

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)**

Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

Кафедра информационных технологий

ОТЧЕТ

о выполнении лабораторной работы № 1

по дисциплине «Программная инженерия»

Выполнила: ст. гр. МО 32/2

Переузник В. С.

Проверил: доцент каф. ИТ

Полетайкин А. Н.

Краснодар

2025

Тема: анализ предметной области.

Цель: изучение и системное представление бизнес-процессов, подлежащих программированию, приобретение навыков системного анализа объектов и процессов реального мира на предмет организации программного управления.

Задание: 1) Выполнить системное описание заданного бизнес-процесса. Построить модель «Черный ящик» и описать информационные потоки на ней. 2) Выполнить декомпозицию бизнес-процесса на задачи. Дать характеристику схеме решения выделенных задач в ручном режиме и выделить её недостатки. 3) Обосновать необходимость усовершенствования существующей схемы решения задач за счет разработки программного продукта.

Индивидуальная тема: «Программа для аппроксимации функции».

Ход выполнения работы:

1. Системное описание бизнес-процесса

Бизнес-процесс представляет собой процедуру получения математической модели (аппроксимирующей функции) для заданного набора экспериментальных данных. Процесс заключается в замене сложной или неизвестной функциональной зависимости на более простую и удобную для анализа и вычислений. Это служит для выявления скрытых закономерностей в данных, сглаживания погрешностей измерений и создания эффективной математической модели, пригодной для инженерных расчетов, научных исследований и оптимизационных задач. Цель процесса — найти такую функцию, которая с достаточной точностью описывала бы исходные данные и позволяла делать прогнозы в рамках изучаемой области.

Состав действующих лиц: пользователь - исследователь (специалист: инженер, ученый, студент), который обладает набором данных и нуждается в их анализе и представлении в виде функциональной зависимости. Является инициатором и потребителем результата процесса.

Обобщенная модель бизнес-процесса «Аппроксимация функции», представленная на рисунке 1.1, описывает преобразование входного набора экспериментальных данных и управляющих параметров в результирующую математическую модель функции, её визуализацию и оценку точности с помощью функционального механизма.

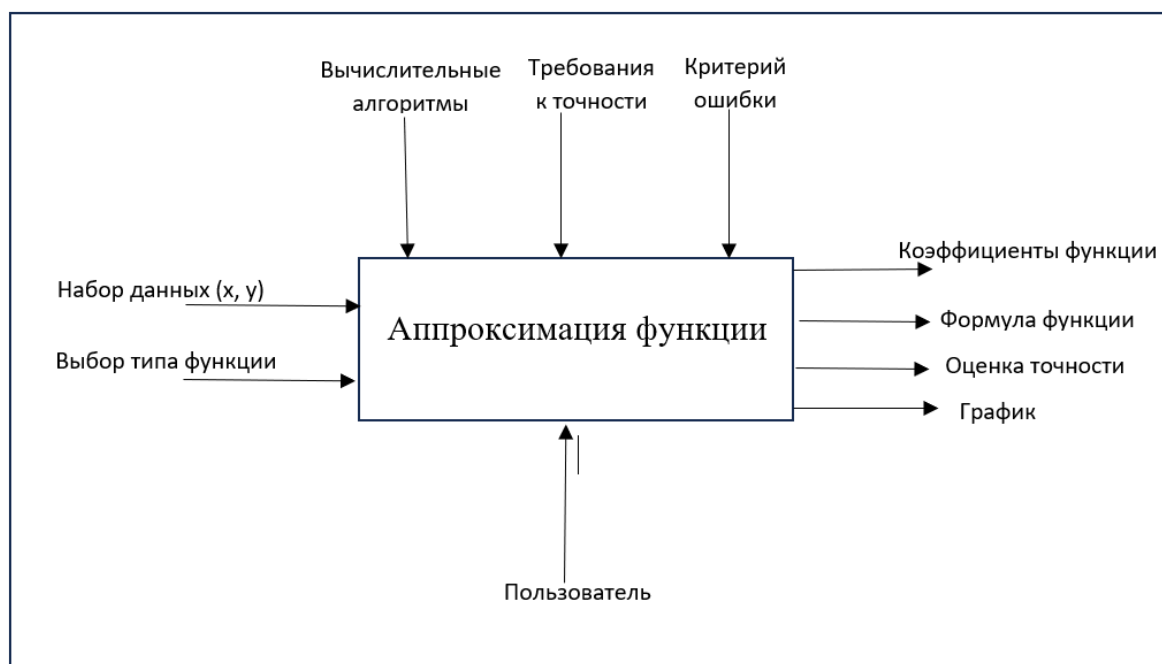


Рис. 1.1 — Модель «Черный ящик» для бизнес-процесса аппроксимации функции

Описание входных и выходных информационных потоков системы представлено в табл. 1.1, где детализированы все компоненты модели «Черный ящик». В таблице систематизированы виды потоков, их назначение, форма представления и источники, что обеспечивает полное понимание взаимодействия между пользователем и системой в процессе аппроксимации.

№	Наименование и назначение потока	Вид потока	Форма представления	Корреспондент (Откуда)	Периодичность, регламент
1	Набор экспериментальных (входных) данных (x, y)	Input	Табличные данные	Исследователь	При каждом анализе задачи
2	Выбор типа аппроксимирующей функции	Input	-	Исследователь	При каждом анализе задачи
3	Требования к точности (допустимая погрешность)	Control	Числовое значение	Руководитель работы / ГОСТ	Для каждого исследования
4	Критерий ошибки	Control	Описание в учебнике, алгоритм в методичке	Учебная литература	Постоянно
5	Вычислительные алгоритмы	Control	Формулы в учебнике или методическом пособии	Учебная литература	Постоянно

6	Пользователь	Mechanism	Человек	-	По необходимости
7	Коэффициенты аппроксимирующей функции	Output	Числовые значения, отображаемые в отчете	Система (Исследователь)	При каждом завершении расчета
8	Формула функции	Output	Аналитическое представление модели, запись в отчете	Система (Исследователь)	При каждом завершении расчета
9	График	Output	Изображение	Система (Исследователь)	При каждом завершении расчета
10	Оценка точности	Output	Числовое значение, отображаемое в отчете	Система (Исследователь)	При каждом завершении расчета

Таблица 1.1. Описание информационных потоков

Правила обработки информации:

1. Входные данные должны быть представлены в виде пар чисел (x, y) и подлежат проверке на корректность: должны быть представлены в числовом формате, не допускается наличие текстовых или пустых значений.
2. Выбор типа аппроксимирующей функции осуществляется пользователем на основе визуального анализа данных и предыдущего опыта (линейная, полиномиальная n-ной степени, экспоненциальная и т.д.).
3. Для нахождения коэффициентов используется метод наименьших квадратов (МНК), минимизирующий сумму квадратов отклонений расчетных значений от экспериментальных; расчеты производятся вручную с использованием калькулятора.
4. Оценка точности аппроксимации выполняется на основе расчета стандартных метрик качества, таких как коэффициент детерминации (R^2) или средняя квадратичная ошибка (MSE).
5. Результаты обработки (коэффициенты, формула, график, метрики) оформляются вручную в отчете.

Ограничения:

1. Ограничение на объем обрабатываемых данных, обусловленное практической невозможностью ручной обработки больших массивов информации.
2. Ограниченный набор рассматриваемых типов аппроксимирующих функций вследствие трудоемкости ручных расчетов.
3. Невозможность корректной аппроксимации при неудачном выборе типа функции, несоответствующем характеру исходных данных или при сложном характере исходных данных, требующем специализированных математических методов.
4. Требование к минимальному количеству точек данных: число экспериментальных точек должно превышать количество определяемых коэффициентов выбранной модели.

Нормативно-справочная документация:

1. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. (Регламентирует статистические методы обработки экспериментальных данных, к которым относится и аппроксимация).
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. — М.: Наука, 1989. — 432 с. (Определяет применяемые вычислительные алгоритмы и методы, такие как метод наименьших квадратов).
3. Учебные пособия и справочники по математической обработке экспериментальных данных.

2. Декомпозиция бизнес-процесса на подпроцессы (задачи).

Декомпозиция бизнес-процесса «Аппроксимация функции», представленная на рисунке 2.1, выполнена путем его разделения на пять ключевых задач, образующих иерархическую структуру: ввод данных, выбор параметров, вычисления, визуализация и экспорт результатов. Задача вычислений, в свою очередь, дополнительно детализирована на подзадачи расчета коэффициентов, значений функции и оценки точности, что отражает внутреннюю логику вычислительного ядра системы.

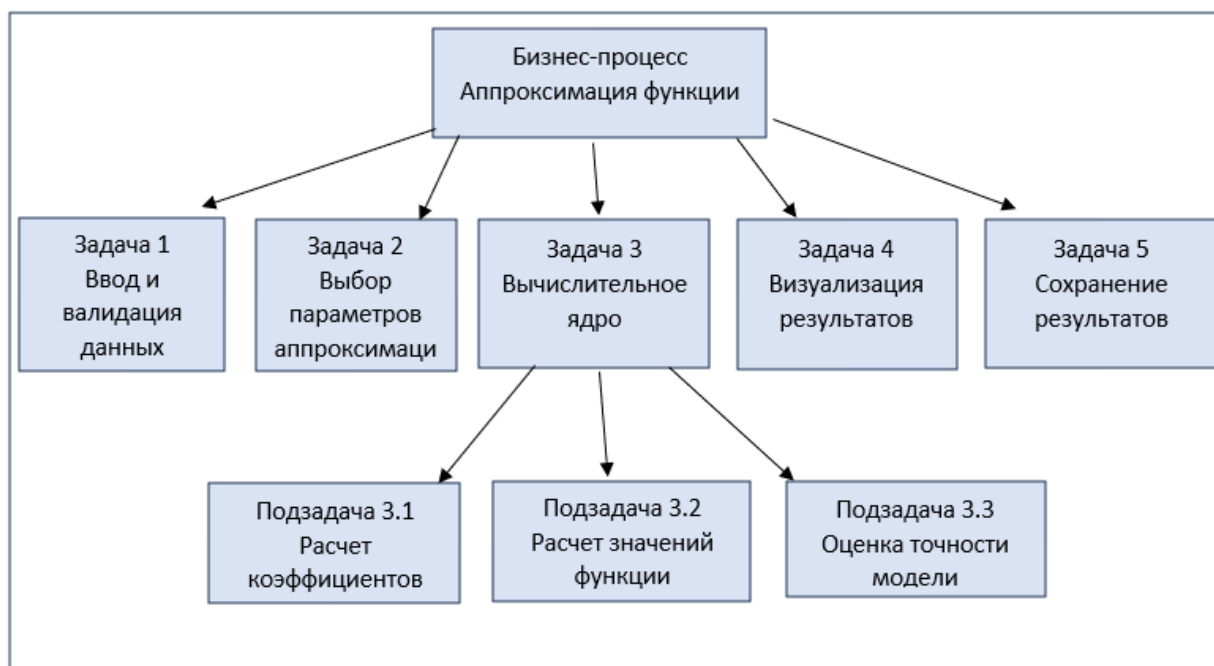


Рис. 2.1 — Декомпозиция бизнес-процесса на задачи

Для каждой задачи, выделенной в результате декомпозиции, определены цель её решения, конкретный результат и необходимые исходные данные. Данная характеристика представлена в таблице 2.1, что обеспечивает полное понимание функций и взаимосвязей всех элементов бизнес-процесса.

№	Наименование задачи	Цель решения задачи	Результат решения задачи	Необходимые исходные данные
1	Ввод и валидация данных	Обеспечить наличие корректных данных для обработки	Данные – пары (x, y), перенесенные в расчетную таблицу, проверенные на очевидные ошибки	Сырые данные от пользователя
2	Выбор параметров аппроксимации	Определить, какая функция будет использоваться для приближения	Выбранный тип функции и его параметры	Визуальный анализ графика, личный опыт исследователя, рекомендации литературы
3	Вычислительное ядро (проведение расчетов)	Найти коэффициенты функции, оценить точность	Рассчитанные коэффициенты, значение ошибки	Проверенные данные (x, y), выбранный тип функции, формулы расчетов из справочника
3.1	Расчет коэффициентов	Решить систему уравнений МНК	Рассчитанные коэффициенты (a_0, a_1, \dots, a_n)	Данные (x, y), тип функции, расчетные формулы
3.2	Расчет значений функции	Получить расчетные значения “y” для каждого “x”	Расчетные значений “y” для построения графика	Данные “x”, найденные коэффициенты

3.3	Оценка точности модели	Количественно оценить качество аппроксимации	Значение ошибки (R^2 , MSE)	Исходные данные “y”, расчетные значения “y”, формулы расчета погрешности
4	Визуализация результатов	Наглядно представить исходные данные и результат	График с точками данных и кривой аппроксимации	Данные (x, y), коэффициенты функции
5	Сохранение результатов	Зафиксировать результаты для последующего использования	Заполненный отчет с формулами, коэффициентами и графиком	Все полученные результаты работы

Таблица 2.1 — Характеристика задач бизнес-процесса

3. Анализ ручного выполнения и обоснование автоматизации

Без специализированного программного обеспечения процесс аппроксимации выполняется вручную с использованием калькулятора, бумаги и справочников или с помощью общего программного обеспечения (например, Excel). Исследователь записывает экспериментальные данные в таблицу. Он выбирает тип функции на основе интуиции или визуального анализа графика, построенного на бумаге. Расчет коэффициентов производится на калькуляторе с помощью формул метода наименьших квадратов. Это требует решения систем уравнений вручную. После расчета исследователь строит график подобранной функции на миллиметровой бумаге, чтобы визуально оценить результат. Затем он вручную вычисляет погрешность аппроксимации. Такой подход имеет серьезные недостатки:

1. Низкая скорость. Ручные расчеты занимают много времени.
2. Высокая вероятность ошибок. Многоэтапные вычисления на калькуляторе приводят к арифметическим ошибкам.
3. Ограниченность анализа. Сложно проверить несколько типов функций для поиска оптимальной.

Указанные недостатки делают ручной процесс медленным, неточным и неэффективным. Это приводит к получению неоптимальных моделей и принятию ошибочных решений на их основе. Разработка специального программного обеспечения необходима по следующим причинам:

1. Повышение скорости. Программа выполнит сложные расчеты за секунды.
2. Повышение точности. Алгоритмы исключают арифметические ошибки.

3. Расширение анализа. Возможность быстро проверить десятки моделей и выбрать лучшую.
4. Улучшение визуализации. Автоматическое построение точных и наглядных графиков.
5. Автоматизация документирования. Программа сохраняет все результаты в воспроизводимом виде.

Таким образом, создание программы для аппроксимации функций позволит повысить производительность, точность и качество анализа данных.

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы был проведен системный анализ бизнес-процесса аппроксимации функции. Построена модель «Черный ящик», идентифицированы и классифицированы все информационные потоки системы, а также выполнена декомпозиция процесса на задачи, для которых определены цели, результаты и исходные данные.

Анализ существующей схемы решения задач в ручном режиме выявил ее ключевые недостатки: крайне низкую производительность, высокую вероятность ошибок вычислений, ограниченность анализа альтернативных моделей и сложность визуализации результатов. Эти недостатки существенно снижают эффективность и надежность всего процесса математического моделирования.

Разработка специализированного программного обеспечения является объективной необходимостью, так как позволит автоматизировать вычислительно сложные и рутинные операции, минимизировать влияние человеческого фактора и обеспечить воспроизводимость результатов. Программная реализация задач бизнес-процесса на уровне специализированного приложения (а не использования калькулятора и Excel) является оптимальным решением для кардинального повышения эффективности, точности и качества работ по аппроксимации функциональных зависимостей.