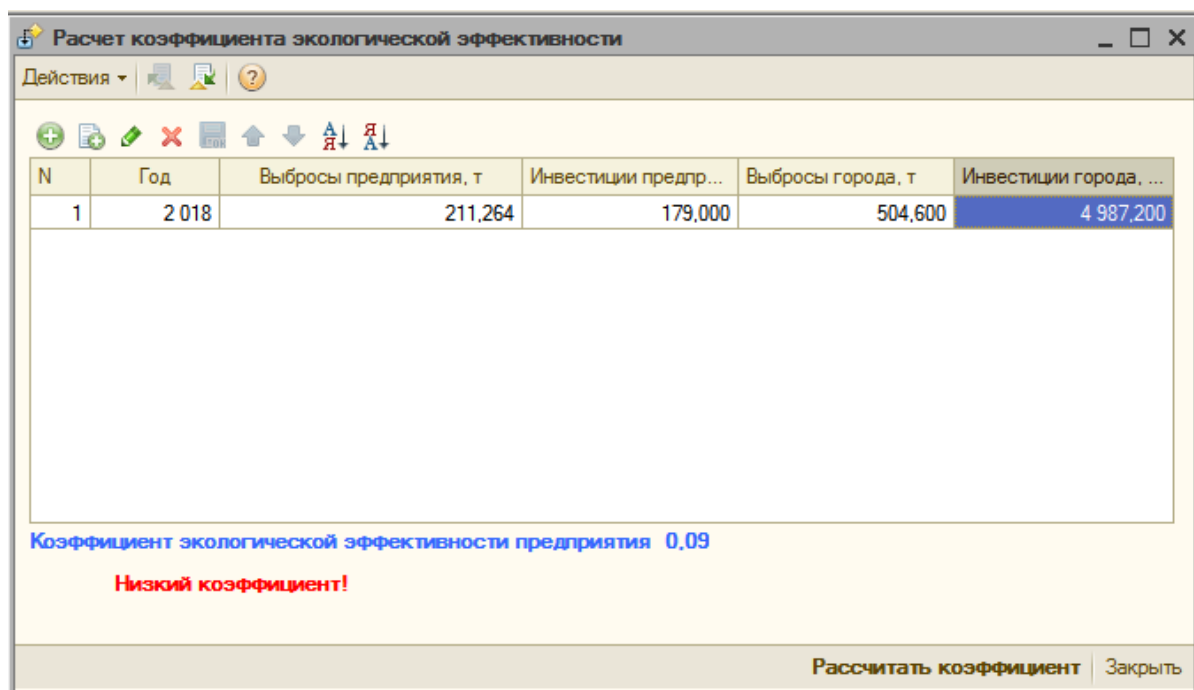


Рисунок 13 – Рассчитанный коэффициент за год

Если данные введены некорректно, программа выдаст ошибку (см. рисунок 14)

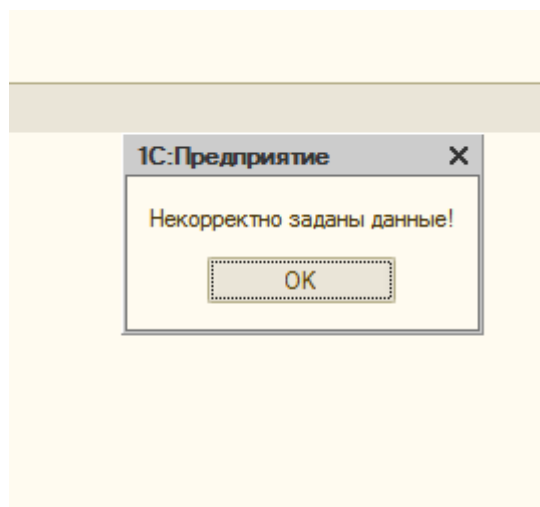


Рисунок 14 Проверка корректности данных

Выводы по пятой главе

Смоделирован коэффициент экологической эффективности предприятия, разработан алгоритм его расчетов, а также реализована программа для его расчета. По математическим расчетам коэффициент оказался низким, следовательно предприятию необходимо либо увеличить количество инвестиций в экологию, либо уменьшить количество выбросов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Челябинская область – типичный индустриальный район. Ведущими отраслями промышленности являются металлургия, электроэнергетика, машиностроение, а также пищевая и перерабатывающая промышленность. Более 63% всего городского промышленного производства приходится на долю металлургии, в котором 94% – это черная металлургия. Предприятия перечисленных отраслей промышленности относятся к числу наиболее экологически проблемных производств, следовательно, промышленные выбросы, оказывают негативное воздействие на состояние атмосферного воздуха и поверхностных водных объектов.

Несмотря на то, что в настоящее время проводятся мероприятия по улучшению экологической ситуации, Челябинская область остаётся экологически неблагоприятной средой.

В целом, из данных по величине EPI индекса России можно сделать вывод, что при среднем показателе и умеренном его росте за последние девять лет, наша страна должна ещё много сделать для защиты окружающей среды, чтобы заложить базу для стабильного «зеленого» курса, который обеспечит приемлемые условия жизни последующим поколениям россиян.

SWOT-анализ показал, что необходимо совершенствование методов охраны экологии, переход от методологии к конкретным практическим действиям. Были получены данные для построения математической модели влияния экологических факторов на производство.

Смоделирован коэффициент экологической эффективности предприятия, разработан алгоритм его расчетов, а также реализована программа для его расчета. По математическим расчетам коэффициент оказался низким, следовательно предприятию необходимо либо увеличить количество инвестиций в экологию, либо уменьшить количество выбросов

Если рассматривать динамику экологической ситуации Челябинской области, то можно сделать вывод, что инвестиции вложены с наилучшими возможными технологиями в соответствии с информационно-техническим справочнике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральное агентство российских стандартов. — <https://www.gost.ru/portal/gost/>
2. Олейник, А.П. География. Большой справочник для школьников и поступающих в вузы. / А.П. Олейник.— Москва, Изд-во Мысль, 2014 —153 с.;
3. Карманов А.П. Технология очистки сточных вод / А.П Карманов., И.Н. Полина.— Москва: Изд-во Мысль, 2015—98 с.;
4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Челябинской области —<http://chelstat.gks.ru/>.;
5. Воронков, Н.А. Экология общая, специальная, прикладная / Н.А.Воронков. — Москва: Агар, 2000. — 424с
6. Реймерс Н.Ф. Природоиспользование: словарь-справочник/ Н.Ф. Реймерс. — Москва, Изд-во Мысль, 1990 —637 с.;
7. Вихрова А.В. Загрязнение атмосферного воздуха в городе / А.В. Вихрова, М. Г. Черкаев. //SCI-ARTICLE. Серия «Экология».— 2018. —Выпуск 2. — С. 12;
8. Рядчик В.А. Питьевая вода в сфере окружающей среды /В.А. Рядчик, Е. Д. Целых. // SCI-ARTICLE. Серия «Биотехнологии, Экология»— 2019. — Выпуск 7. — С. 19;
9. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
10. Рукас, К.М. Предложения по выбору метода прогнозирования сетевого трафика / К.М. Рукас, С.Н. Теплицкая, К.А. Овчинников, А.А. Горюнов // Электронное научное специализированное издание - журнал «Проблемы телекоммуникаций». – 2014. – № 13. – С. 84 – 99.
11. Андерсен, Т. Статистический анализ временных рядов: учебник / Т. Андерсен; пер. с англ. И.Г. Жубенко, В.П. Носко. – М.: Мир, 1976. – 754 с.
12. Покровская, М.А. Сравнительный анализ методов прогнозирования мультимедийных приложений / М.А. Покровская // Т-Comm. – 2013. – № 7. – С. 97–98.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра математического и компьютерного моделирования

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКО- ЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 01.03.02.2019.029.10 ВКР

Руководитель работы, ст. преп.
каф. МиКМ

_____/ М.С. Фокина
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы ЕТ-416

_____/ А.О. Федорова
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер,
доцент кафедры МиКМ,
канд. физ.-мат. наук

_____/ Т.А. Макаровских
« ____ » _____ 2019 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Наименование программного изделия

Полное наименование программы – «Программа для расчета индекса экологической эффективности предприятия».

1.2. Область применения

Экологическая безопасность.

2. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ

2.1. Документ, на основании которого ведется разработка

Разработка ведется на основании задания выпускной квалификационной работы

2.2. Организация, утвердившая этот документ

Задание на выпускную квалификационную работу утверждено руководителем работы, ст. преп. каф. МиКМ Фокиной М.С.

2.3. Наименование темы разработки

Наименование темы разработки – Совершенствование метода математического моделирования на примере экологической ситуации Челябинской области.

3. НАЗНАЧЕНИЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка является частью выпускной квалификационной работы.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ

4.1. Требования к функциональным характеристикам

4.1.1. Состав выполняемых функций

4.1.1.1. Программа должна позволять рассчитывать индекс экологической эффективности предприятия.

4.1.1.2. Программа должна принимать входные данные о размере инвестиций и количестве выбросов

4.1.1.3. Программа должна применять математическую модель расчета, описанную в работе и выводить индекс.

4.1.1.4. Интернет магазин должен оповещать владельца о неприменимости модели динамического ценообразования, рассматриваемой в работе при несовместимости модели и данных.

4.1.2. Организация входных и выходных данных

Организация входных и выходных данных должна соответствовать ПРИЛОЖЕНИЮ Б, ПРИЛОЖЕНИЮ В. Входной информацией для программы должны являться данные, считываемые из csv таблиц в базу PostgreSQL. Выходная информация представляется в виде рассчитанного индекса.

4.2. Требования к надежности

4.2.1. Требования к надежному функционированию

Программа должна нормально функционировать при бесперебойной работе ЭВМ. При возникновении сбоя в работе аппаратуры восстановление нормальной работы программы должно производиться после:

- 1) перезагрузки операционной системы;
- 2) запуска исполняемого файла программы;

Уровень надежности программы должен соответствовать технологии программирования, предусматривающей:

- 1) инспекцию исходных текстов программы;
- 2) автономное тестирование модулей программы;
- 3) тестирование сопряжений модулей программы;
- 4) комплексное тестирование программы.

4.2.2. Время восстановления после отказа

Время восстановления после отказа должно состоять из:

- 1) времени запуска пользователем исполняемого файла программы
- 2) времени повторной загрузки исходных данных.

4.3. Условия эксплуатации

Программа должна храниться в виде двух маркированных копий: эталонной и рабочей. Периодическая перезапись информации должна осуществляться согласно нанесённой маркировке.

4.4. Требования к составу и параметрам технических средств

Программа должна корректно работать на следующем или совместном с ним оборудовании:

- 1) ЭВМ с операционными системами Windows 7,8.1, 10.

4.5. Требования к информационной и программной совместимости

4.5.1. Требования к информационным структурам на входе и выходе

Требования к информационным структурам на входе и выходе определены в п. 4.1.2.

4.5.2. Требования к методам решения

Выбор методов решения осуществляется разработчиком без согласования с заказчиком.

4.5.3. Требования к языкам программирования

Язык программирования выбирается разработчиком без согласования с заказчиком.

4.5.4. Требования к программным средствам, используемым программой

Для работы программой необходима: программа 1С Предприятие.

4.6. Требования к маркировке и упаковке

Диски с эталонным и рабочими экземплярами программы должны иметь маркировку, состоящую из надписи «Дипломная работа. Федоровой А.О. ЕТ-416, 2019», надписи «эталон» или «рабочая», даты последней перезаписи программы. Упаковка должна соответствовать условиям хранения диска. На упаковке должны быть указаны условия транспортирования и хранения диска.

4.7 Требования к транспортированию и хранению.

Условия транспортировки и хранения должны соответствовать п. 4.6.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

5.1 Документация к модели интернет-магазина должна содержать следующую информацию.

5.1.1. Технический проект программы по ГОСТ 19.404-79 в машинописном исполнении.

5.1.2. Описание программы по ГОСТ 19.402-78 на компакт-диске.

5.1.3. Текст программы по ГОСТ 19.401-78 на компакт-диске.

5.2 Пояснительная записка «Технический проект программы» должна содержать следующие разделы.

5.2.1. Раздел «Входные данные» (характер, организация входных данных).

5.2.2. Раздел «Выходные данные» (характер и организация выходных данных).

5.2.3. Перечень модулей программы и их характеристика (таблица с перечнем наименований модулей с указанием выполняемой каждым модулем функции);

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Технико-экономические показатели должны определяться заказчиком без участия исполнителя.

7. СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ

Разработка программы должна выполняться по следующим этапам:

1) разработка, согласование и утверждение технического проекта программы с пояснительной запиской – 4 недели;

2) разработка рабочего проекта программы с комплексным тестированием – 8 недель;

3) приемка-сдача с исправлением обнаруженных недостатков в программе и программной документации – 2 недели;

8. ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ

8.1. Виды испытаний

Испытания программы и верификация документации должны производиться в организации заказчика с привлечением сторонних экспертов. Проверочные тесты должны готовиться заказчиком.

8.2. Общие требования к приемке

Приемка программы осуществляется заказчиком. Программа должна считаться годной, если она удовлетворяет всем пунктам технического задания

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра математического и компьютерного моделирования

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКО- ЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 01.03.02.2019.029.10 ВКР

Руководитель работы, ст. преп.
каф. МиКМ

_____/ М.С. Фокина
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы ЕТ-416

_____/ А.О. Федорова
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер,
доцент кафедры МиКМ,
канд. физ.-мат. наук

_____/ Т.А. Макаровских
« ____ » _____ 2019 г.

1. Общие сведения о программе «Расчет коэффициента экологической эффективности предприятия»

«Расчет коэффициента экологической эффективности предприятия» это программа для самостоятельного расчета и проверки коэффициента экологической эффективности предприятия. Использование программы позволит значительно упростить работу сотрудников экологического отдела и повысить уровень экологической эффективности предприятия. На данный момент программа предоставляет решение следующих задач:

- расчет коэффициента экологической эффективности предприятия в динамике за неограниченное количество периодов;
- расчет коэффициента экологической эффективности предприятия за текущий (или любой выбранный) период.

2. Инструкция к использованию программы

Шаг 1 Запустите программу 1С Предприятие.

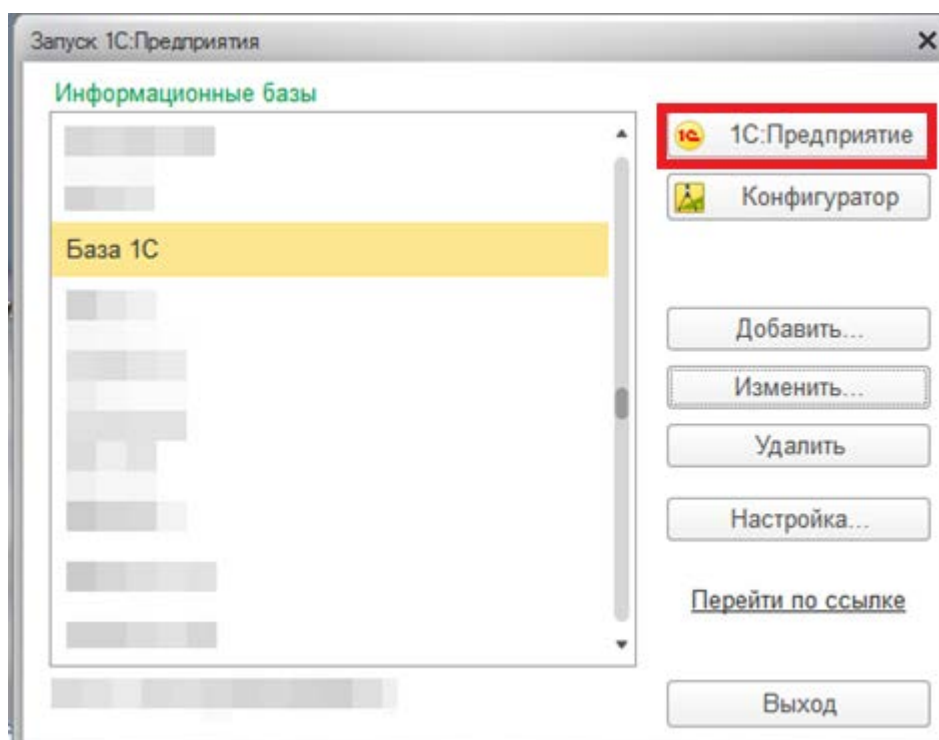


Рисунок 1 Запуск программы

Шаг 2 С помощью кнопки «открыть» запустите программу (см. рисунки 2,3).

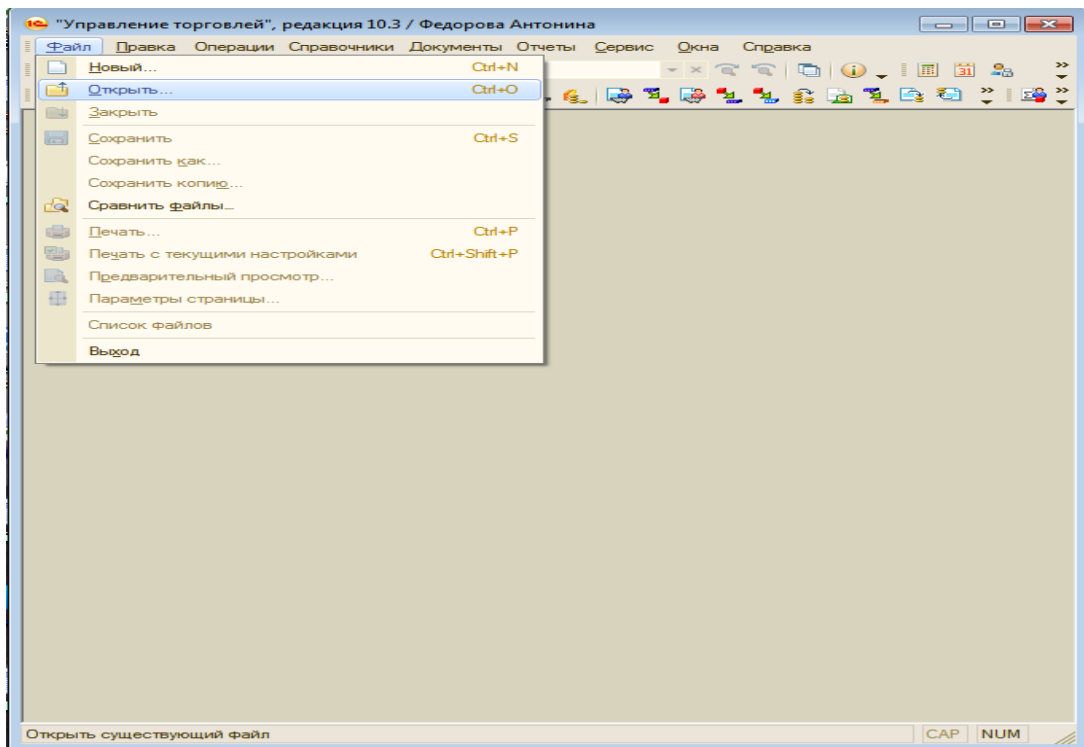


Рисунок 2 Открытие программы

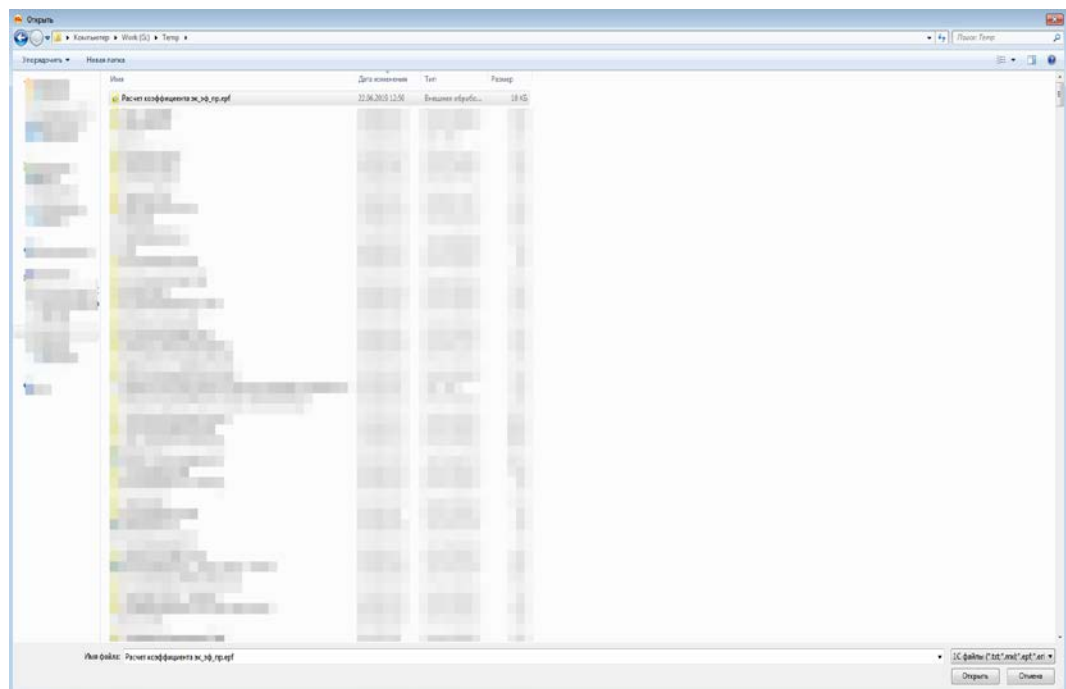


Рисунок 3 Выбор программы

Начальное окно программы представлено на рисунке 4.

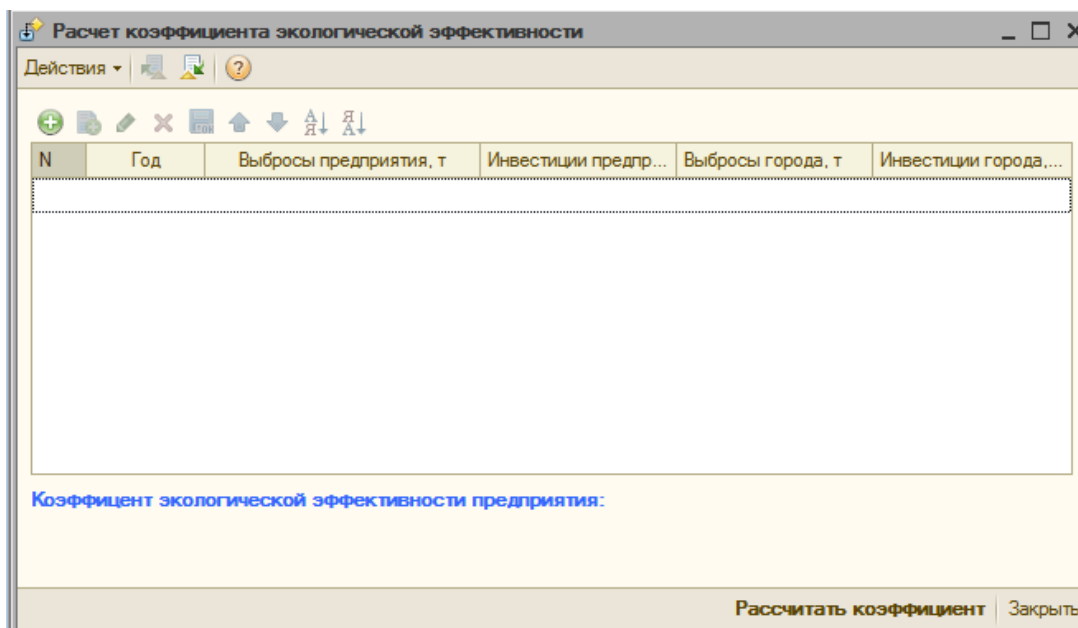


Рисунок 4 Интерфейс программы

Шаг 3 Используя кнопки командной панели «добавить» и «скопировать» заполните таблицу с данными как показано на рисунке 5.

Экологические выбросы измеряются в тоннах, а инвестиции в тысячах рублей.

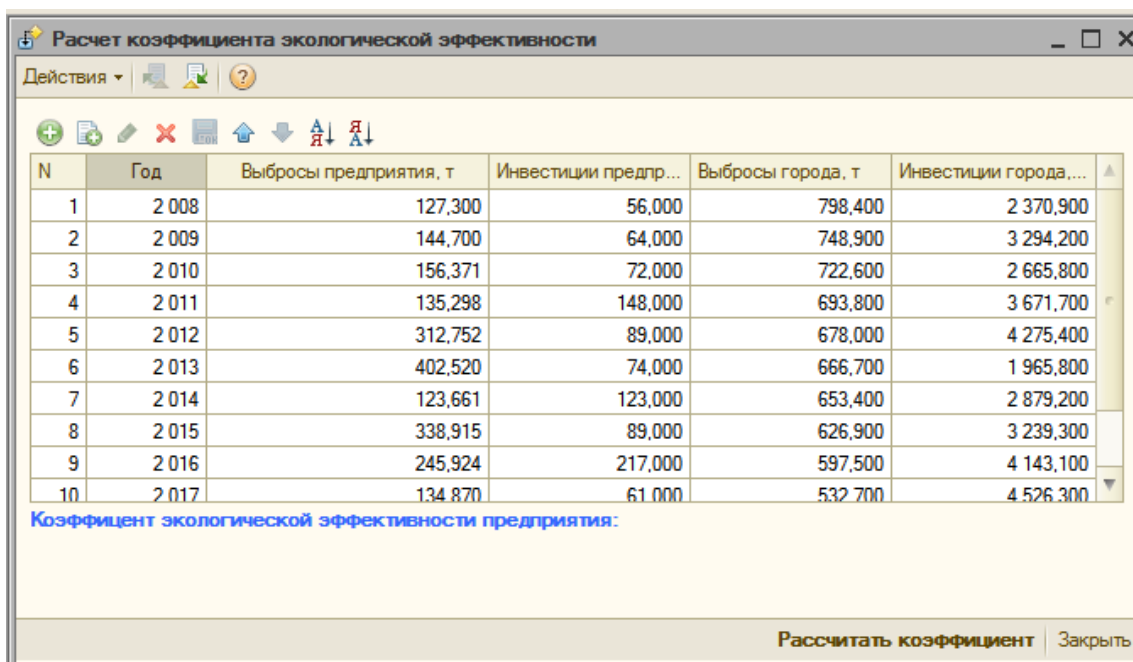


Рисунок 5 Заполнение таблицы данных

По нажатию кнопки «Рассчитать коэффициент» программа выдаст коэффициент и даст его качественную оценку.

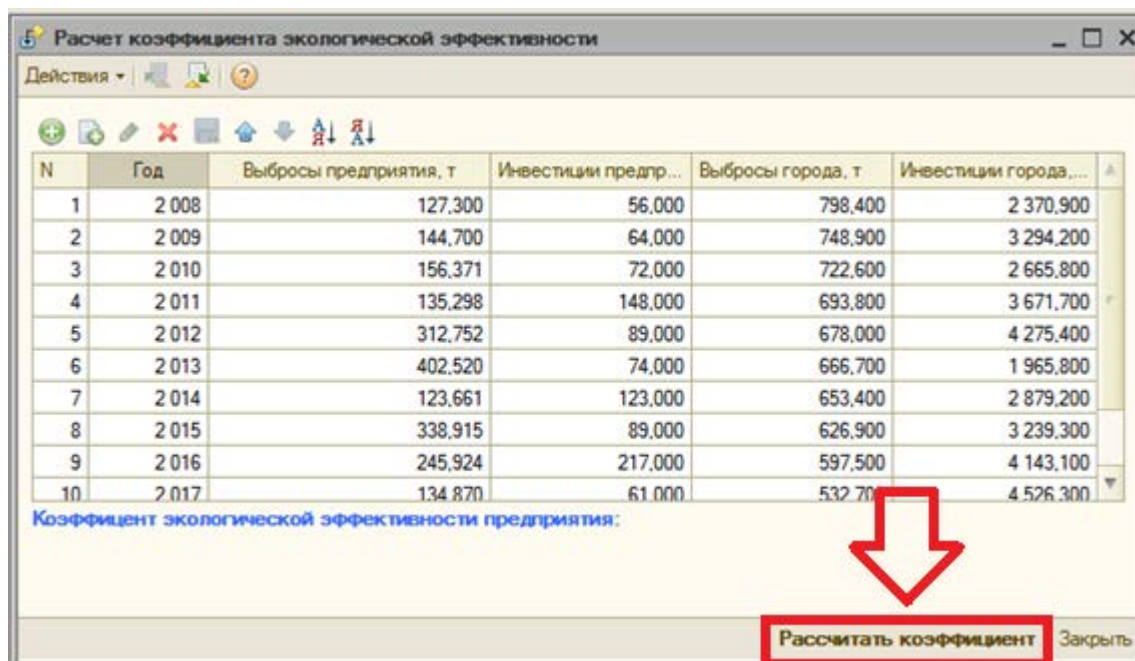


Рисунок 7 Кнопка «Расчитать коэффициент»

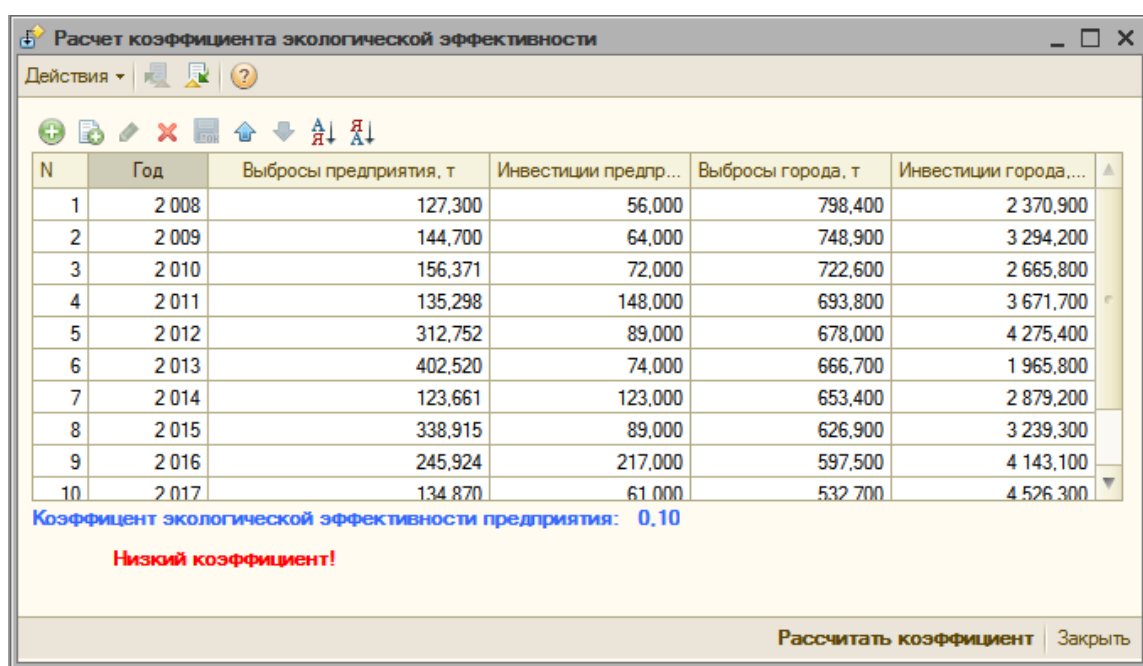


Рисунок 6 Рассчитанный коэффициент и его качественная оценка

Шаг 4 По окончании работы закройте программу.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт естественных и точных наук
Кафедра математического и компьютерного моделирования

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКО- ЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ТЕКСТ ПРОГРАММЫ
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 01.03.02.2019.029.10 ПЗ

Руководитель работы, ст. преп.
каф. МиКМ

_____/ М.С. Фокина
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы,
студент группы ЕТ-416

_____/ А.О. Федорова
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер,
доцент кафедры МиКМ,
канд. физ.-мат. наук

_____/ Т.А. Макаровских
« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

Процедура КнопкаВыполнитьНажатие (Кнопка)

```
Если ПроверкаДеленияНаНольВыполнена () =Ложь Тогда
    Предупреждение ("Некорректно заданы данные!");
    Возврат;
КонецЕсли;
```

```
К_Инв=ТЗ.Итог ("ИнвестицииПредприятия") /ТЗ.Итог ("ИнвестицииГорода");
К_Выбросы=ТЗ.Итог ("ВыбросыПредприятия") /ТЗ.Итог ("ВыбросыГорода");
К_ЭкЭф=Окр (К_Инв/К_Выбросы, 2, РежимОкругления.Окр15как20);
Если К_ЭкЭф<20 Тогда
    Результат= "Низкий коэффициент!";
Иначе
    Результат="Коэффициент в допустимых пределах!";
КонецЕсли;
// Вставить содержимое обрботчика.
```

КонецПроцедуры

Функция ПроверкаДеленияНаНольВыполнена ()

```
флПроверки1=1;флПроверки2=1;
Если ТЗ.Итог ("ИнвестицииГорода")=0 Тогда
    флПроверки1=0;
КонецЕсли;
```

```
Если ТЗ.Итог ("ВыбросыГорода")=0 Тогда
```

```
    флПроверки2=0;
```

```
КонецЕсли;
```

```
Возврат флПроверки1*флПроверки1;
```

```
КонецФункции
```