[Лабораторная работа №5. Перегрузка операторов 1](#_Toc515643761)

[Практические задания 1](#_Toc515643762)

[Обязательные задания 1](#_Toc515643763)

[Задание 1 1](#_Toc515643764)

[Вариант 1. Комплексные числа. До 140 баллов 1](#_Toc515643765)

[Вариант 2. До 120 баллов 3](#_Toc515643766)

[Вариант 3. До 156 баллов 4](#_Toc515643767)

[Бонус в 30 баллов за возможность получения смешанной дроби из рационального числа 7](#_Toc515643768)

[Вариант 4. До 90 баллов 8](#_Toc515643769)

[Вариант 5. До 110 баллов 9](#_Toc515643770)

[Дополнительные задания 11](#_Toc515643771)

[Задание 2 – До 300 баллов 11](#_Toc515643772)

[Бонус до 200 баллов за реализацию STL-совместимых итераторов, 13](#_Toc515643773)

# Лабораторная работа №5. Перегрузка операторов

## Практические задания

На оценку «**удовлетворительно**» необходимо выполнить обязательное задание и набрать **не менее 60 баллов**.

На оценку «**хорошо**» необходимо выполнить дополнительное задание и (возможно, обязательное), набрав **не менее 400 баллов**.

На оценку «**отлично**» необходимо выполнить обязательное и дополнительное задания, набрав **не менее 600 баллов**.

### Обязательные задания

#### Задание 1

##### Вариант 1. Комплексные числа. До 140 баллов

Разработайте класс CComplex, моделирующий работу с [комплексными числами](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE).

Каркас класса:

class CComplex

{

public:

// инициализация комплексного числа значениями действительной и мнимой частей

CComplex(double real = 0, double image = 0);

// возвращает действительную часть комплексного числа

double Re()const;

// возвращает мнимую часть комплексного числа

double Im()const;

// возвращает модуль комплексного числа

double GetMagnitude()const;

// возвращает аргумент комплексного числа

double GetArgument()const;

};

Реализуйте конструктор и методы класса, а также следующие операторы:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Оператор** | **Описание** | **Обязательно** |
| 1 | Бинарный + | Реализовать две версии данного оператора:   * Возвращает сумму двух комплексных чисел * Возвращает сумму действительного и комплексного числа   Явная реализация суммы комплексного и действительного числа не потребуется, т.к. будет вызван оператор суммы двух комплексных чисел благодаря конструктору класса CComplex, который выполнит необходимое преобразование типа double в CComplex автоматически | Да |
| 2 | Бинарный - | Реализовать две версии данного оператора   * Возвращает разность двух комплексных чисел * Возвращает разность действительного и комплексного числа   Явная реализация разности комплексного и действительного числа не потребуется, т.к. будет вызван оператор разности двух комплексных чисел благодаря конструктору класса CComplex, который выполнит необходимое преобразование типа double в CComplex автоматически | Да |
| 3 | \* | Реализовать две версии данного оператора   * Возвращает произведение двух комплексных чисел * Возвращает произведение действительного и комплексного числа | Да |
| 4 | / | Реализовать две версии данного оператора   * Возвращает частное двух комплексных чисел * Возвращает частное действительного и комплексного числа   Убедиться в том, что комплексные числа | Да |
| 5 | Унарный + и Унарный - | Возвращают копию комплексного числа и противоположное комплексное число, соответственно. | Да |
| 6 | += | Достаточно реализовать лишь следующую версию данного оператора complex += complex  Благодаря конструктору класса CComplex она будет вызываться и для приращения на величину действительного числа | Да |
| 7 | -= | Аналогично += | Да |
| 8 | \*= | Аналогично -= | Да |
| 9 | /= | Аналогично /= | Да |
| 10 | == | Реализовать две версии данного оператора, выполняющие сравнение:   * Комплексного числа с комплексным числом (она же будет вызываться при сравнении комплексного числа с действительным) * Действительного числа с комплексным числом   Внимание, т.к. действительная и мнимая части комплексного числа хранятся в виде чисел с плавающей запятой для их сравнения следует использовать сравнение с заданной точностью:  bool numbersAreEqual = (fabs(number1 – number2) < DBL\_EPSILON);  Примечание: константа DBL \_MIN – объявлена в заголовочном файле float.h, а функция fabs – в math.h | Да |
| 12 | != | Проверяет комплексные числа (а также действительное число и комплексное) на неравенство. | Да |
| 13 | << | Оператор вывода в выходной поток std::ostream в формате **Re**±**Im**i, например:  -3.5-4.8i  4+2i  -3+2i  3-2i | Нет |
| 14 | >> | Оператор ввода из входного потока std::istream в формате **Re**±**Im**i, например:  -3.5-4.8i  4+2i  -3+2i  3-2i | Нет |

**За реализацию каждой группы операторов из списка: 10 баллов**

**В процессе разработки класса использование подхода TDD обязательно. Без автоматических тестов работа будет принята с коэффициентом 0.5.**

##### Вариант 2. До 120 баллов

Разработайте класс, моделирующий работу с трехмерными векторами. Каркас класса:

class CVector3D

{

public:

// Конструирует нулевой вектор

CVector3D();

// Конструирует вектор с заданными координатами

CVector3D(double x0, double y0, double z0);

// Возвращает длину вектора

double GetLength()const;

// Нормализует вектор (приводит его к единичной длине)

void Normalize();

// Другие методы и операции класса

// В данном случае данные можно сделать публичными

double x, y, z;

};

Реализуйте следующие операторы над трехмерными векторами:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Операции** | **Описание** | **Обязательно** |
| 1 | Унарный + и - | Унарный минус возвращает вектор с противоположным направлением:  v1 = -v2  Унарный плюс возвращает тот же вектор (для полноты) | Да |
| 2 | Бинарный + | Возвращает результат сложения векторов | Да |
| 3 | Бинарный - | Возвращает результат вычитания векторов | Да |
| 4 | += | Выполняют увеличение длины вектора на длину второго вектора:  a += b; | Да |
| 5 | -= | Аналогично += | Да |
| 6 | \* | Умножает вектор на скаляр и скаляр на вектор. | Да |
| 7 | / | Выполняет деление вектора на скаляр. | Да |
| 8 | \*= | Умножает вектор на скаляр:  v \*= 3.7; | Да |
| 9 | /= | Делит вектор на скаляр:  v /= 17; | Да |
| 10 | == и != | Выполняет проверку векторов на приблизительное равенство (или неравенство).  Вектора считаются равными, если абсолютная величина (модуль) разности их соответствующих координат не превышает некоторой величины (можно использовать DBL\_EPSILON из заголовочного файла float.h) | Да |
| 11 | << | Оператор вывода в выходной поток std::ostream в формате **x, y, z**, например:  3, -2.5, 7 | Нет |
| 12 | >> | Оператор ввода из входного потока std::istream в формате **x, y, z**, например:  3, -2.5, 7 | Нет |

Реализуйте следующие функции для работы с трехмерными векторами:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Функция** | **Описание** | **Обязательно** |
| 13 | DotProduct | Вычисляет результат скалярного произведения двух трехмерных векторов:  double DotProduct(CVector3D const& v1, CVector3D const& v2); | Нет |
| 14 | CrossProduct | Вычисляет результат векторного произведения двух трехмерных векторов:  CVector3D CrossProduct(CVector3D const& v1, CVector3D const& v2); | Нет |
| 15 | Normalize | Возвращает единичный вектор, имеющий то же направление, что и вектор, выступающий в качестве аргумента функции:  CVector3D Normalize(CVector3D const& v); | Нет |

**За реализацию каждой группы операторов и функций из данных списков (помимо обязательных методов класса, указанных в каркасе), начисляется по 8 баллов.**

**В процессе разработки класса использование подхода TDD обязательно. Без автоматических тестов работа будет принята с коэффициентом 0.5.**

##### Вариант 3. До 156 баллов

Разработайте класс CRational, моделирующий [рациональное числ](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE)о и реализующий основные арифметические операций над рациональными числами.

Каркас класса CRational приведен ниже

class CRational

{

public:

// Конструирует рациональное число, равное нулю (0/1)

CRational();

// Конструирует рациональное число, равное value (value/1)

CRational(int value);

// Конструирует рациональное число, равное numerator/denominator

// Рациональное число должно храниться в нормализованном виде:

// знаменатель положительный (числитель может быть отрицательным)

// числитель и знаменатель не имеют общиз делителей (6/8 => 3/4 и т.п.)

// Если знаменатель равен нулю, должно сконструироваться рациональное число, равное нулю,

// либо должно быть выброшено исключение std::invalid\_argument.

CRational(int numerator, int denominator);

// Возвращает числитель

int GetNumerator()const;

// Возвращает знаменатель (натуральное число)

int GetDenominator()const;

// Возвращает отношение числителя и знаменателя в виде числа double

double ToDouble()const;

// Прочие операторы согласно заданию

};

Реализуйте следующие операторы над рациональными числами. **В результате данных операций должны получаться нормализованные рациональные[[1]](#footnote-1) числа**.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Операция** | **Описание** | **Обязательно** |
| 1 | Унарный + и - | Унарный минус возвращает рациональное число с противоположным знаком:  3/5 => -3/5  Унарный плюс рациональное число, равное текущему. | Да |
| 2 | Бинарный + | Возвращает результат сложения двух рациональных чисел, рационального числа с целым, целого числа с рациональным[[2]](#footnote-2): | Да |
| 3 | Бинарный - | Возвращает разность двух рациональных чисел, рационального числа и целого, либо целого числа и рационального[[3]](#footnote-3): | Да |
| 4 | += | Выполняет увеличение рационального числа на величину второго рационального, либо целого числа[[4]](#footnote-4): | Да |
| 5 | -= | Выполняет уменьшение рационального числа на величину второго рационального либо целого числа[[5]](#footnote-5): | Да |
| 6 | \* | Возвращает результат произведения рациональных чисел, рационального и целого, либо целого и рационального[[6]](#footnote-6): | Да |
| 7 | / | Возвращает частное двух рациональных чисел, рационального и целого, целого и рационального[[7]](#footnote-7): | Да |
| 8 | \*= | Умножает значение первого рационального числа на другое рациональное, либо целое[[8]](#footnote-8): | Да |
| 9 | /= | Делит первое рациональное число на другое рациональное, либо целое[[9]](#footnote-9): | Да |
| 10 | == и != | Проверяют равенство (и неравенство) двух рациональных чисел, целого и рационального, рационального и целого[[10]](#footnote-10): | Да |
| 11 | <, <=, >, >= | Сравнивают два рациональных числа, рациональное с целым, целое с рациональным[[11]](#footnote-11): | Да |
| 12 | << | Оператор вывода рационального числа в выходной поток std::ostream в формате <числитель>/<знаменатель>, например: **7/15** | Нет |
| 13 | >> | Оператор ввода рационального числа из входного потока std::istream в формате <числитель>/<знаменатель>, например: **7/15** | Нет |

**За реализацию каждой группы операторов из данных списков (помимо обязательных методов класса, указанных в каркасе), начисляется по 12 баллов.**

**В процессе разработки класса использование подхода TDD обязательно. Без автоматических тестов работа будет принята с коэффициентом 0.5.**

###### Бонус в 30 баллов за возможность получения смешанной дроби из рационального числа

[Смешанная дробь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%8C_%28%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29#.D0.A1.D0.BC.D0.B5.D1.88.D0.B0.D0.BD.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.B4.D1.80.D0.BE.D0.B1.D0.B8) – дробь, представленная в виде суммы целого числа и [правильной дроби](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%8C_%28%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29#.D0.9F.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.B8.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.B8_.D0.BD.D0.B5.D0.BF.D1.80.D0.B0.D0.B2.D0.B8.D0.BB.D1.8C.D0.BD.D1.8B.D0.B5_.D0.B4.D1.80.D0.BE.D0.B1.D0.B8)[[12]](#footnote-12):

Например, рациональное число может быть представлено в виде смешанной дроби , а число (минус девять четвертых) – в виде смешанной дроби: .

class CRational

{

public:

// Возвращает представление рационального числа в виде смешанной дроби

std::pair<int, CRational> ToCompoundFraction()const;

};

##### Вариант 4. До 90 баллов

Реализуйте класс CTime, моделирующий время суток (количество часов, минут и секунд).

Каркас класса:

// моделирует время суток, задаваемое количеством часов (0-23), минут (0-59) и   
// секунд (0-59)

class CTime

{

public:

// инициализирует время заданным количеством часов, минут и секунд

CTime(unsigned hours, unsigned minutes, unsigned seconds = 0);

// инициализирует время количеством секунд после полуночи

CTime(unsigned timeStamp = 0);

// возвращает количество часов

unsigned GetHours()const;

// возвращает количество минут

unsigned GetMinutes()const;

// возвращает количество секунд

unsigned GetSeconds()const;

// возвращает информацию о корректности времени.

// Например, после вызова конструктора CTime time(99, 32, 83);

// метод time.IsValid() должен возвращать false

bool IsValid()const;

};

Реализуйте конструкторы и методы данного класса, а также следующие операторы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Оператор** | **Описание** | **Обязательно** |
| 1 | ++ (префиксная и постфиксная формы) | Увеличивает время на 1 секунду | Да |
| 2 | -- (префиксная и постфиксная формы) | Уменьшает время на 1 секунду | Да |
| 3 | + | Выполняет сложение двух времен. Например:  14:30:25 + 03:18:44 = 17:49:09 | Да |
| 4 | - | Выполняет вычитание двух времен. Например:  14:30:25 - 03:18:44 = 11:11:41 | Да |
| 5 | += |  | Да |
| 6 | -= |  | Да |
| 7 | \* | Умножает время на целое число (и наоборот). Например:  03:05:15 \* 3 = 3 \* 03:05:15 = 09:15:45 | Да |
| 8 | / | 2 формы:   * Деление времени на целое число. Например: 09:15:40 / 3 = 03:05:13 * Деление времени на время (нацело). Например: 09:15:40 / 03:05:13 = 3 | Да |
| 9 | \*= |  | Да |
| 10 | /= |  | Да |
| 11 | << | Оператор вывода времени в поток вывода в формате ЧЧ:ММ:СС, либо INVALID, если время невалидно | Нет |
| 12 | >> | Оператор ввода времени из потока ввода в формате ЧЧ:ММ:СС, либо INVALID, если время невалидно | Нет |
| 13 | == и != | Проверка двух значений времени на равенство и неравенство | Да |
| 14 | < и > | Проверка двух временных значений на строгое неравенство | Да |
| 15 | <= и >= | Проверка двух временных значений на нестрогое неравенство | Да |

**За реализацию каждой группы операторов из списка: 6 баллов**.

Результат выполнения арифметических операций, в которых один из аргументов является невалидным значением, должен также давать невалидное значение времени (см. примечание).

При выходе результата после выполнения операций за пределы диапазона 00:00:00 – 23:59:59 приводить результат к этому диапазону. Например:

* 23:59:59 + 00:00:03 = 00:00:02
* 00:00:05 – 00:00:10 = 23:59:55

**Подсказка**: данный класс будет проще реализовать, если вместо трех приватных переменных (часы, минуты и секунды) вы будете использовать только одну единственную переменную для хранения секунд после полуночи и все операции производить над нею.

**Примечание**: если проводить валидацию параметров в конструкторе и выбрасывать исключение в случае ошибки, то метод IsValid реализовывать не нужно. Автоматически решится проблема с выполнением арифметических операций, в которых участвуют невалидные значения времени.

**В процессе разработки класса использование подхода TDD обязательно. Без автоматических тестов работа будет принята с коэффициентом 0.5.**

##### Вариант 5. До 110 баллов

Реализуйте класс CDate, моделирующий дату начиная с 1 января 1970 года. Каркас класса следующий:

// Месяц

enum Month

{

JANUARY = 1, FEBRUARY, MARCH, APRIL,

MAY, JUNE, JULY, AUGUST, SEPTEMBER,

OCTOBER, NOVEMBER, DECEMBER

};

// День недели

enum WeekDay

{

SUNDAY = 0, MONDAY, TUESDAY, WEDNESDAY,

THURSDAY, FRIDAY, SATURDAY

};

// Дата в формате день-месяц-год. Год в диапазоне от 1970 до 9999

class CDate

{

public:

// инициализируем дату заданными днем, месяцем и годом.

// примечание: год >= 1970

CDate(unsigned day, Month month, unsigned year);

// инициализируем дату количеством дней, прошедших после 1 января 1970 года

// например, 2 = 3 января 1970, 32 = 2 февраля 1970 года и т.д.

CDate(unsigned timestamp = 0);

// возвращает день месяца (от 1 до 31)

unsigned GetDay()const;

// возвращает месяц

Month GetMonth()const;

// возвращает год

unsigned GetYear()const;

// возвращает день недели

WeekDay GetWeekDay()const;

// возвращает информацию о корректности хранимой даты.

// Например, после вызова CDate date(99, static\_cast<Month>(99), 10983);

// или после:

// CDate date(1, January, 1970); --date;

// метод date.IsValid() должен вернуть false;

bool IsValid()const;

};

Реализуйте конструкторы и методы данного класса, а также следующие операторы.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Оператор** | **Описание** | **Обязательно** |
| 1 | ++ (префиксная и постфиксная формы) | Переводит дату на следующий день | Да |
| 2 | -- (префиксная и постфиксная формы) | Переводит дату на предыдущий день | Да |
| 3 | + | Прибавляет к дате заданное целое количество дней. Например:  28/02/2010 + 3 = 03/03/2010 | Да |
| 4 | - | Реализовать 2 версии данного оператора:   * Вычитает из даты заданное количество дней. Например: 01/01/2010 - 2 = 30/12/2009 * Находит разность двух дат в днях. Например: 01/01/2010 - 30/12/2009 = 3  01/01/2010 - 03/01/2010 = -2 | Да |
| 5 | += | *<Дата>* += *<кол-во дней>* | Да |
| 6 | -= | *<Дата>* -= *<кол-во дней>* | Да |
| 7 | << | Оператор вывода даты в поток вывода в формате ДД.ММ.ГГГГ, либо INVALID, если дата является недопустимой | Нет |
| 8 | >> | Оператор ввода времени из потока ввода в формате ДД.ММ.ГГГГ, либо INVALID, если дата является недопустимой | Нет |
| 9 | == и != | Проверка двух дат на равенство и неравенство | Да |
| 10 | < и > | Проверка двух дат на строгое неравенство | Да |
| 11 | <= и >= | Проверка двух дат на нестрогое неравенство | Да |

**За реализацию каждой группы операторов из списка: 10 баллов**

Результат применения данных операций к недопустимой дате не изменяет ее значения.

При выходе результата после выполнения операций за пределы диапазона 01:01:1970 – 31:12:9999 дата должна стать недопустимой.

**Подсказка**: данный класс будет проще реализовать, если вместо трех приватных переменных (день, месяц и год) вы будете использовать только одну единственную переменную для хранения количества дней после 1 января 1970 года и все операции производить над нею.

**В процессе разработки класса использование подхода TDD обязательно. Без автоматических тестов работа будет принята с коэффициентом 0.5.**

### Дополнительные задания

#### Задание 2 – До 300 баллов

Реализовать и протестировать класс CMyString, моделирующий строку произвольной длины.

Внимание, **строка должна позволять хранить в середине символы с нулевым кодом**[[13]](#footnote-13). Проинициализировать такую строку можно при помощи конструктора, принимающего кроме адреса первого символа длину строки.

Каркас класса:

class CMyString

{

public:

// конструктор по умолчанию

CMyString();

// конструктор, инициализирующий строку данными строки

// с завершающим нулевым символом

CMyString(const char \* pString);

// конструктор, инициализирующий строку данными из

// символьного массива заданной длины

CMyString(const char \* pString, size\_t length);

// конструктор копирования

CMyString(CMyString const& other);

// перемещающий конструктор (для компиляторов, совместимых с C++11)

// реализуется совместно с перемещающим оператором присваивания

CMyString(CMyString && other);

// конструктор, инициализирующий строку данными из

// строки стандартной библиотеки C++

CMyString(std::string const& stlString);

// деструктор класса - освобождает память, занимаемую символами строки

~CMyString();

// возвращает длину строки (без учета завершающего нулевого символа)

size\_t GetLength()const;

// возвращает указатель на массив символов строки.

// В конце массива обязательно должен быть завершающий нулевой символ

// **даже если строка пустая**

const char\* GetStringData()const;

// возвращает подстроку с заданной позиции длиной не больше length символов

CMyString SubString(size\_t start, size\_t length = SIZE\_MAX)const;

// очистка строки (строка становится снова нулевой длины)

void Clear();

};

Для хранения символов строки **не допускается** использовать классы вроде **std::string** и **std::vector**. Управление данными в динамической памяти должно быть реализовано целиком силами Вашего класса.

Внимание:

Реализуйте конструктор, деструктор и перечисленные в каркасе методы класса, а также следующие операторы:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Оператор** | **Описание** | **Обязательно** |
| 1 | = | Присваивание CMyString (присваивание других типов, принимаемые конструктором класса будут реализованы автоматически)  Корректно должна обрабатываться ситуации с самоприсваиванием, вроде:  CMyString s(“SomeString”);  s = s; | Да |
| 2 | + | Реализуйте следующие версии оператора конкатенации:   * CMyString с CMyString * std::string с CMyString * const char\* с CMyString | Да |
| 3 | += | Конкатенация CMyString с CMyString с присваиванием | Да |
| 4 | == | Посимвольное сравнение содержимого двух строк | Да |
| 5 | != | Проверка двух строк на неравенство | Да |
| 6 | < | Лексикографическое сравнение содержимого двух строк. Осуществляет проверку того, предшествует ли строка слева от знака «<» строке, находящейся справа, если сравнивать их содержимое в алфавитном порядке. | Нет |
| 7 | > | Лексикографическое сравнение содержимого двух строк. Аналогично оператору < | Нет |
| 8 | <= и >= | Лексикографическое сравнение содержимого двух строк. Аналогично оператор < и > | Нет |
| 9 | [] | Реализуйте две версии данного оператора:   * Индексированный доступ к символам строки по целочисленному индексу для чтения * Индексированный доступ к символам строки по целочисленному индексу для записи | Да |
| 10 | << | Оператор вывода в выходной поток | Нет |
| 11 | >> | Оператор ввода из входного потока | Нет |
| 12 | Перемещающий конструктор и оператор присваивания | Только для компиляторов, совместимых с C++11. Реализуется совместно с перемещающим конструктором. | Нет |

**За реализацию каждой группы операторов – 25 баллов**

##### Бонус до 200 баллов за реализацию STL-совместимых итераторов,

Реализовать поддержку итераторов в STL-совместимой манере, позволяющих перебирать символы строки, использоваться совместно с основными алгоритмами стандартной библиотеки.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Функционал** | **Балл** | **Обязательно** |
| 1 | Итерация по константным[[14]](#footnote-14) и неконстантным строкам в прямом направлении и обратном направлении.  Получение итератора, указывающего на начальный символ и на позицию, следующую за конечным символом строки (аналоги методов begin()/end() класса std::string)  Разыменование итератора  Нахождение разницы между двумя итераторами, сложение итератора с числом и числа с итератором | 100 | Да |
| 2 | Индексированный[[15]](#footnote-15) доступ к элементам строки относительно итератора при помощи оператора [] | 20 | Нет |
| 3 | Поддержка итерации по символам строки в обратном направлении (аналогично итерации при помощи методов std::string::rbegin(), std::string::rend()). | 30 | Нет |
| 4 | Проверка границ (при помощи assert) в отладочной конфигурации. | 30 | Нет |
| 5 | Поддержка [итерации по элементам при помощи range-based версии оператора for](http://en.cppreference.com/w/cpp/language/range-for). | 20 | Нет |

**В процессе разработки классов использование подхода TDD обязательно. Без автоматических тестов работа будет принята с коэффициентом 0.5.**

1. Нормализация необходима для того, чтобы в результате арифметических операций избежать чрезмерных значений числителя и знаменателя, способных выйти за пределы диапазона int. например, (49/100 + 1/100) \* 9/30 в денормализованном виде равно 450/3000, а в нормализованном – 3/20). [↑](#footnote-ref-1)
2. Подсказка: есть возможность реализовать все три типа сложения: CRational+int, CRational+CRational, int+CRational, написав оператор сложения всего один раз. Подумайте, каким образом этого можно добиться. [↑](#footnote-ref-2)
3. См. пояснение насчет бинарного оператора сложения [↑](#footnote-ref-3)
4. Здесь так же можно реализовать поддержку обоих случаев сложения, написав оператор += всего один раз. Объясните, почему? [↑](#footnote-ref-4)
5. См. пояснение насчет оператора += [↑](#footnote-ref-5)
6. См. пояснение насчет бинарного оператора + [↑](#footnote-ref-6)
7. См. пояснение насчет бинарного оператора + [↑](#footnote-ref-7)
8. См. пояснение насчет оператора += [↑](#footnote-ref-8)
9. См. пояснение насчет оператора += [↑](#footnote-ref-9)
10. Есть возможность реализовать все три варианта сравнения в операторах == и !=, разработав по одной версии операторов == и !=. Подумайте, как? [↑](#footnote-ref-10)
11. См. указания насчет операторов != и == [↑](#footnote-ref-11)
12. Правильной называется дробь, у которой модуль числителя меньше модуля знаменателя. [↑](#footnote-ref-12)
13. **Подсказка**: реализация класса строк должна помимо адреса первого элемента массива символов в динамической памяти хранить еще и длину строки, т.к. использование функций вроде strlen, strcpy и им подобных, воспринимающих символ с нулевым кодом как символ конца строки, не решает данную проблему.

    Кроме того в массиве потребуется зарезервировать место под символ с нулевым кодом в конце строки, т.к. метод GetStringData(), объявленный в классе CMyString, согласно условиям задачи возвращает указатель на строку с завершающим нулевым символом. [↑](#footnote-ref-13)
14. Для константных строк должен возвращаться итератор, предоставляющий доступ к содержимому строки только для чтения. [↑](#footnote-ref-14)
15. Для константных строк доступ должен предоставляться только для чтения символов строки [↑](#footnote-ref-15)