

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПЕТРА ВЕЛИКОГО»

Институт Компьютерных наук и кибербезопасности

Высшая школа искусственного интеллекта

Направление 02.03.01 Математика и Компьютерные науки

наименование организации - разработчика ТЗ на АС

УТВЕРЖДАЮ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

Разработчик

Курочкин Михаил Александрович

Астафьев Игорь Евгеньевич

Личная
подпись

Расшифровка
подписи

Личная
подпись

Расшифровка
подписи

Печать

Печать

Дата

Дата

Приложение выполнения унарных и бинарных операций над

мультимножествами

наименование вида АС

Операции над мультимножествами

наименование объекта автоматизации

Приложение

сокращенное наименование АС

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На 18 листах

Действует с «___»_____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель

Курочкин Михаил Александрович

Личная
подпись

Расшифровка
подписи

Печать

Дата

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ | 4 |
| 1.1 | Полное наименование системы и ее условное обозначение | 4 |
| 1.2 | Номер договора (контракта) | 4 |
| 1.3 | Наименования организации-заказчика и организаций-участников работ . . . | 4 |
| 1.4 | Перечень документов, на основании которых создается система | 4 |
| 1.5 | Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы | 4 |
| 1.6 | Источники и порядок финансирования работ | 4 |
| 1.7 | Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы | 4 |
| 1.8 | Перечень нормативно-технических документов, методических материалов, использованных при разработке ТЗ | 5 |
| 1.9 | Определения, обозначения и сокращения | 5 |
| 2 | НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ | 6 |
| 2.1 | Назначение системы | 6 |
| 2.2 | Цели создания системы | 6 |
| 3 | ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ | 7 |
| 4 | ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ | 8 |
| 4.1 | Требования к системе в целом | 8 |
| 4.1.1 | Требования к структуре и функционированию системы | 8 |
| 4.1.1.1 | Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики | 8 |
| 4.1.1.2 | Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы | 8 |
| 4.1.1.3 | Требования к характеристикам взаимосвязей создаваемой системы со смежными системами | 8 |
| 4.1.1.4 | Требования к режимам функционирования системы | 8 |
| 4.1.1.5 | Требования по диагностированию системы | 8 |
| 4.1.1.6 | Перспективы развития, модернизации системы | 8 |
| 4.1.2 | Требования к численности и квалификации персонала системы | 8 |
| 4.1.3 | Показатели назначения | 9 |
| 4.1.4 | Требования к надежности | 9 |
| 4.1.5 | Требования к безопасности | 9 |
| 4.1.6 | Требования к эргономике и технической эстетике | 9 |
| 4.1.7 | Требования к транспортабельности для подвижных АС | 9 |
| 4.1.8 | Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы | 9 |
| 4.1.9 | Требования к защите информации от несанкционированного доступа | 9 |
| 4.1.10 | Требования по сохранности информации при авариях | 10 |
| 4.1.11 | Требования к защите от влияния внешних воздействий | 10 |
| 4.1.12 | Требования к патентной чистоте | 10 |
| 4.1.13 | Требования по стандартизации и унификации | 10 |
| 4.1.14 | Дополнительные требования | 10 |
| 4.2 | Требования к функциям (задачам), выполняемым системой | 10 |
| 4.3 | Требования к видам обеспечения | 11 |
| 4.3.1 | Требования к математическому обеспечению системы | 11 |
| 4.3.2 | Требования к информационному обеспечению системы | 11 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.3.3 | Требования к лингвистическому обеспечению системы | 12 |
| 4.3.4 | Требования к программному обеспечению системы | 12 |
| 4.3.5 | Требования к техническому обеспечению | 13 |
| 4.3.6 | Требования к метрологическому обеспечению | 13 |
| 4.3.7 | Требования к организационному обеспечению | 13 |
| 4.3.8 | Требования к методическому обеспечению | 13 |
| 5 | СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ (РАЗВИТИЮ) СИСТЕМЫ | 14 |
| 6 | ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ | 15 |
| 6.1 | Виды, состав, объем и методы испытаний системы | 15 |
| 6.2 | Общие требования к приемке работ по стадиям | 15 |
| 7 | ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ | 16 |
| 8 | ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ | 17 |
| 9 | ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ | 18 |

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Полное наименование системы и ее условное обозначение

Полное наименование системы: Приложение выполнения унарных и бинарных операций над мультимножествами.

Краткое наименование системы: Приложение.

1.2 Номер договора (контракта)

Отсутствует.

1.3 Наименования организации-заказчика и организаций-участников работ

Заказчик: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».
Адрес заказчика: 195251 г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая 29, корпус 4.

Разработчик: студент политехнического университета Петра Великого гр. 5130201/20101 Астафьев Игорь Евгеньевич.

Адрес разработчика: 194100 г. Санкт-Петербург, Лесной пр-т, д. 65, к. 1

Телефон: +79172045799

E-mail: astafiev.ie@edu.spbstu.ru

1.4 Перечень документов, на основании которых создается система

Отсутствует.

1.5 Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы

Плановый срок начала работ по созданию Приложения — 8 октября 2023.

Плановый срок окончания работ по созданию Приложения — 25 декабря 2023.

1.6 Источники и порядок финансирования работ

Инициативная работа.

Финансирование отсутствует.

1.7 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы

При предъявлении результатов работ по созданию Приложения Заказчику передается персональный компьютер в базовой комплектации на гарантийном обслуживании, загрузочный модуль Приложения, руководство оператора, тесты для Приложения.

1.8 Перечень нормативно-технических документов, методических материалов, использованных при разработке ТЗ

ГОСТ 34.601-90 «Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания».

1.9 Определения, обозначения и сокращения

Код Грея — двоичный код, в котором две «соседние» (в лексикографическом наборе) кодовые комбинации различаются только цифрой в одном двоичном разряде.

Мультимножество или множество сповторяющимися элементами - совокупность элементов произвольной природы, где один и тот же элемент может присутствовать в мультимножестве многократно.

Универсальное множество (универсум) — множество, содержащее все объекты.

ТЗ - техническое задание.

АС - автоматизированная система.

ОС - операционная система.

ПК - персональный компьютер.

GCC - GNU Compiler Collection.

2 НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

2.1 Назначение системы

Назначением Приложения является автоматизация выполнения операций с мультимножествами.

2.2 Цели создания системы

Целью создания Приложения является сокращение времени выполнения операций над мультимножествами.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектом автоматизации являются операции, выполняемые над мультимножествами:

- дополнение;
- объединение;
- пересечение;
- разность и симметрическая разность;
- арифметическая сумма;
- арифметическая разность;
- умножение;
- деление.

Приложение рассчитано на создание одного или двух мультимножеств (на усмотрение пользователя), созданных на основе универсума с не более чем 100 элементами и с кратностями элементов не более 20. Элементы представляют собой целые числа от -2^{31} до $2^{31} - 1$.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Требования к системе в целом

4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы

4.1.1.1 Перечень подсистем, их назначение и основные характеристики

Аппаратная часть включает в себя персональный компьютер в базовой комплектации, который находится на гарантийном обслуживании. Требование к минимальным техническим характеристикам персонального компьютера для запуска Приложения:

- Процессор с тактовой частотой 1,2 ГГц.
- Объем оперативной памяти 256 Мб.
- Жесткий диск 80 Гб.
- Файловая система NTFS/FAT32/exFAT.
- Разъем USB 2.0.

Программная часть включает Приложение, лицензионную ОС Windows 10, а также лицензионный компилятор C/C++ GCC версии 11.2.0.

4.1.1.2 Требования к способам и средствам связи для информационного обмена между компонентами системы

Не предъявляются.

4.1.1.3 Требования к характеристикам взаимосвязей создаваемой системы со смежными системами

Не предъявляются.

4.1.1.4 Требования к режимам функционирования системы

Приложение предназначено для активного использования не более 5 часов в день, 7 дней в неделю.

4.1.1.5 Требования по диагностированию системы

Не предъявляются.

4.1.1.6 Перспективы развития, модернизации системы

Не предъявляются.

4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала системы

Рекомендуемая численность для эксплуатации Приложения: 1 человек.

Пользователь Приложения должен:

- иметь опыт работы с ПК на базе ОС Microsoft Windows на среднем уровне;
- изучить руководство оператора, предоставленную Исполнителем.

4.1.3 Показатели назначения

Время получения результатов вычисления каждой операции между двумя мультимножествами (бинарные операции) не должно превышать 0.5 сек.

Время получения результатов вычисления каждой операции для одного мультимножества (унарные операции) не должно превышать 0.2 сек.

4.1.4 Требования к надежности

Надежность Приложения обеспечивается:

1. ПК базовой комплектации, находящимся на гарантийном обслуживании;
2. лицензионной ОС Microsoft Windows 10 и лицензионным компилятором C/C++ GCC версии 11.2.0;
3. корректным математическим обеспечением;
4. соблюдением стандартов разработки, включая ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010-2015 «Требования и оценка качества систем и программного обеспечения».

4.1.5 Требования к безопасности

Рабочее место оператора Приложения должно соответствовать нормам СанПиН 2.2.2./2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (п.10), СанПиН 2.2.2.4.335916 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» (п.7, п.10).

Рабочее помещение оператора Приложение должно соответствовать нормативам СанПин 2.2.4.129403 «2.2.4. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений» (п.3).

4.1.6 Требования к эргономике и технической эстетике

Эксплуатация должна проходить в закрытых помещениях офисного типа, соответствующих ГОСТ 30494-2011 «Параметры микроклимата в помещениях» (п.5).

Рабочее место должно быть удобным, ободовано столом и стулом, соответствовать ГОСТ Р 50923-96 «Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования у производственной среде. Методы измерения» (п. 4-5).

Управление Приложением должно осуществляться с помощью текстового ввода команд.

4.1.7 Требования к транспортабельности для подвижных АС

Не предъявляются.

4.1.8 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Персональный компьютер должен находиться на гарантийном обслуживании.

4.1.9 Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Не предъявляются.

4.1.10 Требования по сохранности информации при авариях

Приложение должно храниться на жёстком диске ПК. ПК должен находиться на гарантийном обслуживании и быть подключен к источнику бесперебойного питания, рассчитанному на 5 минут непрерывной работы. ОС должна быть лицензионной. Копия приложения должна храниться на USB-носителе в другом помещении, для обеспечения возможности его восстановления в случае аварии. Время восстановления Приложения - 20 секунд. Аварией считаются следующие ситуации:

- Отключение электропитания, скачки напряжения - потеря данных Приложения, хранящихся в оперативной памяти ПК.

4.1.11 Требования к защите от влияния внешних воздействий

Не предъявляются.

4.1.12 Требования к патентной чистоте

Не предъявляются.

4.1.13 Требования по стандартизации и унификации

Не предъявляются.

4.1.14 Дополнительные требования

Не предъявляются.

4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой

Исполнителю необходимо разработать Приложение для работы с мультимножествами, которое решает следующие задачи:

- создание универсума для мультимножеств с использованием кодов Грея вручную;
- создание универсума для мультимножеств с использованием кодов Грея случайным образом;
- создание мультимножества на основе универсума;
- выполнение операций дополнения для одного мультимножества;
- реализация объединения и пересечения нескольких мультимножеств;
- вычисление разности, симметрической разности, арифметической суммы и разности между мультимножествами;
- выполнение операций умножения и деления между мультимножествами;
- проверка корректности введенных пользователем данных.

Для реализации задач Исполнителю необходимо разработать следующие функции:

- функция задания универсума вручную;

- функция задания универсума случайным образом;
- функция ввода размера мультимножества и кратностей элементов;
- функция для выполнения операции дополнения для одного мультимножества;
- функции для выполнения объединения и пересечения нескольких мультимножеств;
- функции для выполнения разности, симметрической разности, арифметической суммы и разности между мультимножествами;
- функции для выполнения операций умножения и деления между мультимножествами;
- функция проверки корректности введенных пользователем данных.

4.3 Требования к видам обеспечения

4.3.1 Требования к математическому обеспечению системы

При реализации Приложения используются математически корректные алгоритмы выполнения унарных и бинарных операций, двоичных коды Грея для задания универсума.

4.3.2 Требования к информационному обеспечению системы

Структура данных:

1. Класс Universe:

- Атрибуты:
 - `const int MAX_MUL` - константа задает максимально возможную кратность элемента в универсуме;
 - `const int MAX_LENGTH` - ограничивает возможную длину кодов Грея;
 - `int bit_len` - длина кода Грея;
 - `int pwr` - мощность универсума;
 - `std::vector<int> muls` - кратности элементов универсума;
 - `std::vector<std::vector<bool>> codes` - коды Грея.
- Методы:
 - `void Fill()` - константный метод заполнения универсума;
 - `void Out() const` - константный метод вывода универсума.

2. Класс Multiset:

- Атрибуты:
 - `Universe *uni` - указатель на универсум;
 - `std::vector<int> set_muls` - кратности элементов мультимножества.
- Методы:
 - `void AutoFill()` - метод случайного автоматического заполнения мультимножества;
 - `void ManualFill()` - метод для ручного заполнения мультимножества;

- `Multiset &operator!()` - перегруженный оператор для реализации операции дополнения;
- `Multiset &Intersection(Multiset &other)` - метод для нахождения пересечения с другим мультимножеством;
- `Multiset &Union(Multiset &other)` - метод для объединения с другим мультимножеством;
- `Multiset &Difference(Multiset &other)` - метод для нахождения разности с другим мультимножеством;
- `Multiset &operator+(Multiset &other)` - перегруженный оператор для объединения множеств;
- `Multiset &operator-(Multiset &other)` - перегруженный оператор для разности множеств;
- `Multiset &SymmetricDifference(Multiset &other)` - метод для нахождения симметрической разности;
- `Multiset &operator*(Multiset &other)` - перегруженный оператор для пересечения множеств;
- `Multiset &operator/(Multiset &other)` - перегруженный оператор для симметрической разности.

3. Типы данных:

- `int` - целочисленное значение;
- `std::vector<int>` - вектор (массив) целочисленных значений;
- `std::vector<std::vector<bool>` - вектор, содержащий вектора булевых (двоичных) значений.

4.3.3 Требования к лингвистическому обеспечению системы

Приложение должно быть реализовано на языке программирования высокого уровня C++17.

Ввод-вывод данных, а также пользовательский интерфейс реализуется на русском языке.

4.3.4 Требования к программному обеспечению системы

При разработке должна использоваться лицензионная версия среды разработки CLion 2022.2.4.

Базовой программной платформой должна являться лицензированная ОС Microsoft Windows 10.

При разработке должны использоваться математически корректные алгоритмы.

Приложение соответствует ГОСТ Р ИСО/МЭК 25051-2017 «Информационные технологии (ИТ). Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Требования к качеству готового к использованию программного продукта (RUSP) и инструкции по тестированию».

4.3.5 Требования к техническому обеспечению

Персональный компьютер на гарантийном обслуживании.

Требование к минимальной технической характеристике персонального компьютера для запуска Приложения:

- Процессор с тактовой частотой 1,2 ГГц.
- Объем оперативной памяти 256 Мб.
- Жесткий диск 80 Гб.
- Файловая система NTFS/FAT32/exFAT.
- Разъем USB 2.0.

4.3.6 Требования к метрологическому обеспечению

Не предъявляются.

4.3.7 Требования к организационному обеспечению

Не предъявляются.

4.3.8 Требования к методическому обеспечению

Руководство оператора, предъявляемое Заказчику вместе с Приложением должно быть написано в соответствии с ГОСТ 19.505-79 «Единая система программной документации. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению».

5 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ (РАЗВИТИЮ) СИСТЕМЫ

Состав и содержание работ по созданию Приложения приведены Таблице 1.

Таблица 1: Этапы разработки Приложения

| Наименование этапа | Сроки выполнения | Содержание работ | Результаты работ |
|----------------------------------|-------------------------------|---|---|
| Проектирование Приложения | 08.10.2023 — 15.10.2023 | Проектирование архитектуры и создание математического описания функций Приложения для работы с мультимножествами и кодами Грея. | Спроектированная архитектура и корректно описанные функции Приложения. |
| Разработка Приложения | 16.10.2023 — 18.10.2023 | Реализация функций для создания и выполнения операций над мультимножествами с использованием кодов Грея. | Прототип Приложения, осуществляющего унарные и бинарные операции с мультимножествами. |
| Разработка Тестов | 18.11.2023 — 19.11.2023 | Реализация тестов для проверки написанных функций, выполняющих операции над мультимножествами. | Реализованные тесты для проверки корректности работы прототипа Приложения. |
| Тестирование функциональности | 20.11.2023 — 30.11.2023 | Разработка и отладка Приложения во время тестирования. | Протоколы тестирования, исправленные ошибки. Приложение с внесенными изменениями. |
| Разработка руководства оператора | 01.12.2023 — 10.12.2023 | Написание набора инструкций для работы с Приложением. | Руководство оператора для работы с Приложением. |
| Сдача Приложения | 11.12.2023 — 25.12.2023 | Подготовка и передача Приложения заказчику. Демонстрация работы Приложения. | Акт приёмки-сдачи Приложения, финальная версия Приложения, руководство оператора. |

6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

6.1 Виды, состав, объем и методы испытаний системы

Разработчик подготавливает функциональные тесты для проверки работоспособности Приложения. Данные тесты утверждаются Разработчиком и Заказчиком.

Приложение устанавливается на ПК базовой комплектации с лицензионным ПО и гарантийным обслуживанием.

Каждый тест включают в себя проверку работоспособности функций Приложения: в консоли задается универсум, два мультимножества, производятся все реализованные операции над ними, результаты операций выводятся на экран.

Каждый тест выполняется 20 раз с разными универсумами и разными размерами мультимножеств, в том числе нулевыми. Время выполнения теста в целом высчитывается как среднее арифметическое времени выполнения каждого теста на каждом прогоне. Время измеряется тактовым генератором.

6.2 Общие требования к приемке работ по стадиям

На стадии тестирования Приложение должно успешно пройти все функциональные тесты. На стадии сдачи Приложения Заказчику передаются:

- загрузочный модуль Приложения;
- USB-носитель с копией Приложения;
- набор тестов;
- программа испытаний;
- руководство оператора,
- ПК на гарантийном обслуживании со следующими требованиями:
 - Процессор с тактовой частотой 1,2 ГГц.
 - Объем оперативной памяти 256 Мб.
 - Жесткий диск 80 Гб.
 - Файловая система NTFS/FAT32/exFAT.
 - Разъем USB 2.0.

7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

Подготовить рабочее место в соответствии с требованиями, установленными п. 4.1.5, п. 4.1.6 данного ТЗ. Загрузить Приложение на ПК базовой комплектации на гарантийном обслуживании с лицензионным ПО. Через 5 сек. после установки Приложение будет готово к работе.

Перед началом работы с Приложением пользователь должен изучить инструкцию пользователя.

8 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТИРОВАНИЮ

Руководство оператора, предъявляемое Заказчику вместе с Приложением должна быть написана в соответствии с ГОСТ 19.505–79 «Единая система программной документации. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению».

9 ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

Данное техническое задание разработано на основе ГОСТ 34.602–89 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы».