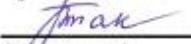




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП  
  
(подпись) Пак Т.В.  
(ФИО)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заведующий кафедрой  
  
(подпись) Чеботарев А.Ю.  
(ФИО.)  
«28» января 2020 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Объектно-ориентированное программирование

**Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(Математическое и информационное обеспечение производственной деятельности)

**Форма подготовки очная**

курс 1 семестр 2

лекции 18 час.

практические занятия не предусмотрены

лабораторные работы 26 час.

в том числе с использованием МАО лек. 10 / пр. - / лаб. 18 час.

всего часов аудиторной нагрузки 44 час.

в том числе с использованием МАО 28 час.

самостоятельная работа 37 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 2 семестр

экзамен 2 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 года № 9.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры информатики, математического и компьютерного моделирования протокол № 6 от «28» января 2020г.

Заведующий кафедрой информатики, математического и компьютерного моделирования Чеботарев А.Ю.

Составители: старший преподаватель Кленин А.С.

Владивосток  
2020

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель:

Изучение базовых основ языка программирования С++ и приобретение навыком объектно-ориентированного программирования.

Задачи:

- ознакомить студентов с языком программирования С++;
- научить основам объектно-ориентированного программирования;
- дать навыки реализации сложных алгоритмов с использованием указанных технологий.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

<b>Код и наименование профессиональной компетенции</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>
ПК-6 способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее – сеть "Интернет") и в других источниках	ПК-6.1 Знает информацию о новейших научных и технологических достижениях. ПК-6.2 Умеет осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках. ПК-6.3 Владеет навыками целенаправленного поиска информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках.
ПК-7 способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы	ПК-7.1 Знает основы составления планов работы с учетом ресурсов. ПК-7.2 Умеет составлять и контролировать план выполняемой работы. ПК-7.3 Владеет способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Объектно-ориентированное программирование» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения:

- работа в малых группах (дает всем студентам возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения).
- мини-лекции с актуализацией изучаемого содержания.

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**Тема 1.** Основы управления памятью.

**Тема 2.** Полиморфизм. Friend. Const-correctness Пространства имен.

**Тема 3.** Управление памятью. Аллокаторы. Умные указатели.

**Тема 4.** Стандартная библиотека. STL. Functional. Exceptions.

**Тема 5.** Шаблоны классов и функций. Специализация шаблона. Инстанцирование шаблона. SFINAE. Variadic templates.

**Тема 6.** Rvalue, lvalue. Move-семантика. Правила вывода типов в шаблонах, auto, decltype(auto).

**Тема 7.** Exception-safety. RAII. Basic, strong, nothrow guarantees.

**Тема 8.** OOP. Liskov substitution. Scott's solution. NVI.

**Тема 9.** Exception-safety-2. Uncaught exception/exceptions. ScopeGuard idiom. SCOPE\_EXIT, SCOPE\_FAIL, SCOPE\_SUCCESS.

**Тема 10.** Undefined behavior.

**Тема 11.** Многопоточность.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Раздел 1.**

**Лабораторная работа 1.** Необходимо реализовать класс PrimeNumberGenerator — генератор простых чисел. У класса должен быть конструктор, принимающий (int start), и функция int GetNextPrime(), возвращающая ближайшее справа от start-а простое число (включая start). В конструкторе копирования требуется скопировать только значение value, при этом modulo задается равным нулю.

Функция GetNextPrime должна изменять состояние объекта — при повторном ее вызове нужно возвращать уже следующее простое число.

**Лабораторная работа 2.** Вам необходимо написать .cpp файл с реализацией хедера num.h. В конструкторе Num необходимо сохранять значение value по модулю modulo! По умолчанию modulo равно нулю, в таком случае value сохраняется без взятия по модулю.

**Лабораторная работа 3.** Реализовать класс Date со следующими методами: Конструктор Date(int year, int month, int day). Метод bool IsLeap() const, возвращающий true в случае, если год является високосным и false в противном случае. Метод std::string ToString() const, возвращающий строковое представление даты в формате dd.mm.yyyy. Метод Date DaysLater(int days) const, возвращающий дату, которая наступит спустя days дней от текущей. Метод int DaysLeft(const Date& date) const, возвращающий разницу между указанной и текущей датой (в днях).

**Лабораторная работа 4.** Необходимо реализовать Set — класс, в котором реализованы основные операции над множествами:

Set Union(const Set&) const,

Set Intersection(const Set&) const,

Set Difference(const Set&) const,

Set SymmetricDifference(const Set&) const.

Также необходимо реализовать конструктор `Set(const std::vector&)` и функции добавления, удаления и проверки наличия элемента во множестве: `void Add(int64_t)`, `void Remove(int64_t)`, `bool Contains(int64_t) const`.

Для доступа ко всем элементам множества реализовать функцию `std::vector Data() const`. Предполагается, что класс будет использован для хранения целых чисел типа `int64_t`. Для хранения элементов следует использовать `std::vector` с соответствующим параметром шаблона.

**Лабораторная работа 5.** Вам необходимо написать `.cpp` файл с реализацией хедера `num.h`.

**Лабораторная работа 6.** Требуется реализовать класс `BufferedReader` со следующим интерфейсом:

```
class BufferedReader {
public:
    explicit BufferedReader(PackageStream* stream);
    int32_t Read(char* output_buffer, int32_t buffer_len);
};
```

В конструктор `BufferedReader` передается указатель на объект класса `PackageStream` (см. описание ниже), с помощью которого будут считываться пакеты некоторой длины. Метод `int32_t Read(char* output_buffer, int32_t buffer_len)` записывает по указателю `output_buffer` пакет длины не более `buffer_len` и возвращает реальный размер записанного пакета (это число может быть меньше, чем заданная длина, если строка закончилась раньше). Интерфейс класса `PackageStream`:

```
class PackageStream {
public:
    PackageStream(std::string source, int32_t package_len);
    int32_t PackageLen() const;
    int32_t ReadPackage(char* output_package);
};
```

В конструктор `PackageStream` передается строка `source`, из которой впоследствии побайтово будут считываться пакеты длины `package_len` и, собственно, длина пакетов `package_len`. Метод `int32_t PackageLen()` возвращает длину пакета (`package_len`), который считывает метод `ReadPackage`. Метод `int32_t ReadPackage(char* output_package)` записывает по указателю `output_package` пакет длины не более `package_len` и возвращает реальный размер записанного пакета.

## Раздел 2.

**Лабораторная работа 1.** Конструктор класса `PageAllocator` принимает размер блока в байтах. Функция `Allocate` выделяет блок размера, заданного в конструкторе. Данный класс реализовывать не нужно.

```
class PageAllocator {
public:
    explicit PageAllocator(std::uint64_t page_size);
    void* Allocate();
};
```

Необходимо реализовать класс `FixedAllocator`, у которого должны быть: Конструктор принимающий `page_size` — размер блока в элементах типа `Tr`. Функция `Allocate` возвращающая указатель на следующую свободную память. Если свободной памяти нет функция `Allocate` получает ее через объект `page_allocator_`. Функция `Deallocate` добавляющая указатель обратно в пул свободной памяти. Функция `InnerAllocator` возвращающая неизменяемую ссылку на объект `page_allocator_`

```
template<typename Tr>
class FixedAllocator {
    PageAllocator page_allocator_;
public:
    explicit FixedAllocator(std::uint64_t page_size);
    Tr* Allocate();
    void Deallocate(Tr* p);
    const PageAllocator& InnerAllocator() const noexcept;
};
```

Таким образом вы должны выделять минимально возможное кол-во блоков памяти (кол-во вызовов `Allocate` у объекта `page_allocator_`). Выделять память можно только с помощью данного объекта.

**Лабораторная работа 2.** Вам необходимо реализовать класс `SmartPointer`, интерфейс которого находится в файле `SmartPointer.hpp`, а также реализовать вспомогательный класс `Core`. Ограничение: При реализации класса `SmartPointer` нельзя добавлять новые поля.

**Лабораторная работа 3.** Реализуйте паттерн проектирования "Фабрика". Фабрика может создавать произвольных потомков базового класса. В нашем случае базовым классом будет `Object`, а сама фабрика — классом `Factory`. Определение класса `Object` должно быть в точности таким:

```
class Object {
public:
    virtual std::string ToString() const = 0;
    virtual ~Object() {}
};
```

Метод `ToString` является абстрактным. Это означает, что все потомки `Object` обязаны перегрузить этот метод.

Ваша фабрика должна уметь понимать, потомка какого типа от неё хотят получить в данный момент. Это означает, что у каждого потомка должен быть некоторый идентификатор. В этом задании будем использовать строковые идентификаторы.

Фабрика поддерживает всего две операции. Одна из них: `Object* Create(const std::string& class_id)` — этот метод класса `Factory` получает на вход идентификатор класса, создает экземпляр этого класса и возвращает указатель на созданный экземпляр. Сразу после конструирования ваша фабрика должна уметь создавать потомков с идентификаторами "apple!", "list" и "yet another identifier". В этом задании все потомки `Object` при вызове `ToString` должны возвращать свои идентификаторы. Например, код

```

Factory factory;
Object* apple_instance_ptr = factory.Create("apple!");
cout << apple_instance_ptr->ToString() << endl;
должен печатать "apple!".

```

Чтобы не было скучно, ваша фабрика должна поддерживать создание любых потомков Object. Для этого существует операция регистрации:

`void Register(const std::string& class_id, Object*(instance_creator)())` — этот метод связывает идентификатор класса `class_id` с порождающей функцией `instance_creator`. Параметр `instance_creator` — это указатель на функцию, которая возвращает указатель на наследника Object. Пример использования:

```

Factory factory;
factory.Register("smth", new_smth);
Object* smth_instance_ptr = factory.Create("smth");
cout << smth_instance_ptr->ToString() << endl;

```

Где `new_smth` это функция, объявленная как `Object* new_smth()`; Файл с решением должен содержать только реализацию классов Factory и Object и вспомогательных классов, если необходимы.

**Лабораторная работа 4.** Вам заданы классы узлов синтаксического дерева программы, необходимые для описания объявления класса, методов класса и полей класса.

```

class ClassDeclarationNode;
class VarDeclarationNode;
class MethodDeclarationNode;
class BaseNode;
class BaseVisitor {
public:
    virtual void Visit(const BaseNode* node) = 0;
    virtual void Visit(const ClassDeclarationNode* node) = 0;
    virtual void Visit(const VarDeclarationNode* node) = 0;
    virtual void Visit(const MethodDeclarationNode* node) = 0;
};
class BaseNode {
public:
    virtual void Visit(BaseVisitor* visitor) const = 0;
};
class ClassDeclarationNode: public BaseNode {
public:
    const std::string& ClassName() const;
    const std::vector<BaseNode*>& PublicFields() const;
    const std::vector<BaseNode*>& ProtectedFields() const;
    const std::vector<BaseNode*>& PrivateFields() const;
    void Visit(BaseVisitor* visitor) const override {
        visitor->Visit(this);
    }
};

```

```

class VarDeclarationNode: public BaseNode {
public:
    const std::string& VarName() const;
    const std::string& TypeName() const;
    void Visit(BaseVisitor* visitor) const override {
        visitor->Visit(this);
    }
};

class MethodDeclarationNode: public BaseNode {
public:
    const std::string& MethodName() const;
    const std::string& ReturnTypeName() const;
    const std::vector<BaseNode*>& Arguments() const;
    void Visit(BaseVisitor* visitor) const override {
        visitor->Visit(this);
    }
};

```

Требуется реализовать класс `FormatVisitor`, который будет позволять получать отформатированное представление программы в виде строки, в соответствии с синтаксисом языка C++ и Google Style Guide.

```

class FormatVisitor: public BaseVisitor {
public:
    void Visit(const BaseNode* node) override {
        node->Visit(this);
    }
    void Visit(const ClassDeclarationNode* node) override;
    void Visit(const VarDeclarationNode* node) override;
    void Visit(const MethodDeclarationNode* node) override;
    const std::vector<std::string>& GetFormattedCode() const;
};

```

**Лабораторная работа 5.** Необходимо реализовать класс `GameDatabase` со следующим интерфейсом:

```

class GameDatabase
{
public:
    GameDatabase() = default;
    /// вставляет в базу объект с именем [name] и позицией [x, y]
    /// если объект с таким id в базе уже есть, заменяет его новым
    void Insert(ObjectId id, string name, size_t x, size_t y)
    /// удаляет элемент по id
    /// если такого элемента нет, ничего не делает
    void Remove(ObjectId id);
    /// возвращает вектор объектов с именем [name]
    /// сортировка по убыванию id
    vector<GameObject> DataByName(string name) const;
};

```

```

    /// возвращает вектор объектов, находящихся в позиции [x, y]
    /// сортировка по убыванию id
    vector<GameObject> DataByPosition(size_t x, size_t y) const;
    /// возвращает вектор всех объектов из базы
    /// сортировка по убыванию id
    vector<GameObject> Data() const;
};

```

Код для GameObject и ObjectId указан ниже.

```

using ObjectId = unsigned long long int;
struct GameObject
{
    ObjectId id;
    string name;
    size_t x;
    size_t y;
};

```

Рекомендуется использовать структуры данных: std::unordered\_map, std::map, std::set. Отдельная сортировка не потребуется если использовать компаратор для упорядоченных контейнеров (std::set, std::map). Пример организации данных с компаратором:

```

bool operator>(const GameObject& a, const GameObject& b) {
    return a.id > b.id;
}

```

```

template<class Tp, template<class> class Compare>
class DereferenceCompare {
    Compare<Tp> comp;

```

```

public:
    bool operator()(const Tp* const a, const Tp* const b) const {
        return comp(*a, *b);
    }
};

```

```

/// быстрый доступ по id
std::map<ObjectId, GameObject, std::greater<ObjectId>>

```

```

/// быстрый доступ по позиции
std::map<std::pair<size_t, size_t>, std::set<GameObject*,
DereferenceCompare<GameObject, std::greater>>>

```

```

/// быстрый доступ по имени
std::unordered_map<string, std::set<GameObject*,
DereferenceCompare<GameObject, std::greater>>>

```

**Раздел 3.**

**Лабораторная работа 1.** Вам необходимо написать функцию `initialize_vector(value, dim1, dim2, ...)`, принимающую значение и размерности, и возвращающую вектор заданных размерностей, заполненный этим значением. Пример использования такой функции может быть следующим:

```
vector<vector<vector<int>>> v = initialize_vector(-1, 100, 50, 30)
```

Для реализации требуется использовать `variadic templates`.

**Лабораторная работа 2.** Написать функцию: `Iterator Find<T, Iterator>(const T& value, Iterator first, Iterator last)`, которая принимает элемент и итераторы на отсортированную коллекцию и возвращает итератор на требуемый элемент (в случае отсутствия такого элемента, функция должна вернуть `last`). В зависимости от типа итератора, данная функция должна использовать бинарный или линейный поиск (Бинарный поиск, если итератор является `Random Access`).

**Лабораторная работа 3.** Необходимо реализовать функцию `MergeAssociative`, которая принимает 2 ассоциативных контейнера и добавляет содержимое второго к первому. Возвращает `false` если операцию можно выполнить (см. далее), иначе возвращает `true`

```
template<class C1, class C2>
bool MergeAssociative(C1* c1, const C2& c2)
```

С контейнерами, имеющимися в стандартной библиотеке C++ можно ознакомиться здесь. Операцию можно выполнить если верны 3 условия:

1) Оба типа являются ассоциативными контейнерами

2) Их типы элементов совпадают, не учитывая `cv qualifiers`

3) Первый контейнер является мультиконтейнером или оба ими не являются. Мультиконтейнерами в данном случае названы следующие: `multiset`, `unordered_multiset`, `multimap`, `unordered_multimap`. Примеры пар типов, для которых операцию выполнить можно:

```
multiset<int> + set<int>
map<int, int> + unordered_map<int, int>
multimap<int, const int> + unordered_map<int, volatile int>
```

Для которых нельзя:

```
set<int> + multiset<int>
set<int> + set<double>
int + double
```

**Лабораторная работа 4.** Реализовать шаблонный класс визитора со следующим интерфейсом для использования в алгоритме поиска в ширину в неориентированном графе.

```
template<Vertex>
class BfsVisitor {
public:
    void ExamineVertex(const Vertex& vertex);
    void DiscoverVertex(const Vertex& vertex);

    size_t DistanceTo(const Vertex& target) const;
    Vertex Parent(const Vertex& vertex) const;
```

```
}
```

Объект данного класса будет использован функцией обхода графа в ширину, аналогичной данной. Метод `ExamineVertex` будет вызван в момент извлечения вершины из очереди, метод `DiscoverVertex` будет вызван в момент добавления вершины в очередь. После обхода графа визитор должен хранить кратчайшие расстояния от начальной вершины до всех остальных. Для получения расстояния до вершины будет использован метод `DistanceTo`. Также, в процессе обхода в ширину визитор должен построить соответствующее такому обходу остовное дерево графа. Метод `Parent` будет использован для получения предка каждой вершины в таком графе. Родителем корневой вершины является она сама. Экземпляр визитора передается в функцию по значению, и для эффективного копирования его размер должен быть не больше размера `shared_ptr`.

**Лабораторная работа 5.** Вам необходимо написать метафункцию `is_customly_convertible<A, B>`, которая проверяет, существует ли специализация структуры `Convert` для типов `A` и `B`. Интерфейс функции должен соответствовать аналогичным функциям из модуля `type_traits`, например `is_same`. Специализация структуры `Convert` может выглядеть следующим образом:

```
template <>
struct Convert<int, float> {
    float operator()(const int& a) {
        return a;
    }
};
```

Также необходимо реализовать 2 структуры: `NoTriviallyConstructible` — структуру без дефолтного конструктора и `NoCopyConstructible` — структуру без конструктора копирования. (Это единственные требования к структурам, все остальное — неважно). Для вышеописанных структур требуется добавить специализацию функтора `Convert`: для `(NoTriviallyConstructible, int)` и `(NoCopyConstructible, NoTriviallyConstructible)` и реализовать ей оператор `()` произвольным образом.

**Лабораторная работа 6.** Вам необходимо написать преобразование `TupleToVector` и обратное для него `VectorToTuple`

Типы на выходе должны быть без `cv qualifiers` и ссылок

```
tuple<vector<T1>, vector<T2>, vector<T3>, ...> ==> vector<tuple<T1, T2, T3, ...>>
vector<tuple<T1, T2, T3, ...>> ==> tuple<vector<T1>, vector<T2>, vector<T3>, ...>
tuple<vector<int>, vector<double>, vector<char>> tpl;
const tuple<const vector<int>, const vector<double>, vector<char>> tpl2;
vector<tuple<int, double, char>> vec;
const vector<tuple<const int, double, const char>> vec2;
static_assert(std::is_same_v<decltype(VectorToTuple(vec)),
decltype(tpl)>);
```

```

    static_assert(std::is_same_v<decltype(TupleToVector(tpl)),
decltype(vec)>);
    static_assert(std::is_same_v<decltype(VectorToTuple(vec2)),
decltype(tpl)>);
    static_assert(std::is_same_v<decltype(TupleToVector(tpl2)),
decltype(vec)>);
    vector<int> v1, v2, v3;
    static_assert(std::is_same_v<decltype(TupleToVector(tuple<const
vector<int>&, const vector<int>&, const vector<int>&>{v1, v2, v3})),
vector<tuple<int, int, int>>>);

```

Если возможно, функции должны возвращать 'удобные' типы вместо std::tuple, а также принимать их в качестве параметра

В частности, tuple размера 2 должен быть преобразован в pair, а размера 1 в тип первого элемента

```

    tuple<vector<int>, vector<double>> tpl;
    vector<pair<int, double>> vec = TupleToVector(tpl); // tuple<vector<int>,
vector<double>> -> vector<tuple<int, double>> -> vector<pair<int, double>>
    vector<tuple<int, double>> vec2;
    pair<vector<int>, vector<double>> tpl2 = VectorToTuple(vec2) //
vector<tuple<int, double>> -> tuple<vector<int>, vector<double>> ->
pair<vector<int>, vector<double>>
    // *****
    tuple<vector<int>> tpl;
    vector<int> vec = TupleToVector(tpl); // tuple<vector<int>> ->
vector<tuple<int>> -> vector<int>
    vector<tuple<int>> vec2;
    vector<int> tpl2 = VectorToTuple(vec2) // vector<tuple<int>> ->
tuple<vector<int>> -> vector<int>
    // *****
    vector<int> vec;
    vec = VectorToTuple(vec);
    vec = TupleToVector(vec);
    // *****
    vector<pair<int, char>> vp;
    pair<vector<int>, vector<char>> pv = VectorToTuple(vp);
    vp = TupleToVector(pv);

```

#### Раздел 4.

**Лабораторная работа 1.** Необходимо реализовать функцию CaesarEncrypt обрабатывающую шифром Цезаря (правый сдвиг на 3) входную строку в несколько потоков. Гарантируется, что строка будет состоять только из маленьких латинских букв в кодировке ASCII

```
void CaesarEncrypt(std::string* s);
```

Функция должна обрабатывать быстрее (по системному времени), чем следующая:

```
void CaesarEncryptOneThread(std::string* s)
```

```

    {
        for (char& c : *s)
            c = 'a' + (c + 3 - 'a') % 26;
    }

```

**Лабораторная работа 2.** Вам дан класс с основными функциями для реализации матриц со следующим интерфейсом.

```

class DenseMat {
public:
    DenseMat(int32_t rows = 0, int32_t cols = 0);
    DenseMat(int32_t rows, int32_t cols, const std::vector<int32_t>& data);
    int32_t Rows() const;
    int32_t Cols() const;
    const int32_t& operator()(int row, int col) const;
    int32_t& operator()(int row, int col);
    bool operator==(const DenseMat& other) const;
    bool operator!=(const DenseMat& other) const;
};

```

Требуется реализовать функцию `DenseMat MatMulParal(const DenseMat& a, const DenseMat& b, int thread_count);`, которая выдает результат умножения матрицы `a` на матрицу `b`. Функция должна использовать алгоритм параллельного умножения матриц, используя `thread_count` потоков. При перемножении матриц вычисление каждого `i,j`-го элемента матрицы-результата не зависит от порядка вычисления остальных элементов, поэтому вы можете вычислять отдельные части матрицы-результата независимо в разных потоках без синхронизации между ними. Тестирующая система будет проверять, что:

1. функция перемножения матриц выдает правильный результат при различных количествах потоков (в т.ч. большем, чем количество ядер на тестирующей машине).

2. с увеличением числа потоков до количества ядер время выполнения уменьшается.

3. наилучшее время выполнения достаточно мало.

**Лабораторная работа 3.** Вам необходимо реализовать `thread-safe` очередь со следующими методами:

```

template <typename T>
class Queue {
public:
    T Pop();

    size_t Size();

    template <typename U>
    void Push(???);

    template <typename ... U>

```

```
void Emplace(???);  
};
```

Очередь должна уметь работать с объектами без конструктора копирования.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Объектно-ориентированное программирование» включает в себя:

1. план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
2. характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
3. требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

#### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

<b>№ п/п</b>	<b>Дата/срок и выполнения</b>	<b>Вид самостоятельной работы</b>	<b>Примерные нормы времени на выполнение</b>	<b>Форма контроля</b>
<b>1</b>	Недели 1-2	Подготовка к лабораторной работе №1-2, раздела 1	3 часа	Лабораторная работа №1-2
<b>2</b>	Недели 3-4	Подготовка к лабораторной работе №3-4, раздела 1	3 часа	Лабораторная работа №3-4
<b>3</b>	Недели 5-6	Подготовка к лабораторной работе №5-6, раздела 1	3 часа	Лабораторная работа №5-6
<b>4</b>	Недели 7-8	Подготовка к лабораторной работе №1-3, раздела 2	3 часа	Лабораторная работа №1-3
<b>5</b>	Недели 9-10	Подготовка к лабораторной работе №4-5, раздела 2	3 часа	Лабораторная работа №4-5
<b>6</b>	Недели 11-12	Подготовка к лабораторной работе №1-13, раздела 3	4 часа	Лабораторная работа №1-3
<b>7</b>	Недели 13-14	Подготовка к лабораторной работе №4-6, раздела 3	4 часа	Лабораторная работа №4-6
<b>8</b>	Недели 15-16	Подготовка к лабораторной работе №1-3	4 часа	Лабораторная работа №1-3

#### **Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению**

Самостоятельная работа студентов состоит из подготовки к лабораторным работам в компьютерном классе, работы над рекомендованной литературой. При подготовке к лабораторным работам необходимо сначала прочитать основные понятия по теме. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать,

наметить план решения задачи. Лабораторные работы выполняются студентами в командах.

Рекомендуется использовать методические указания и материалы по курсу «Объектно-ориентированное программирование», электронные пособия, имеющиеся на сервере Школы естественных наук, библиотеке ДВФУ и в сети Интернет. При подготовке к экзамену нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий и методов, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

### **Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы**

Результатом самостоятельной работы студентов являются выполненные лабораторные работы. Лабораторные работы предоставляются в виде файлов приложений и сопровождаются пояснительной запиской.

## **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Раздел 1.	ПК-6.1	знает	Устные ответы на практических занятиях по разделу 1.	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)
		ПК-7.1			
		ПК-6.2	умеет		
		ПК-7.2			
		ПК-6.3	владеет	Практическое задание по разделу 1	
		ПК-7.3			
2.	Раздел 2.	ПК-6.1	знает	Устные ответы на практических занятиях по разделу 2.	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)
		ПК-7.1			
		ПК-6.2	умеет		
		ПК-7.2			
		ПК-6.3	владеет	Практическое задание по разделу 2	
		ПК-7.3			

3.	Раздел 3.	ПК-6.1 ПК-7.1	знает	Устные ответы на практических занятиях по разделу 3.	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)
		ПК-6.2 ПК-7.2	умеет	Практическое задание по разделу 3.	
		ПК-6.3 ПК-7.3	владеет	Практическое задание по разделу 3	
4.	Раздел 4.	ПК-6.1 ПК-7.1	знает	Устные ответы на практических занятиях по разделу 4.	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)
		ПК-6.2 ПК-7.2	умеет	Практическое задание по разделу 4.	
		ПК-6.3 ПК-7.3	владеет	Практическое задание по разделу 4	

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература (электронные и печатные издания)

1. FirebirdSQL Manuals .- Firebird Foundation Inc., 2013. <http://www.firebirdsql.org/en/documentation/>
2. Кауфман В. Ш. Языки программирования. Концепции и принципы. -- М.: Радио и связь, 1993.
3. Мартыненко Б. К. Языки и трансляции, СПбГУ, 2002
4. Corbett R. Bison manual, © 1998-2002 Free Software Foundation, Inc.
5. Paxson V. Flex, a fast scanner generator. Edition 2.5, © 1998 Free Software Foundation, Inc.
6. Kakde O. G. Algorithms for Compiler Design, © Charles River Media, 2002
7. Leone M. Research Language Overviews, © Carnegie-Mellon University, 2002
8. ISO/IEC 9075-2:2011 Information technology — Database languages — SQL — Part 1: Framework (SQL/Framework). — ISO/IEC, 2011 — 90 с.
9. ISO/IEC 9075-2:2011 Information technology — Database languages — SQL — Part 2: Foundation (SQL/Foundation). — ISO/IEC, 2011 — 1483 с.

10. ISO/IEC 9075-2:2011 Information technology — Database languages — SQL — Part 11: Information and Definition Schemas (SQL/Schemata). — ISO/IEC, 2011 — 316 с.

**Дополнительная литература**  
**(печатные и электронные издания)**

1. Gulutzan, Peter and Pelz, Trudy SQL-99 Complete, Really. - 2011.
2. <https://mariadb.com/kb/v/sql-99-complete-really/>
3. MariaDB Documentation. SkySQL Corporation Ab., 2013
4. <https://mariadb.com/kb/en/mariadb-documentation/>
5. PostgreSQL Manuals, version 9.3 .- The PostgreSQL Global Development Group, 2013.
6. <https://www.postgresql.org/docs/manuals/>
7. Калинин А. Г., Мацкевич И. В. Универсальные языки программирования. Семантический подход. -- М.: Радио и связь, 1991
8. Фомичев В. С. Формальные языки, грамматики и автоматы, СПбГЭУ "ЛЭТИ"
9. Kakde O. G. Algorithms for Compiler Design, © Charles River Media, 2002
10. Leone M. Research Language Overviews, © Carnegie-Mellon University, 2002

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**  
**«Интернет»**

1. Материалы сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cplusplus.com>
2. Материалы сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://en.cppreference.com/w/>
3. Материалы сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Stroustrup. 4 Edition](#)
4. Материалы сайта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [C++17 Standard](#)

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины.**

Изучение теоретического материала по учебнику – 1 час в неделю.

Подготовка к практическому занятию и работе в компьютерном классе – 1 час.

Тогда общие затраты времени на освоение курса «Объектно-ориентированное программирование» студентами составят около 2 часов в неделю.

### **Описание последовательности действий студента («сценарий изучения дисциплины»).**

При изучении дисциплины «Объектно-ориентированное программирование» следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать выполненные сегодня практические работы, разобрать рассмотренные примеры (10-15 минут).
2. При подготовке к практической работе следующего дня повторить содержание предыдущей работы, подумать о том, какая может быть следующая тема (10-15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы со специальной литературой в библиотеке и для занятий на компьютере (по 2 часа).
4. При подготовке к практическим занятиям следующего дня необходимо сначала прочитать основные понятия по теме домашнего задания. При выполнении задания нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи. Если это не дало результатов, и Вы сделали задачу «по образцу» аудиторной задачи, или из методического пособия, нужно после решения такой задачи обдумать ход решения и попробовать решить аналогичную задачу самостоятельно.

#### **Рекомендации по работе с литературой**

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно изучаются и книги, и Интернет-ресурсы. Полезно использовать несколько учебников, однако легче освоить курс, придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться понимания изучаемой темы дисциплины. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе и попробовать ответить на следующие вопросы: о чем эта глава, какие новые понятия в ней введены.

#### **Советы по подготовке к экзамену**

Необходимо пользоваться учебниками. Вместо «заучивания» материала важно добиться понимания изучаемых тем дисциплины. При подготовке к экзамену нужно освоить теорию: разобрать определения всех понятий, рассмотреть примеры и самостоятельно решить несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо комментировать свои действия и не забывать о содержательной интерпретации.

#### **Указания по организации работы с контрольно-измерительными материалами**

При подготовке к лабораторной работе необходимо сначала прочитать теорию по каждой теме. Отвечая на поставленный вопрос, предварительно следует понять, что требуется от Вас в данном случае, какой теоретический материал нужно использовать, наметить общий план решения.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Образовательный процесс по дисциплине проводится в лекционных и компьютерных аудиториях.

Мультимедийная лекционная аудитория (мультимедийный проектор, настенный экран, документ-камера) о. Русский, кампус ДВФУ, корпус 20(D), ауд. D738, D654/D752, D412/D542, D818, D741, D945, D547, D548, D732

Компьютерные классы: (доска, 15 персональных компьютеров) о. Русский, кампус ДВФУ, корпус 20(D), D733, D733а, D734, D734а, D546, D546а, D549а (Кампус ДВФУ), оснащенные компьютерами класса Pentium и мультимедийными (презентационными) системами, с подключением к общекорпоративной компьютерной сети ДВФУ и сети Интернет.

## VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине созданы фонды оценочных средств:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции/планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Раздел 1.	<p><b>ПК-6/ Знать</b> информацию о новейших научных и технологических достижениях.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками целенаправленного поиска информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках</p> <p><b>ПК-7/ Знать</b> основы составления планов работы с учетом ресурсов.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять и контролировать план выполняемой работы.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.</p>	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)
2	Раздел 2.	<b>ПК-6/ Знать</b> информацию о новейших научных и технологических достижениях.	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)

		<p><b>Уметь:</b> осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками целенаправленного поиска информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках</p> <p><b>ПК-7/ Знать</b> основы составления планов работы с учетом ресурсов.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять и контролировать план выполняемой работы.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.</p>	реализация)
3	Раздел 3	<p><b>ПК-6/ Знать</b> информацию о новейших научных и технологических достижениях.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками целенаправленного поиска информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках</p> <p><b>ПК-7/ Знать</b> основы составления планов работы с учетом ресурсов.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять и контролировать план выполняемой работы.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.</p>	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)
4	Раздел 4.	<p><b>ПК-6/ Знать</b> информацию о новейших научных и технологических достижениях.</p> <p><b>Уметь:</b> осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в других источниках.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками целенаправленного поиска информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и в</p>	Письменный ответ на экзамене (программная реализация)

	<p>других источниках</p> <p><b>ПК-7/ Знать</b> основы составления планов работы с учетом ресурсов.</p> <p><b>Уметь:</b> составлять и контролировать план выполняемой работы.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы.</p>	
--	---	--

### Описание показателей и критериев оценивания:

Оценка	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (max – 5)	Менее 3 (Менее 50%)	3-3,5 (50- 69%)	3,6 -4,4 (70-84%)	4,5-5 (85-100%)
Оценка	Незачет	Зачет		
Набранная сумма баллов (% выполненных заданий) (max – 5)	Менее 3 (Менее 50%)	3,1 – 5 (50-100%)		

### Зачетно-экзаменационные материалы

1. ООП в C++. Структуры и классы. Множественное наследование. Виртуальное наследование. Таблица виртуальных функций. Абстрактные классы. Liskov substitution. NVI
2. Управление памятью в C++. Выравнивание полей структур. Битовые поля в структурах. Sizeof. Выделение памяти (operator new, placement new). new vs malloc. POD. Фрагментация памяти. Счетчик ссылок. Умные указатели. Аллокаторы
3. Const correctness. Константные указатели, ссылки, методы, переменные, замыкания. Mutable. Стандартная библиотека C++. Ввод-вывод. Контейнеры. Типы контейнеров. Типы итераторов.
4. Обработка исключений в c++. Модули стандартной библиотеки для работы с исключениями. Exception safety. RAII. Виды гарантий exception safety. Раскрутка стека. std::uncaught\_exception (s). Исключения в многопоточном приложении C++.
5. Шаблоны в C++. Вложенные шаблоны. Различия в шаблонах функций и классов. Инстанцирование шаблона. Специализация шаблона. SFINAE.
6. Метапрограммирование. type\_traits. Variadic templates. Списки типов. Tag dispatch (by instance, by type, на примере iterator\_traits).

7. Функции в C++. Способы передачи функции в качестве аргумента. Указатель на функцию. Функторы. `std::function`. Замыкания и анонимные функции в C++.
8. Многопоточность в C++. Race condition. Способы синхронизации. Dead lock, live lock. Lock-free. Модуль `atomic`. Conditional variable. Future. Promise
9. Правила вывода типов в C++. `decltype`, `auto`, `decltype(auto)`. Универсальные ссылки. Move-семантика. Perfect forwarding. Реализация `std::move`, `std::forward`. Value categories.