

Лабораторная работа №7

«Разработка простейшего класса на C++»

Скоробогатов С.Ю.

19 апреля 2018 г.

1 Цель работы

Целью данной работы является изучение базовых объектно-ориентированных возможностей языка C++.

2 Исходные данные

Рассмотрим некоторые возможности языка C++, которые могут понадобиться при выполнении лабораторной работы.

2.1 Перегрузка операции индексации

Во всех заданиях требуется организовать доступ к элементам внутреннего состояния объектов разрабатываемого класса по индексу. В зависимости от задания, такими элементами могут быть элементы матрицы, коэффициенты полинома, точки ломаной линии и т.п.

Индексацию внутреннего состояния объектов класса можно осуществить путём объявления метода, возвращающего ссылку на элемент с указанным индексом. Например, метод `access`, возвращающий ссылку на элемент вектора, может быть объявлен как

```
class Vector {  
    ...  
    int& access(int index);  
    ...  
};
```

Объявив метод `access`, мы можем использовать его для чтения и записи элементов вектора:

```
Vector v;  
v.access(0) = v.access(1);
```

Однако, гораздо естественнее обращаться к элементам вектора с помощью операции индексации. Чтобы эту операцию можно было применять к объектам нашего класса, достаточно переименовать объявленный нами метод `access` в `operator[]`:

```

class Vector {
    ...
    int& operator [] (int index);
    ...
};

```

После этого работа с элементами вектора будет выглядеть как

```

Vector v;
v[0] = v[1];

```

В случае, если обращение к элементам внутреннего состояния объектов требует использования нескольких индексов (например, если объект представляет матрицу), перегрузка операции индексации вышеописанным методом становится невозможна, т.к. операция индексации имеет только один формальный параметр.

Тем не менее, для решения этой задачи можно применить приём, являющийся частным случаем известного из функционального программирования метода *закармливания* функции, а именно: перегруженная операция индексации для, например, матрицы должна принимать первый индекс (номер строки матрицы) и возвращать объект класса, представляющий строку матрицы; при этом для строки матрицы операция индексации перегружена таким образом, что она принимает второй индекс (номер столбца) и возвращает ссылку на элемент матрицы.

В коде это может выглядеть следующим образом:

```

class Matrix {
    ...
    class Row {
    private:
        Matrix *matrix;
        int i;
    public:
        Row(Matrix *matrix, int i);
        int& operator [] (int j);
    };

    Matrix::Row operator [] (int i)
    {
        return Row(this, i);
    }
    ...
};

```

В данном примере внутри класса **Matrix** объявлен вспомогательный класс **Row**, объект которого запоминает указатель на матрицу и номер строки матрицы. Операция индексации класса **Matrix** возвращает временный объект класса **Row**.

В результате обращение к элементам матрицы может выглядеть как

```

Matrix m;
m[1][2] = m[3][4];

```

2.2 Вывод объектов в поток вывода

Чтобы объекты нашего класса можно было передавать в поток вывода (в частности, в `cout`), следует перегрузить операцию `<<` для сочетания типов операндов, в котором левый операнд – `&ostream`, а правый – объект нашего класса. Перегрузку этой операции можно осуществить путём определения глобальной функции `operator<<`, имеющей параметры указанных типов.

Например, для гипотетического класса `Matrix` эту функцию можно было бы записать следующим образом:

```
std::ostream& operator<< (std::ostream& os, Matrix& matr)
{
    for (int i = 0; i < matr.m; i++) {
        for (int j = 0; j < matr.n; j++) {
            os << matr[i][j] << ' ';
        }
        os << std::endl;
    }
    return os;
}
```

3 Задание

Выполнение лабораторной работы заключается в составлении на языке C++ программы, состоящей из трёх файлов:

- заголовочный файл `declaration.h` с объявлением одного из классов, приведённых в таблицах 1 – 16;
- файл `implementation.cpp` с определениями методов класса;
- файл `main.cpp`, содержащий функцию `main` и, возможно, вспомогательные функции для проверки работоспособности класса.

Реализация класса не должна опираться на стандартные контейнерные классы C++, то есть внутреннее состояние объектов класса должно быть реализовано через обычные массивы. Соответственно, в классе обязательно требуется реализовать:

- конструктор копий;
- деструктор (должен быть объявлен виртуальным);
- операцию присваивания.

Проверку работоспособности класса требуется организовать в функции `main`, размещённой в файле `main.cpp`. Проверка должна включать в себя:

1. создание объекта класса в автоматической памяти;
2. передачу объекта класса по значению в функцию;
3. присваивание объекта класса переменной.

Таблица 1: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
1	<p>Египетская дробь</p> $[a_0, a_1, \dots, a_n] = \frac{1}{a_0} + \frac{1}{a_1} + \dots + \frac{1}{a_n},$ <p>в которой $a_i \in \mathbb{N}$, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества n простых дробей в составе египетской дроби; 2. получение ссылки на a_i; 3. перевод в рациональное число. <p>Для представления рациональных чисел требуется реализовать класс нормализованных дробей с необходимыми арифметическими операциями.</p> <p>Конструктор египетской дроби принимает в качестве параметра рациональное число, которое нужно представить в виде египетской дроби, и максимальное количество простых дробей в составе египетской дроби. Для построения египетской дроби целесообразно реализовать алгоритм Фибоначчи.</p>	Богданова	ИУ9И-21	19.04
2	<p>Система равенств вида $a = b$, где как a, так и b может быть либо именем переменной, либо целым числом. Для системы должны быть реализованы операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение ссылки на i-тое равенство; 2. добавление нового равенства; 3. проверка, существует ли решение системы. 	Бакланов	ИУ9-21	19.04
3	<p>Квадратная матрица, элементами которой являются строки, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение размера матрицы; 2. получение ссылки на указанный элемент; 3. определение, является ли указанный элемент одновременно наименьшим в своей строке матрицы и наибольшим в своём столбце. 	Боровик	ИУ9-21	19.04

Таблица 2: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
4	<p>Последовательность символов ASCII с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества символов; 2. получение ссылки на i-тый символ; 3. удаление из последовательности латинских гласных (для представления результата удаления должен создаваться новый объект); 4. проверка, является ли последовательность гипердромом, т.е. можно ли из её символов построить палиндром. 	Громков	ИУ9-21	19.04
5	<p>Полином степени n с целочисленными коэффициентами и операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вычисление значения для заданного x; 2. получение степени полинома; 3. получение ссылки на указанный коэффициент полинома; 4. домножение на полином. 	Дмитриев	ИУ9-21	19.04
6	<p>Квадратная матрица, элементы которой являются рациональными числами, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение порядка матрицы; 2. получение ссылки на указанный элемент; 3. формирование подматрицы, полученной путём вычёркивания i-той строки и j-го столбца; 4. вычисление определителя матрицы. <p>Для представления рациональных чисел требуется реализовать класс нормализованных дробей с необходимыми арифметическими операциями.</p> <p>Конструктор матрицы должен принимать в качестве параметра её порядок и формировать нулевую матрицу.</p>	Егорычев	ИУ9-21	19.04

Таблица 3: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
7	<p>Множество интервалов вида (a, b) на вещественной прямой с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества интервалов; 2. получение ссылки на i-тый интервал; 3. проверка принадлежности числа x множеству вещественных чисел, задаваемому множеством интервалов; 4. добавление интервалов одного множества в другое множество; <p>Для представления интервала следует разработать отдельный класс.</p>	Кочанова	ИУ9-21	19.04
8	<p>Функция, представляющая собой сумму синусоид: $f(x) = \sum_i a_i \sin(d_i + \omega_i x)$. Каждая синусоида определяется тремя параметрами: амплитуда a_i, смещение d_i и частота ω_i. В классе должны быть реализованы операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества синусоид; 2. получение ссылки на i-тую синусоиду; 3. вычисление значения функции в точке x; 4. формирование новой функции, составленной из синусоид текущей функции, амплитуды которых превышают заданное значение a; <p>Для представления синусоиды следует разработать отдельный класс.</p>	Кузнецов	ИУ9-21	19.04
9	<p>Стековая машина, оперирующая вещественными числами, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества чисел в стеке; 2. добавление вещественного числа на стек; 3. получение ссылки на i-ое число, считая от вершины стека; 4. сложение, умножение и вычитание двух чисел на вершине стека (числа удаляются со стека, результат добавляется в стек). 	Лобачев	ИУ9-21	19.04

Таблица 4: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
10	<p>Полином степени n с целочисленными коэффициентами и операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вычисление значения для заданного x; 2. получение степени полинома; 3. получение ссылки на указанный коэффициент полинома; 4. сложение с полиномом (для суммы формируется новый полином, степень которого может стать меньше степеней слагаемых). 	Маркова	ИУ9-21	19.04
11	<p>Система материальных точек, каждая из которых определяется своими координатами на плоскости и массой, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек в системе; 2. получение ссылки на i-тую точку; 3. вычисление центра масс системы; 4. добавление новой точки; 5. удаление точек с нулевой массой; <p>Для представления материальной точки следует разработать отдельный класс.</p>	Петрова	ИУ9-21	19.04
12	<p>Очередь целых чисел, реализованная через двойной стек, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества чисел в очереди; 2. получение ссылки на i-ое число (последнее добавленное число имеет индекс 0); 3. добавление числа в очередь; 4. удаление числа из очереди. 	Пинская	ИУ9-21	19.04

Таблица 5: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
13	<p>Траектория движения материальной точки на плоскости, представленная координатами положения точки в дискретные моменты времени (0 с, 1 с, 2 с, ...), с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение общего времени движения точки; 2. получение ссылки на положение точки в момент времени t; 3. добавление нового положения точки в конец траектории; 4. вычисление пройденного расстояния. <p>Для представления координат точки следует разработать отдельный класс.</p>	Поленов	ИУ9-21	19.04
14	<p>Конечная цепная дробь</p> $[a_0; a_1, a_2, \dots, a_n] = a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \dots}}$ <p>$a_i \in \mathbb{Z}$ и $\forall i > 0 : a_i > 0$, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение длины n дроби; 2. получение ссылки на коэффициент a_i; 3. добавление нового коэффициента в конец списка коэффициентов; 4. перевод в рациональное число. <p>Для представления рациональных чисел требуется реализовать класс нормализованных дробей с необходимыми арифметическими операциями. Конструктор цепной дроби принимает в качестве параметра рациональное число.</p>	Родионов	ИУ9-21	19.04
15	<p>Запись шахматных партий с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества сделанных ходов; 2. получение ссылки на i-тый ход; 3. добавление хода; 4. вычисление количества фигур, оставшихся на доске к концу партии. 	Санталов	ИУ9-21	19.04

Таблица 6: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
16	<p>Вещественная матрица размером $m \times n$ с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества строк и столбцов; 2. получение ссылки на указанный элемент; 3. добавление строки снизу или добавление столбца справа (формируется новая матрица на основе текущей). 	Свечникова	ИУ9-21	19.04
17	<p>Доска для игры в крестики-нолики размером $n \times n$ с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение размера доски; 2. получение ссылки на клетку с указанными координатами; 3. определение, является ли текущая позиция финальной. 	Тарасова	ИУ9-21	19.04
18	<p>Целочисленная матрица размером $m \times n$ с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества строк; 2. получение количества столбцов; 3. получение ссылки на указанный элемент; 4. перестановка двух строк; 5. перестановка двух столбцов. 	Узунов	ИУ9И-21	19.04
19	<p>Абсолютный путь к каталогу в файловой системе UNIX с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества каталогов в пути; 2. получение ссылки на i-тый каталог в пути, считая от корня; 3. добавление имени каталога в конец пути; 4. получение количества файлов в каталоге (для этого требуется разобраться, как получить оглавление каталога). 	Филоненко	ИУ9-21	19.04

Таблица 7: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
20	<p>Последовательность символов ASCII, часть из которых может быть неизвестна, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества символов; 2. проверка, известен ли i-тый символ; 3. получение ссылки на i-тый символ (если символ – неизвестен, ему присваивается значение ноль); 4. проверка, можно ли подобрать такие значения неизвестных символов, что последовательность станет палиндромом. <p>Конструктор последовательности должен формировать последовательность размера n, все символы которой неизвестны.</p>	Шатнюк	ИУ9-21	19.04
21	<p>Функция, представляющая собой сумму синусоид: $f(x) = \sum_i a_i \sin(d_i + \omega_i x)$. Каждая синусоида определяется тремя параметрами: a_i, d_i и ω_i. В классе нужно реализовать операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества синусоид; 2. получение ссылки на i-тую синусоиду; 3. вычисление значения функции в точке x; 4. добавление новой синусоиды; 5. удаление пар синусоид, которые в сумме дают ноль. <p>Для представления синусоиды следует разработать отдельный класс.</p>	Шельдяев	ИУ9-21	19.04
22	<p>Последовательность символов ASCII с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества символов; 2. получение ссылки на i-тый символ; 3. вставка нового символа в i-тую позицию последовательности; 4. проверка, является ли последовательность палиндромом. 	Ярахмедов	ИУ9-21	19.04

Таблица 8: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
23	<p>Беззнаковое рациональное число, представленное в позиционной системе счисления по основанию d, часть цифр которого может быть неизвестно. Число должно быть представлено вектором цифр, каждая из которых является целым числом от 0 до $n - 1$, и позицией точки, разделяющей целую и дробную часть, в этом векторе.</p> <p>Договоримся о нумерации цифр числа: пусть цифры целой части пронумерованы неотрицательными числами (младшая цифра имеет номер 0), а цифры дробной части имеют отрицательные номера (старшая цифра имеет номер -1).</p> <p>Обратите внимание на то, что позиция точки может быть отрицательна, а также может превышать количество цифр в числе.</p> <p>В классе должны быть реализованы следующие операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества цифр в числе; 2. определение, известна ли i-тая цифра числа (если i выходит за границы допустимых номеров цифр, считать, что i-тая цифра известна и равна 0); 3. получение ссылки на i-тую цифру числа (если i выходит за границы допустимых номеров цифр, нужно расширить число нулями до нужного размера; если i-тая цифра неизвестна, нужно сделать её известной и обнулить); 4. округление числа до указанного количества значащих цифр. <p>Конструктор разработанного класса должен принимать в качестве параметра основание системы счисления d, количество цифр в числе n и позицию точки p. При этом он должен порождать число, все цифры которого неизвестны.</p>	Апахов	ИУ9-22	19.04

Таблица 9: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
24	<p>Функция, представляющая собой сумму синусоид: $f(x) = \sum_i a_i \sin(d_i + \omega_i x)$. Каждая синусоида определяется тремя параметрами: a_i, d_i и ω_i. В классе должны быть реализованы операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества синусоид; 2. получение ссылки на i-тую синусоиду; 3. вычисление значения функции в точке x; 4. добавление синусоид одной функции к другой функции; <p>Для представления синусоиды следует разработать отдельный класс.</p>	Бахметьев	ИУ9-22	19.04
25	<p>Ломаная линия на плоскости с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек; 2. получение ссылки на i-тую точку; 3. конкатенация двух ломаных (формируется новая ломаная); 4. выделение части ломаной с i-той по j-тую точки (формируется новая ломаная). <p>Точки на плоскости должны быть представлены структурами с целочисленными полями x и y.</p>	Бойчук	ИУ9-22	19.04
26	<p>Вещественная матрица размером $m \times n$ с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества строк; 2. получение количества столбцов; 3. получение ссылки на указанный элемент; 4. умножение на число; 5. транспонирование (формируется новая матрица на основе текущей). 	Ботвинников	ИУ9-22	19.04

Таблица 10: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
27	<p>Очередь целых чисел, реализованная через кольцевой буфер, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества чисел в очереди; 2. получение ссылки на i-ое число (головной элемент имеет индекс 0); 3. добавление числа в хвост очереди; 4. удаление головного элемента очереди. 	Браславский	ИУ9-22	19.04
28	<p>Полином степени n с вещественными коэффициентами и операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вычисление значения для заданного x; 2. получение степени полинома; 3. получение ссылки на указанный коэффициент полинома; 4. вычисление производной (формируется новый полином). 	Гавриленко	ИУ9-22	19.04
29	<p>Конечная цепная дробь</p> $[a_0; a_1, a_2, \dots, a_n] = a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \dots}}$ <p>в которой $a_i \in \mathbb{Z}$ и $\forall i = \overline{1, n} : (a_i > 0)$, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение длины n дроби; 2. сокращение длины дроби до указанного n'; 3. получение ссылки на a_i; 4. перевод в рациональное число. <p>Для представления рациональных чисел требуется реализовать класс нормализованных дробей с необходимыми арифметическими операциями.</p> <p>Конструктор цепной дроби принимает в качестве параметра вещественное число x и точность ε. Длина цепной дроби должна быть выбрана таким образом, чтобы представляемое ею число \tilde{x} удовлетворяло неравенству: $\left \frac{\tilde{x} - x}{x} \right < \varepsilon$.</p>	Гавриловский	ИУ9-22	19.04

Таблица 11: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
30	<p>Замкнутая ломаная линия на плоскости с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек; 2. получение ссылки на i-тую точку; 3. разбиение отрезков ломаной, длина которых превышает указанное значение, напополам. <p>Точки на плоскости должны быть представлены структурами с вещественными полями x и y.</p>	Гулин	ИУ9-22	19.04
31	<p>Траектория движения материальной точки на плоскости, представленная координатами положения точки в дискретные моменты времени (0 с, 1 с, 2 с, ...), с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение общего времени движения точки; 2. получение ссылки на положение точки в момент времени t; 3. добавление одной траектории в конец другой траектории; <p>Для представления координат точки следует разработать отдельный класс.</p>	Даровская	ИУ9-22	19.04
32	<p>Последовательность строк, имеющая переменную длину, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение длины последовательности; 2. получение ссылки на i-тую строку; 3. вставка строки в указанное место последовательности; 4. удаление из последовательности дублирующихся строк (если есть две или более одинаковые строки, остаётся только первая). <p>Для представления строк нужно использовать стандартный класс <code>string</code>.</p>	Испирян	ИУ9-22	19.04

Таблица 12: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
33	<p>Матрица смежности для простого графа с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определение, смежны ли две вершины; 2. добавление вершины; 3. удаление вершины; 4. вычисление количества компонент связности графа. 	Климова	ИУ9-22	19.04
34	<p>Полином степени n с вещественными коэффициентами и операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение степени полинома; 2. получение ссылки на указанный коэффициент полинома; 3. вычисление первообразной (формируется новый полином, значение младшего коэффициента первообразной передаётся в качестве параметра). 	Котова	ИУ9-22	19.04
35	<p>Квадратная матрица, элементами которой являются упорядоченные множества строк, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение ссылки на элемент (i, j); 2. умножение матрицы на саму себя. <p>При выполнении умножения матрицы считать, что для множеств строк операции сложения и умножения определены следующим образом:</p> <p>сложение множеств A и B – объединение этих множеств;</p> <p>умножение множеств A и B – результатом умножения является множество, составленное из конкатенаций всех возможных пар строк таких, что первая строка принадлежит A, а вторая – принадлежит B.</p> <p>Для представления строк нужно использовать стандартный класс <code>string</code>.</p>	Мамаев	ИУ9-22	19.04

Таблица 13: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
36	<p>Матрица смежности для простого орграфа с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определение, ведёт ли дуга из i-той вершины в j-тую (операция индексации); 2. добавление вершины; 3. удаление вершины; 4. определение, содержит ли граф циклы. 	Мирзоева	ИУ9-22	19.04
37	<p>Система материальных точек, каждая из которых определяется своими координатами на плоскости и массой, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек в системе; 2. получение ссылки на i-тую точку; 3. вычисление центра масс системы; 4. разбиение системы на непересекающиеся подсистемы в соответствии со следующим отношением эквивалентности: точки x и y эквивалентны, если можно добраться из x в y, перескакивая с одной точки на другую и не покрывая за один прыжок расстояние, превышающее d. <p>Для представления материальной точки следует разработать отдельный класс.</p>	Пичугин	ИУ9-22	19.04
38	<p>Перестановка P порядка n (т.е. биекция множества натуральных чисел от 0 до $n - 1$ на себя) с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение $P(i)$, где $i = \overline{0, n - 1}$; 2. обмен $(P(i) \leftrightarrow P(j))$; 3. вычисление композиции данной перестановки с некоторой перестановкой Q того же порядка; 4. определение, является ли перестановка обратной самой себе. <p>Конструктор перестановки должен получать в качестве параметра её порядок n и создавать тождественную перестановку.</p>	Прийма	ИУ9-22	19.04

Таблица 14: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
39	<p>Множество интервалов вида (a, b) на вещественной прямой с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества интервалов; 2. получение ссылки на i-тый интервал; 3. проверка принадлежности числа x множеству вещественных чисел, задаваемому множеством интервалов; 4. добавление нового интервала; 5. удаление всех интервалов, содержащихся внутри других интервалов. <p>Для представления интервала следует разработать отдельный класс.</p>	Ростецкий	ИУ9-22	19.04
40	<p>Множество интервалов вида (a, b) на вещественной прямой с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества интервалов; 2. получение ссылки на i-тый интервал; 3. проверка принадлежности числа x множеству вещественных чисел, задаваемому множеством интервалов; 4. выделение подмножества интервалов, размер которых превышает значение d (для представления подмножества должен создаваться новый объект); <p>Для представления интервала следует разработать отдельный класс.</p>	Рыбаков	ИУ9-22	19.04
41	<p>Ломаная линия на плоскости с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек; 2. вычисление размеров минимального прямоугольника, внутри которого может поместиться ломаная; 3. получение ссылки на i-тую точку; 4. вставка новой точки в любое место ломаной. <p>Точки на плоскости должны быть представлены структурами с целочисленными полями x и y.</p>	Спиридонова	ИУ9-22	19.04

Таблица 15: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
42	<p>Система материальных точек, каждая из которых определяется своими координатами на плоскости и массой, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек в системе; 2. получение ссылки на i-тую точку; 3. вычисление центра масс системы; 4. выделение подсистемы, в которой массы точек превышают m (для представления подсистемы должен создаваться новый объект); <p>Для представления материальной точки следует разработать отдельный класс.</p>	Актюрк	ИУ9-23	19.04
43	<p>Беззнаковое целое число, записанное в системе счисления по основанию 2^{16}, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества цифр; 2. получение ссылки на i-тую цифру (младшая цифра имеет индекс 0); 3. прибавление числа; 4. конкатенация двух чисел (для хранения результата формируется новый объект). <p>Конструктор класса должен принимать начальное значение типа <code>long</code>. Вывод чисел можно выполнять в шестнадцатеричной системе.</p>	Артеменко	ИУ9-23	19.04
44	<p>Матрица рациональных чисел размером $m \times n$ с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества строк; 2. получение количества столбцов; 3. получение ссылки на указанный элемент; 4. умножение строки на рациональное число; 5. прибавление одной строки к другой. <p>Для представления рациональных чисел требуется реализовать класс нормализованных дробей с операциями сложения и умножения.</p>	Бакланова	ИУ9-23	19.04

Таблица 16: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
45	<p>Последовательность знаковых 64-битовых чисел с фиксированной точкой, в которой каждое число $x = whole + frac/2^{32}$, где <i>whole</i> и <i>frac</i> – это 32-битовые целые числа, представляющие целую и дробную части. Операции для последовательности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение ссылки на целую часть <i>i</i>-того элемента последовательности; 2. получение ссылки на дробную часть <i>i</i>-того элемента последовательности; 3. умножение каждого числа последовательности на целое 32-разрядное число. <p>Конструктор последовательности должен принимать в качестве параметра её длину.</p>	Богданов	ИУ9-23	19.04
46	<p>Целочисленная квадратная матрица, часть элементов которой может иметь «неопределённое» значение. Предполагается, что при создании матрицы все её элементы не определены. Они становятся определены только после присваивания им целочисленного значения. Для матрицы должны быть реализованы следующие операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. проверка, определён ли элемент с индексами (i, j); 2. запись целого числа в элемент с индексами (i, j); 3. чтение значения элемента с индексами (i, j) (чтение неопределённого элемента автоматически присваивает ему нулевое значение); 4. домножение матрицы на себя (элементы, для вычисления которых требуются неизвестные элементы, становятся неизвестными). <p>Конструктор матрицы должен принимать в качестве параметра её размер.</p>	Бокарев	ИУ9-23	19.04

Таблица 17: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
47	<p>Множество интервалов вида (a, b) на вещественной прямой с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества интервалов; 2. получение ссылки на i-тый интервал; 3. проверка принадлежности числа x множеству вещественных чисел, задаваемому множеством интервалов; 4. объединение пересекающихся интервалов (в результате должен формироваться новый объект, содержащий множество непересекающихся интервалов, задающее то же самое множество вещественных чисел). <p>Для представления интервала следует разработать отдельный класс.</p>	Бостанджян	ИУ9-23	19.04
48	<p>Вектор простых дробей с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение размера вектора; 2. получение ссылки на i-тый элемент; 3. вставка нового элемента после i-го; 4. вычисление скалярного произведения вектора на самого себя. <p>Дополнительно требуется реализовать класс простых дробей с операциями сложения и умножения.</p>	Дурдымурадова	ИУ9-23	19.04
49	<p>Матрица смежности для неориентированного мультиграфа, рёбра которого помечены строками, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. определение, соединены ли две вершины ребром с указанной меткой; 2. добавление ребра; 3. удаление ребра; 4. добавление вершины; 5. удаление вершины. <p>Для представления строк нужно использовать стандартный класс <code>string</code>.</p>	Жданов	ИУ9-23	19.04

Таблица 18: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
50	<p>Замкнутая ломаная линия на плоскости с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества отрезков, из которых состоит ломаная; 2. получение ссылки на i-тую точку; 3. удаление отрезков, длина которых меньше указанного значения. <p>Точки на плоскости должны быть представлены структурами с вещественными полями x и y.</p>	Жулева	ИУ9-23	19.04
51	<p>Система материальных точек, каждая из которых определяется своими координатами на плоскости и массой, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек в системе; 2. получение ссылки на i-тую точку; 3. вычисление центра масс системы; 4. добавление точек одной системы к другой. <p>Для представления материальной точки следует разработать отдельный класс.</p>	Зайцев	ИУ9-23	19.04
52	<p>Целочисленная матрица размера $m \times n$, часть элементов которой может иметь «неопределённое» значение. Предполагается, что при создании матрицы все её элементы не определены. Они становятся определены только после присваивания им целочисленного значения. Для матрицы должны быть реализованы следующие операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. проверка, определён ли элемент с индексами (i, j); 2. получение ссылки на элемент с индексами (i, j) (получение ссылки на неопределённый элемент автоматически присваивает ему нулевое значение); 3. умножение строки матрицы на число и прибавление результата к другой строке. <p>Конструктор матрицы должен принимать в качестве параметров её размеры m и n.</p>	Конюхов	ИУ9-23	19.04

Таблица 19: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
53	<p>Стек рациональных чисел с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества чисел в стеке; 2. получение ссылки на i-ое число (вершина стека имеет индекс 0); 3. добавление числа в стек; 4. удаление числа с вершины стека; 5. вычисление минимального элемента стека (за константное время). <p>Для представления рациональных чисел требуется реализовать класс нормализованных дробей с необходимыми арифметическими операциями.</p>	Курушин	ИУ9-23	19.04
54	<p>Целочисленная матрица размером $m \times n$ с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества строк и столбцов; 2. получение ссылки на указанный элемент; 3. удаление строки (формируется новая матрица на основе текущей); 4. удаление столбца (формируется новая матрица на основе текущей). 	Лысенко	ИУ9-23	19.04
55	<p>Вектор значений, каждое из которых является либо целым числом, либо «не определено». Предполагается, что при создании вектора все его элементы не определены. Они становятся определены только после присваивания им целочисленного значения. Для вектора должны быть реализованы следующие операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. проверка, определён ли i-тый элемент; 2. получение ссылки на i-тый элемент (если элемент не определён, ему автоматически присваивается нулевое значение); 3. добавление нового неопределённого элемента в конец вектора. <p>Конструктор вектора должен принимать в качестве параметра его начальный размер.</p>	Петров	ИУ9-23	19.04

Таблица 20: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
56	<p>Целое беззнаковое число, представленное в позиционной системе счисления по основанию d. Другими словами, число представлено вектором цифр, каждая из которых является целым числом от 0 до $d - 1$. Некоторые цифры числа могут быть неизвестны.</p> <p>В классе должны быть реализованы следующие операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества цифр в числе; 2. определение, известна ли i-тая цифра числа (если i превышает количество цифр в числе, считать, что i-тая цифра известна и равна 0); 3. получение ссылки на i-тую цифру числа (если i превышает количество цифр в числе, нужно расширить число нулями до нужного размера; если i-тая цифра неизвестна, нужно сделать её известной и обнулить); 4. прибавление другого числа, представленного в системе с тем же основанием. <p>Конструктор разработанного класса должен принимать в качестве параметра основание системы счисления d и количество цифр в числе n. При этом он должен порождать число, все цифры которого неизвестны.</p>	Пинчук	ИУ9-23	19.04
57	<p>Конечная цепная дробь</p> $[a_0; a_1, a_2, \dots, a_n] = a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \dots}}$ <p>$a_i \in \mathbb{Z}$ и $\forall i = \overline{1, n} : (a_i > 0)$, с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение длины n дроби; 2. получение ссылки на a_i; 3. перевод в число с плавающей точкой. <p>Конструктор цепной дроби принимает в качестве параметра число с плавающей точкой и длину дроби.</p>	Подольный	ИУ9-23	19.04

Таблица 21: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
58	<p>Полином с целочисленными коэффициентами, часть из которых может быть «неизвестна». Для полинома должны быть реализованы следующие операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. проверка, определён ли коэффициент полинома с индексом i; 2. получение ссылки на i-тый коэффициент полинома (при этом неизвестному коэффициенту автоматически присваивается нулевое значение); 3. дифференцирование с порождением нового полинома для хранения производной (коэффициенты производной, для вычисления которых нужно знать значения неизвестных коэффициентов полинома, становятся неизвестными). 	Рогов	ИУ9-23	19.04
59	<p>Отношение R на множестве целых чисел из диапазона $[a, b]$, представленное квадратной матрицей A булевских значений (размер матрицы: $b - a + 1$). Строки и столбцы матрицы соответствуют числам из диапазона $[a, b]$. Подразумевается, что если $A_{i,j}$ – истина, то $\langle i + a, j + a \rangle \in R$. Для отношения должны быть реализованы следующие операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение ссылки на элемент матрицы, соответствующий паре чисел (x, y), в которой $a \leq x \leq b, a \leq y \leq b$; 2. определение, является ли отношение рефлексивным; 3. определение, является ли отношение симметричным. 	Снегур	ИУ9-23	19.04

Таблица 22: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
60	<p>Ломаная линия на плоскости с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества точек; 2. вычисление длины ломаной; 3. получение ссылки на i-тую точку; 4. добавление точки в конец ломаной. <p>Точки на плоскости должны быть представлены структурами с вещественными полями x и y.</p>	Сырбу	ИУ9-23	19.04
61	<p>Последовательность булевских значений длины n, часть элементов которой может быть «неизвестна». Предполагается, что при создании последовательности все её элементы неизвестны. Они становятся определены только после присваивания им булевского значения. Операции для последовательности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. проверка, известен ли i-тый элемент; 2. получение ссылки на i-тый элемент последовательности (при этом неизвестному элементу автоматически присваивается значение «false»); 3. поразрядное И двух последовательностей равной длины. <p>Конструктор последовательности должен принимать в качестве параметра её длину.</p>	Чигвинцев	ИУ9-23	19.04
62	<p>Траектория движения материальной точки на плоскости, представленная координатами положения точки в дискретные моменты времени (0 с, 1 с, 2 с, ...), с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение общего времени движения точки; 2. получение ссылки на положение точки в момент времени t; 3. выделение подтраектории точки с момента времени t_1 до момента времени t_2 (для представления подтраектории должен создаваться отдельный объект); <p>Для представления координат точки следует разработать отдельный класс.</p>	Чурсина	ИУ9-23	19.04

Таблица 23: Варианты классов

№	Описание	Студент	Группа	Дата
63	<p>Функция, представляющая собой сумму синусоид: $f(x) = \sum_i a_i \sin(d_i + \omega_i x)$. Каждая синусоида определяется тремя параметрами: a_i, d_i и ω_i. В классе должны быть реализованы операции:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества синусоид; 2. получение ссылки на i-тую синусоиду; 3. вычисление значения функции в точке x; 4. дифференцирование функции (в результате должен порождаться новый объект, представляющий производную). <p>Для представления синусоиды следует разработать отдельный класс.</p>	Шевляков	ИУ9-23	19.04
64	<p>Последовательность символов ASCII с операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. получение количества символов; 2. получение ссылки на i-тый символ; 3. добавление одной последовательности в конец другой последовательности; 4. разбиение последовательности на минимальное количество подпоследовательностей, не содержащих пробелы. 	Ширяева	ИУ9-23	19.04
65	<p>Полином степени n с рациональными коэффициентами и операциями:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. вычисление значения для заданного x; 2. получение степени полинома; 3. получение ссылки на указанный коэффициент полинома; 4. деление на полином (для хранения результата формируется новый полином, остаток от деления отбрасывается). <p>Дополнительно требуется реализовать класс дробей с операциями сложения и умножения.</p>	Яушев	ИУ9-23	19.04