

# Задания к работе №1 по алгоритмам и структурам данных.

Все задания реализуются на языке программирования C++ (стандарт C++14 и выше). Реализованные в заданиях приложения не должны завершаться аварийно; все возникающие исключительные ситуации должны быть перехвачены и обработаны.

Во всех заданиях запрещено пользоваться функциями, позволяющими завершить выполнение приложения из произвольной точки выполнения.

Во всех заданиях при реализации необходимо разделять контексты работы с данными (поиск, сортировка, добавление/удаление, модификация и т. п.) и отправка данных в поток вывода / выгрузка данных из потока ввода.

Во всех заданиях все вводимые (с консоли, файла, командной строки) пользователем данные должны (если не сказано обратное) быть подвергнуты валидации в соответствии с типом валидируемых данных.

Во всех заданиях необходимо контролировать ситуации с невозможностью [пере]выделения памяти; во всех заданиях необходимо корректно освобождать всю выделенную динамическую память.

Все ошибки, связанные с операциями открытия системных ресурсов уровня ОС (файлы, средства синхронизации, etc.), должны быть обработаны; все открытые системные ресурсы должны быть возвращены ОС.

Реализованные компоненты должны зависеть от абстракций, а не от конкретных реализаций абстракций. Для реализованных компонентов должны быть переопределены (либо перекрыты - при обосновании) следующие механизмы классов C++: конструктор копирования, деструктор, оператор присваивания, конструктор перемещения, присваивание перемещением.

Для задач, каталоги которых в репозитории содержат папку *tests*, требуется демонстрация прохождения всех описанных тестов для реализованных компонентов. Модификация кода тестов запрещена.

1. Реализуйте логгер (repo path: */logger/client\_logger*) на основе контракта *logger* (repo path: */logger/logger*). Ваша реализация логгера должна конфигурироваться на основе реализации порождающего паттерна проектирования “строитель”. Поэтапное построение объекта логгера предполагает следующие возможности:

- настройка потоков вывода (файловые и консольный) с заданием для каждого потока вывода множества *severity*; созданный реализацией строителя объект логгера должен выводить сообщения с заданным *severity* только в те настроенные потоки вывода, в множестве *severity* которых присутствует переданное методу *log* значение *severity*;
- настройка структуры лога, печатаемого логгером в потоки вывода, в виде форматной строки в стиле C (в форматной строке допустимо использование следующих флагов: *%d* - текущая дата (григорианский календарь, GMT+0); *%t* - текущее время (GMT+0); *%s* - строковое представление уровня жёсткости логгирования; *%m* - логируемое сообщение;
- настройка информации о потоках вывода, их *severity* и структуры лога на основе содержимого конфигурационного файла (в качестве параметров подаются путь к конфигурационному файлу и путь поиска (path) уровня конфигурационного файла, где находится информация о наполнении логгера). Структуру конфигурационного файла определите самостоятельно; предполагается, что найденное содержимое конфигурационного файла с вышеописанной информацией валидно, однако не гарантируется, что это содержимое будет найдено в файле, а также не гарантируется существование самого файла;
- удаление всех настроенных параметров с возможностью дальнейшей работы со строителем.

Потоки вывода, используемые объектом логгера, должны быть открыты во время жизни объекта логгера. Учтите, что один и тот же поток вывода может использоваться одновременно различными объектами логгеров (и множества *severity* для этого потока вывода на уровне различных объектов логгера также могут различаться). При разрушении последнего объекта логгера, связанного с заданным файловым потоком вывода, этот файловый поток вывода должен быть закрыт (реализуйте механизм подсчёта ссылок).

2. Реализуйте (repo path: `/allocator/allocator_global_heap`) аллокатор на основе контракта `allocator` (repo path: `/allocator/allocator`). Выделение и освобождение динамической памяти реализуйте посредством глобальных операторов `new` и `delete` соответственно. В типе аллокатора допускается единственное поле типа `logger *` - указатель на объект логгера, используемый объектом аллокатора в процессе работы. При невозможности выделения памяти должна быть сгенерирована исключительная ситуация типа `std::bad_alloc`, а также сгенерированный объект исключения должен быть перехвачен и обработан в вызывающем коде. При освобождении памяти должна осуществляться проверка на принадлежность освобождаемого блока к текущему объекту аллокатора (если это не так, необходимо сгенерировать исключительную ситуацию типа `std::logic_error`, а также перехватить и обработать объект исключения в вызывающем коде). Пр продемонстрируйте работу объекта аллокатора, разместив в нём объекты различных типов данных. Предусмотрите логгирование (на уровне объекта реализованного аллокатора) следующих данных/ситуаций:

- проброс исключительной ситуации - приоритет `logger::severity::error`;
- переопределение запроса пользователя на выделение памяти - приоритет `logger::severity::warning`;
- состояние блока (без служебных данных) перед освобождением (в виде массива байт) - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня интерфейса аллокатора - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня реализованного компонента - приоритет `logger::severity::trace`.

3. Реализуйте (repo path: `/allocator/allocator_sorted_list`) аллокатор на основе контракта `allocator_with_fit_mode` (repo path: `/allocator/allocator`). Выделение памяти реализуйте при помощи методов (с возможностью конфигурации конкретной реализации через конструктор объекта и через метод `set_fit_mode` контракта `allocator_with_fit_mode`) первого подходящего, лучшего подходящего, худшего подходящего, а освобождение памяти - при помощи метода освобождения в рассортированном списке. В типе аллокатора допускается единственное поле типа `void *` - указатель на доверенную объекту аллокатора область памяти. Служебные данные для работы аллокатора размещайте в доверенной ему области памяти (размер доверенной области памяти задаётся на уровне конструктора объекта аллокатора и доверенная память при этом запрашивается из объекта аллокатора, передаваемого как параметр по умолчанию конструктору (если объект аллокатора отсутствует, память запрашивается из глобальной кучи)). При освобождении памяти в объект аллокатора должна осуществляться проверка на принадлежность освобождаемого блока к текущему объекту аллокатора. Обращения к объекту аллокатора должны быть синхронизированы (должно гарантироваться, что в произвольный момент времени жизни объекта аллокатора выделение/освобождение памяти в нём выполняется максимум в одном потоке исполнения). Протестируйте работу объекта аллокатора, разместив в нём объекты различных типов данных. Предусмотрите логгирование (на уровне объекта реализованного типа аллокатора) следующих данных/ситуаций:

- проброс исключительной ситуации - приоритет `logger::severity::error`;
- переопределение запроса пользователя на выделение памяти - приоритет `logger::severity::warning`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: объём доступной для выделения памяти в байтах - приоритет `logger::severity::information`;
- состояние блока (без служебных данных) перед освобождением (в виде массива байт) - приоритет `logger::severity::debug`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: состояние всей неслужебной памяти, управляемой объектом аллокатора (формат строкового представления блока: “<block availability> <block size>”, где <block availability> - признак свободности/занятости блока (для свободного блока - строка “avail”, для занятого - строка “occup”), <block size> - размер текущего блока в байтах (без учёта служебной памяти уровня блока; строковые представления блоков сепарированы символом ‘|’); блоки в строковом представлении отсортированы по возрастанию по ключу адреса байта памяти начала) - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня интерфейса аллокатора - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня реализованного компонента - приоритет `logger::severity::trace`.

4. Реализуйте (repo path: `/allocator/allocator_boundary_tags`) аллокатор на основе контракта `allocator_with_fit_mode` (repo path: `/allocator/allocator`). Выделение памяти реализуйте при помощи методов (с возможностью конфигурации конкретной реализации через конструктор объекта и через метод `set_fit_mode` контракта `allocator_with_fit_mode`) первого подходящего, лучшего подходящего, худшего подходящего, а освобождение памяти - при помощи метода освобождения с дескрипторами границ. В типе аллокатора допускается единственное поле типа `void *` - указатель на доверенную объекту аллокатора область памяти. Служебные данные для работы аллокатора размещайте в доверенной ему области памяти (размер доверенной области памяти задаётся на уровне конструктора объекта аллокатора и доверенная память при этом запрашивается из объекта аллокатора, передаваемого как параметр по умолчанию конструктору (если объект аллокатора отсутствует, память запрашивается из глобальной кучи)). При освобождении памяти в объект аллокатора должна осуществляться проверка на принадлежность освобождаемого блока к текущему объекту аллокатора. Обращения к объекту аллокатора должны быть синхронизированы (должно гарантироваться, что в произвольный момент времени жизни объекта аллокатора выделение/освобождение памяти в нём выполняется максимум в одном потоке исполнения). Протестируйте работу объекта аллокатора, разместив в нём объекты различных типов данных. Предусмотрите логгирование (на уровне объекта реализованного типа аллокатора) следующих данных/ситуаций:

- проброс исключительной ситуации - приоритет `logger::severity::error`;
- переопределение запроса пользователя на выделение памяти - приоритет `logger::severity::warning`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: объём доступной для выделения памяти в байтах - приоритет `logger::severity::information`;
- состояние блока (без служебных данных) перед освобождением (в виде массива байт) - приоритет `logger::severity::debug`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: состояние всей неслужебной памяти, управляемой объектом аллокатора (формат строкового представления блока: “<block availability> <block size>”, где <block availability> - признак свободности/занятости блока (для свободного блока - строка “avail”, для занятого - строка “occup”), <block size> - размер текущего блока в байтах (без учёта служебной памяти уровня блока; строковые представления блоков сепарированы символом ‘|’); блоки в строковом представлении отсортированы по возрастанию по ключу адреса байта памяти начала) - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня интерфейса аллокатора - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня реализованного компонента - приоритет `logger::severity::trace`.

5. Реализуйте (repo path: `/allocator/allocator_buddies_system`) аллокатор на основе контракта `allocator_with_fit_mode` (repo path: `/allocator/allocator`). Выделение памяти реализуйте при помощи методов (с возможностью конфигурации конкретной реализации через конструктор объекта и через метод `set_fit_mode` контракта `allocator_with_fit_mode`) первого подходящего, лучшего подходящего, худшего подходящего, а освобождение памяти - при помощи метода освобождения в системе двойников. В типе аллокатора допускается единственное поле типа `void *` - указатель на доверенную объекту аллокатора область памяти. Служебные данные для работы аллокатора размещайте в доверенной ему области памяти (размер доверенной области памяти задаётся на уровне конструктора объекта аллокатора и доверенная память при этом запрашивается из объекта аллокатора, передаваемого как параметр по умолчанию конструктору (если объект аллокатора отсутствует, память запрашивается из глобальной кучи)). При освобождении памяти в объект аллокатора должна осуществляться проверка на принадлежность освобождаемого блока к текущему объекту аллокатора. Обращения к объекту аллокатора должны быть синхронизированы (должно гарантироваться, что в произвольный момент времени жизни объекта аллокатора выделение/освобождение памяти в нём выполняется максимум в одном потоке исполнения). Продемонстрируйте работу объекта аллокатора, разместив в нём объекты различных типов данных. Предусмотрите логгирование (на уровне объекта реализованного типа аллокатора) следующих данных/ситуаций:

- проброс исключительной ситуации - приоритет `logger::severity::error`;
- переопределение запроса пользователя на выделение памяти - приоритет `logger::severity::warning`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: объём доступной для выделения памяти в байтах - приоритет `logger::severity::information`;
- состояние блока (без служебных данных) перед освобождением (в виде массива байт) - приоритет `logger::severity::debug`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: состояние всей неслужебной памяти, управляемой объектом аллокатора (формат строкового представления блока: “<block availability> <block size>”, где <block availability> - признак свободности/занятости блока (для свободного блока - строка “avail”, для занятого - строка “осcup”), <block size> - размер текущего блока в байтах (без учёта служебной памяти уровня блока; строковые представления блоков сепарированы символом ‘|’); блоки в строковом представлении отсортированы по возрастанию по ключу адреса байта памяти начала) - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня интерфейса аллокатора - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня реализованного компонента - приоритет `logger::severity::trace`.

6. Реализуйте (repo path: `/allocator/allocator_red_black_tree`) аллокатор на основе контракта `allocator_with_fit_mode` (repo path: `/allocator/allocator`). Выделение памяти реализуйте при помощи методов (с возможностью конфигурации конкретной реализации через конструктор объекта и через метод `set_fit_mode` контракта `allocator_with_fit_mode`) первого подходящего, лучшего подходящего, худшего подходящего, а освобождение памяти - при помощи алгоритмов вставки/удаления для красно-чёрного дерева. В типе аллокатора допускается единственное поле типа `void *` - указатель на доверенную объекту аллокатора область памяти. Служебные данные для работы аллокатора размещайте в доверенной ему области памяти (размер доверенной области памяти задаётся на уровне конструктора объекта аллокатора и доверенная память при этом запрашивается из объекта аллокатора, передаваемого как параметр по умолчанию конструктору (если объект аллокатора отсутствует, память запрашивается из глобальной кучи)). При освобождении памяти в объект аллокатора должна осуществляться проверка на принадлежность освобождаемого блока к текущему объекту аллокатора. Обращения к объекту аллокатора должны быть синхронизированы (должно гарантироваться, что в произвольный момент времени жизни объекта аллокатора выделение/освобождение памяти в нём выполняется максимум в одном потоке исполнения). Протестируйте работу объекта аллокатора, разместив в нём объекты различных типов данных. Предусмотрите логгирование (на уровне объекта реализованного типа аллокатора) следующих данных/ситуаций:

- проброс исключительной ситуации - приоритет `logger::severity::error`;
- переопределение запроса пользователя на выделение памяти - приоритет `logger::severity::warning`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: объём доступной для выделения памяти в байтах - приоритет `logger::severity::information`;
- состояние блока (без служебных данных) перед освобождением (в виде массива байт) - приоритет `logger::severity::debug`;
- после выполнения операции выделения/освобождения памяти: состояние всей неслужебной памяти, управляемой объектом аллокатора (формат строкового представления блока: “<block availability> <block size>”, где <block availability> - признак свободности/занятости блока (для свободного блока - строка “avail”, для занятого - строка “occup”), <block size> - размер текущего блока в байтах (без учёта служебной памяти уровня блока; строковые представления блоков сепарированы символом ‘|’); блоки в строковом представлении отсортированы по возрастанию по ключу адреса байта памяти начала) - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня интерфейса аллокатора - приоритет `logger::severity::debug`;
- начало/окончание вызова любого метода уровня реализованного компонента - приоритет `logger::severity::trace`.