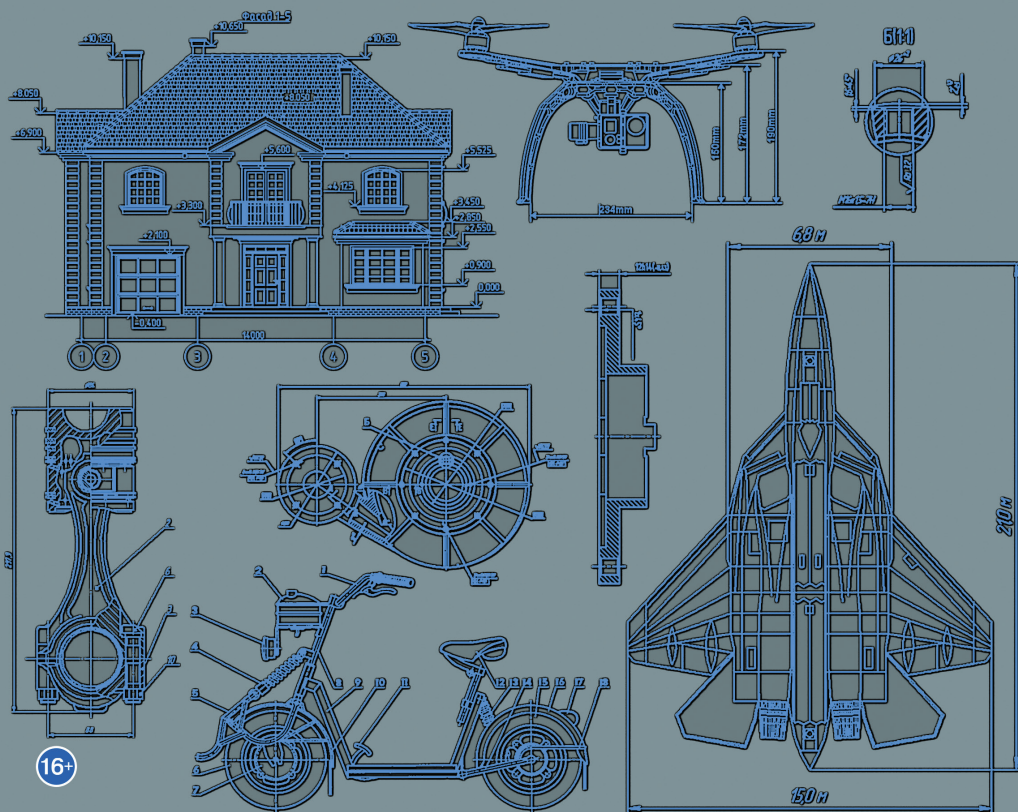


ТЕХНОЛОГИИ

ТЕХНИКА

ИНЖЕНЕРИЯ

международный научный журнал



ТЕХНИКА ТЕХНОЛОГИИ ИНЖЕНЕРИЯ

Международный научный журнал
№ 1 (15) / 2020

Издается с июня 2016 г.

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук

Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук

Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук

Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук

Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук

Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук

Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук

Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук

Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук

Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук

Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук

Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук

Международный редакционный совет:

- Айрян Зару Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетова Зейнегуль Рамазановна, доктор философии (PhD) по филологическим наукам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Кутлуг-Бек Бекмуратович, кандидат педагогических наук, декан (Узбекистан)
Кайгородов Иван Борисович, кандидат физико-математических наук (Бразилия)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Коптенок Е. В., Капчерина А. А., Пескова М. Ю., Лядов В. С., Дудлин А. Д.

Исследование эффективности способов работы с динамическими массивами 1

Коптенок Е. В., Лядов В. С., Пескова М. Ю., Капчерина А. А., Корж Б. А.

Эффективность различных способов работы с файлами в языках C/C++ 5

Коптенок Е. В., Савенко А. В., Трунников М. В., Сухарев Е. А., Маркелов К. Д., Фомин И. И.

Разработка сервиса для автоматизированного создания виртуальных панорамных туров по локациям средствами Yandex Maps API 9

Коптенок Е. В., Сухарев Е. А., Савенко А. В., Трунников М. В., Лагерева Н. В.

Исследование эффективности способов написания SQL запросов с использованием CTE и подзапросов 13

Коптенок Е. В., Трунников М. В., Сухарев Е. А., Савенко А. В., Маркелов К. Д.

Исследование эффективности способов представления двумерных массивов и методов индексации в них 18

АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Ковальчук В. В., Бурзун М. С.

Информационное обеспечение морских навигационных систем 23

ЭНЕРГЕТИКА

Махортов И. Р.

Роль применения теплоутилизатора в повышении эффективности КПД газовой котельной 27

Юсупов Д. Т., Юсупов Т. А., Юсупова Ф. Т.

Влияние различных видов примесей на эксплуатационные характеристики масел силовых трансформаторов..... 34

ИНФОРМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА

Исследование эффективности способов работы с динамическими массивами

Коптенко Елизавета Викторовна, ассистент;
Капчерина Алина Алексеевна, студент;
Пескова Марина Юрьевна, студент;
Лядов Вячеслав Сергеевич, студент;
Дудлин Андрей Дмитриевич, студент
Брянский государственный технический университет

При работе с массивами часто возникает ситуация, когда количество элементов заранее неизвестно. Именно в таких случаях используют динамические массивы. При создании массива выделяется участок памяти, дальнейшая работа с массивом происходит через указатель на этот участок памяти.

В основном для работы с динамическими массивами используются обычные указатели, но иногда возникают ситуации, в которых их использование неэффективно. Такое часто случается из-за того, что обычный указатель не имеет встроенного механизма самостоятельной отчистки памяти, что приводит к ее утечке. Для решения этой проблемы можно использовать умные указатели.

Умный указатель — это класс, предназначенный для управления динамически выделенной памятью и обеспечения освобождения выделенной памяти при выходе объекта этого класса из области видимости. Стандартная библиотека в C++11 имеет 4 класса умных указателей:

- `std::auto_ptr` (удалён в C++17);
- `std::unique_ptr`;
- `std::shared_ptr`;
- `std::weak_ptr`.

Указателем на уникальный объект является `std::unique_ptr`, а `std::shared_ptr` и `std::weak_ptr` — указатели на объекты, которыми могут владеть сразу несколько объектов.

Цель данной статьи — выяснить, оказывает ли влияние на скорость выполнения алгоритма использование умных указателей. Сравнение проводилось на следующих алгоритмах:

1. поиск минимального элемента;
2. обмен местами соседних элементов;
3. умножение отрицательных элементов на 10;
4. циклический сдвиг на 5 позиций.

Использовались: обычный указатель, `std::unique_ptr` и `std::shared_ptr`. Для каждого из них был создан массив из 100000 случайных чисел. Выполнялись многократные замеры времени выполнения алгоритмов и вычислялось их среднее значение. В таблице 1 представлено, сколько секунд выполнялся каждый алгоритм в зависимости от типа указателя.

Таблица 1

Среднее время выполнения алгоритмов для 100000 элементов

Тип указателя	Среднее время в секундах			
	Поиск минимума	Обмен соседних элементов	Умножение отрицательных элементов на 10	Циклический сдвиг
Обычный	0.0004	0.0009	0.0011	0.0023
Умный уникальный	0.0174	0.0625	0.0258	0.1532
Умный неуникальный	0.0101	0.0382	0.0187	0.0791

По диаграмме (рис. 1) видно, что по времени наиболее эффективно использование обычных указателей. Умный неуникальный указатель менее эффективен, чем обычный, но более эффективен, чем умный уникальный указатель. Также можно заметить, что применение умных указателей при поиске минимума или умножении отрицательных элементов на число занимает в обоих случаях примерно одинаковое время, но умный неуникальный указатель все равно оказывается выгоднее.

Аналогичный эксперимент проведен для массива из 1000000 элементов. Результаты представлены в табл. 2. и на диаграмме (рис. 2).

Диаграммы на рис. 1 и рис. 2. иллюстрируют одинаковую зависимость, следовательно, эффективность использования рассмотренных типов указателей аналогична предыдущему случаю.

Таким образом, можно сделать вывод: наиболее эффективным по времени для данных алгоритмов оказалось использование обычных указателей, наименьшей эффективностью обладают умные уникальные указатели, а умные неуникальные указатели имеют преимущество перед уникальными, но проигрывают обычным указателям.

Таблица 2

Среднее время выполнения алгоритмов для 100000 элементов

Тип указателя	Среднее время в секундах			
	Поиск минимума	Обмен соседних элементов	Умножение отрицательных элементов на 10	Циклический сдвиг
Обычный	0.0041	0.0076	0.0104	0.0282
Умный уникальный	0.1764	0.6594	0.2319	1.7386
Умный неуникальный	0.094	0.3377	0.1386	0.8397

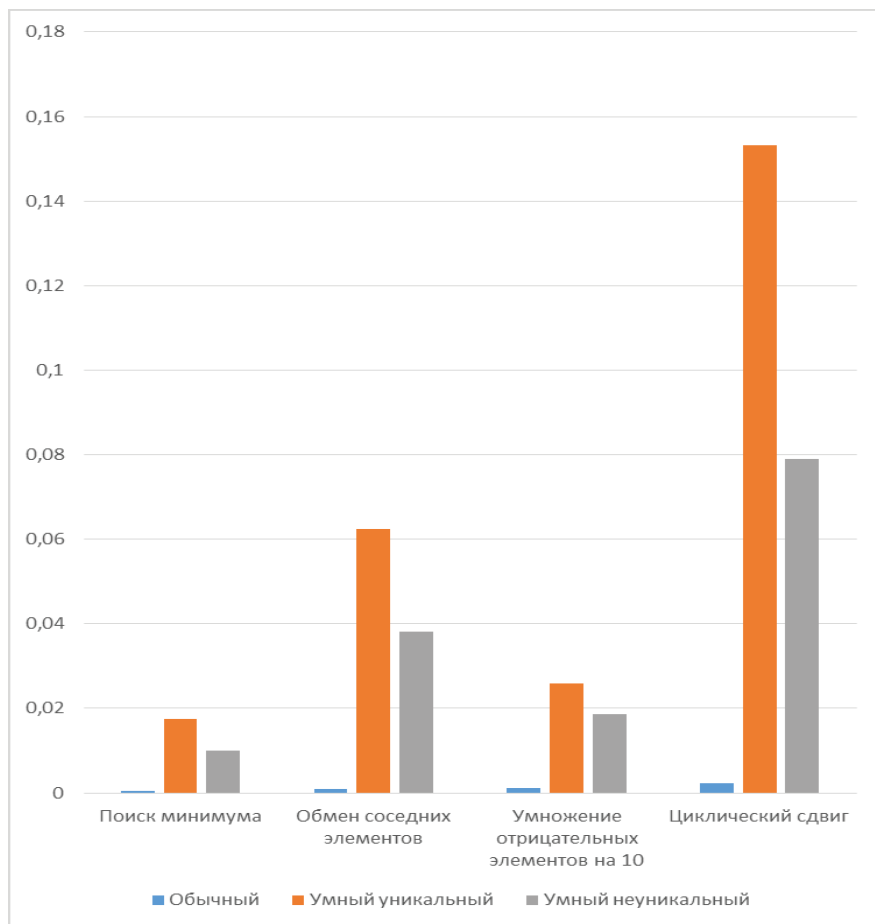


Рис. 1. Среднее время выполнения алгоритмов для 100000 элементов

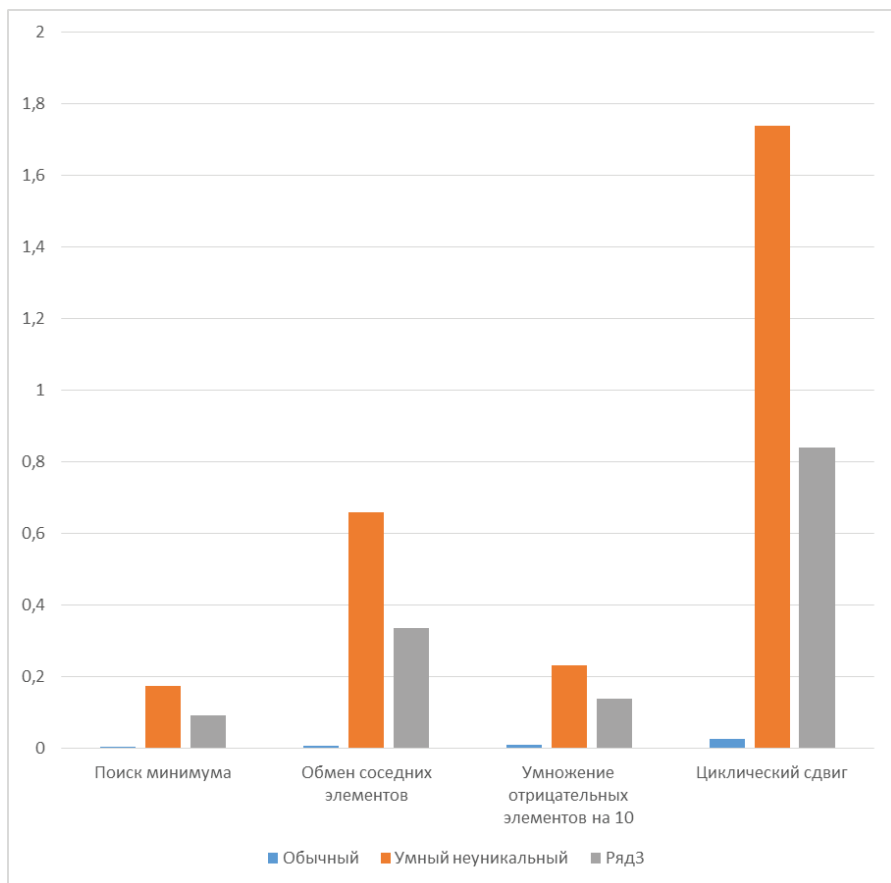


Рис. 2. Среднее время выполнения алгоритмов для 1000000 элементов

Литература:

1. Интеллектуальные указатели (современный C++) [Электронный ресурс]. — <https://docs.microsoft.com/ru-ru/cpp/cpp/smart-pointers-modern-cpp?view=vs-2019>
2. Массивы (C++) [Электронный ресурс]. — <https://docs.microsoft.com/ru-ru/cpp/cpp/arrays-cpp?view=vs-2017>
3. Павловская, Т.А. П12 С#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2009. — 432 с: ил.

Эффективность различных способов работы с файлами в языках C/C++

Коптенюк Елизавета Викторовна, ассистент;
Лядов Вячеслав Сергеевич, студент;
Пескова Марина Юрьевна, студент;
Капчерина Алина Алексеевна, студент;
Корж Богдан Андреевич, студент
Брянский государственный технический университет

Главный объект, с которым работает любой компьютер — информация. Как и человек, компьютер обрабатывает разного рода информацию: текст, графику, звук, видео и т. д. Одним из способов хранения и обработки информации на компьютере является использование файлов. Файл представляет собой последовательный набор данных, хранящийся на каком-либо физическом устройстве и имеющий имя и расширение. Работа с файлами реализуется средствами самой операционной системой. Операционная система предоставляет приложениям набор некоторых функций, благодаря которым организуется работа с файлами. На файловую систему накладываются определённые ограничения самой операционной системой. С точки зрения API, файл представляется как объект, по отношению к которому применяются функции API. На уровне API не важно, существует ли файл, как объект файловой системы или как устройство ввода-вывода. Расширение файла предназначено для однозначного определения типа файлового объекта.

Наиболее распространённые расширения:

- Текстовый документ: txt;
- Форматированный текстовый документ: rtx, rtf, pdf, doc, docm;
- Электронные таблицы: xls,xlsx, xlsx, ods;
- Графика: jpg, jpeg, gif, png;
- Видео: mpeg 263, avi;
- Архив: rar, zip, tg;
- Исполняемые файлы: exe, cmd, bat;

Как для пользователей, так и для разработчиков файл является одним из лучших способов хранения и обработки данных при разработке программного обеспечения. В этой статье мы рассмотрим несколько способов работы с файлами в таких языках программирования C/C++, а также проверим их эффективность.

Перед тем, как перейти к тому, какими же средствами в языках программирования C/C++ реализованы способы работы с файлами, стоит заметить, что существует два основных способа хранения в файлах, в виде:

- Текстовых файлов;
- Бинарных файлов;

Текстовый файл — является своим родом компьютерного файла, который структурирован как последовательность строк из электронного текста.

Преимущества:

— Универсальность — любая операционная система может прочитать файл, особенно если речь идет об однобайтных кодировках, которые не подвержены проблеме, характерной для других форматов файлов.

— Формат текстового файла простой, и он свободно может быть изменён обычным редактором текста, который в свою очередь есть в любом ОС.

Недостатки:

— У текстовых файлов, имеющих большой объём, низкая информационная энтропия — эти файлы занимают больше места, нежели чем минимально необходимо.

— Некоторые операции производимыми над текстовыми файлами малоэффективны. К примеру, если в файле встретится число, вычислительная система до начала операций с ним должна будет перевести его в собственный внутренний формат, применив сравнительно сложную процедуру преобразования числа; чтобы перейти на 1000-ю строку, требуется пройти 999 строк, идущих до нее.

Двоичный (бинарный) файл — в широком смысле представляет собой набор последовательных произвольных байтов.

В узком смысле слова: двоичные файлы — противопоставляются текстовым файлам. При этом, если говорить о технической реализации на уровне аппаратного обеспечения, текстовые файлы являются частным случаем двоичных файлов, и следовательно, можно сказать, что абсолютно любой файл является «двоичным»

Целью данной статьи является выяснить производительность различных способов работы с файлами. В качестве способов обработки файлов рассматривались:

— Функции заголовочного файла стандартной библиотеки языка C, для файлового ввода и вывода.

— Потокосые классы языка C++: `ifstream` и `ofstream`.

В качестве способов хранения выступали текстовые и бинарные файлы.

Для проверки эффективности каждого способа обработки были получены значения времени, за которое происходит считывание и сохранение данных в файл. В качестве данных выступал массив структур, размерностью 1000 эле-

ментов, хранящий запись вида: «Строка, целое число, вещественное число». Эксперименты, обсуждаемые в данной статье, проходили на ноутбуке (модель Intel Core i5 CPU P8300, 2.4*4 Ghz), работающий на Windows 10. Размер оперативной памяти 8 Гб. Для каждого способа эксперимент повторялся 20 раз, и учитывался средний показатель.

Таблица 1

Значение времени, за которое произошло считывание данных из файлов.
ms – миллисекунды

	Текстовый файл	Бинарный файл
Стандартная библиотека языка C	3 ms	1 ms
Потоковые классы: ifstream, ofstream	8 ms	7 ms

Таблица 2

Значение времени, за которое произошла запись данных в файлы.
ms – миллисекунды

	Текстовый файл	Бинарный файл
Стандартная библиотека языка C	3 ms	1 ms
Потоковые классы: ifstream, ofstream	13 ms	12 ms

Время на выполнение операций

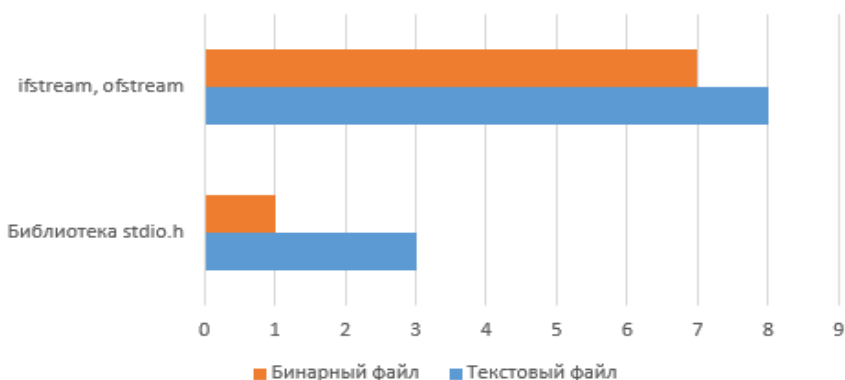


Рис. 1. Время, затраченное на считывание данных из файла

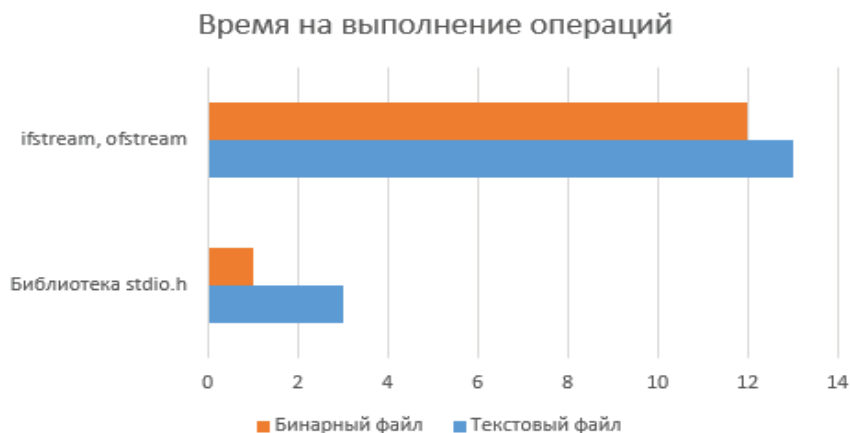


Рис. 2. Время, затраченное на запись данных в файл

Вывод:

Наиболее оптимальной по времени оказалась работа стандартной библиотеки языка C. Исследование показывает, что наилучшую скорость работы обеспечивают средства стандартной библиотеки языка C, описанные в заголовочном файле `stdio.h` при взаимодействии с бинарными файлами. Наихудший результат показывает работа с текстовыми файлами, средствами потоковых классов, описываемые в стандартной библиотеке C++: `ifstream` и `ofstream`.

Литература:

1. Страуструп, Б. Язык программирования C++ / Б. Страуструп. — М.: Радио и связь, 2011. — 350 с.
2. Керниган, Б. Язык программирования C. / Б. Керниган, Д. М. Ритчи. — М.: Вильямс, 2016. — 288 с.

Разработка сервиса для автоматизированного создания виртуальных панорамных туров по локациям средствами Yandex Maps API

Коптенко Елизавета Викторовна, ассистент;
Савенко Арсений Витальевич, студент;
Трунников Максим Владиславович, студент;
Сухарев Евгений Александрович, студент
Брянский государственный технический университет

Маркелов Константин Дмитриевич, студент
МИРЭА – Российский технологический университет (г. Москва)

Фомин Илья Игоревич, студент
Брянский государственный технический университет

На сегодняшний день в интернете существуют различные сервисы, предоставляющие возможность просматривать и взаимодействовать с панорамными снимками. Самые распространенные сервисы компаний Яндекс и Google используют эту технологию для отображения панорамных снимков с улиц с возможностью перехода между соседними снимками внутри плеера панорам. Подобное решение достигается с помощью камер, установленных на автомобилях компаний и GPS маяков для размещения снимка. Процесс создания панорам в этих сервисах автоматизирован и не применим для интерьеров, а также мест, куда специальный автомобиль не имеет доступа.

Однако подобные сервисы существуют и для интерьеров, предоставляя возможность посмотреть в формате панорамы интерьер какого-либо здания или помещения. Например, компания Google предоставила доступ к виртуальной экскурсии по МКС. Также существует сервис, позволяющий отправиться в виртуальный тур по автомузеям.

Подобные сервисы имеют большую актуальность, так как позволяют имитировать посещение отснятых мест. Это удобно, например, если человек не имеет физической возможности посетить место, либо место закрыто на реконструкцию, а также частично историческую ценность в будущем.

Таким образом идея сервиса, который бы позволял загружать и управлять собственными панорамами, достаточно актуальна. Проблема заключается в том, что существующие сервисы так или иначе ограничены. Некоторые предоставляют доступ на платной основе, либо позволяют загрузить лишь один несвязанный панорамный снимок, либо связи между снимками нужно корректи-

ровать вручную, что увеличивает сложность и время обработки с увеличением количества снимков.

Возникла идея реализовать сервис, который бы на основе исходных снимков и некоторой метаинформации позволял условно в один клик создавать виртуальные туры. Такой сервис мог бы использоваться кроме упомянутых вариантов также и в образовательных целях, например, для организации виртуальных туров для больших групп учащихся.

Для разработки подобного сервиса необходима технология размещения панорамных снимков на сайте. Для проекта был использован Yandex Maps API, который предоставляет возможность на бесплатной основе размещать виджеты карты и плееры панорам, создавать пользовательские объекты внутри них, а также использовать собственные изображения карт и панорам.

Для размещения снимков с помощью данного API требуется предварительная обработка фотографий и изображений карты, а именно нарезка на так называемые тайлы и именование их особым образом. Для этих целей был использован многофункциональный набор инструментов для редактирования мультимедийных изображений ImageMagick.

Для получения и обработки метаинформации панорамных снимков были написаны скрипты на языке Python³, который предоставляет широкий и необходимый функционал для написания как полноценных программ, так и командных файлов.

Серверная часть сервиса реализована на языке PHP. Сервис предоставляет пользователю простой личный кабинет, в котором он может загружать, просматривать уже загруженные и удалять коллекции панорам (рис. 1.).

Для корректной работы сервиса пользователь должен упаковать исходные данные особым образом и дождаться загрузки на сервер. Если все данные корректны, сервис автоматически расставит переходы между снимками, разрежет и разместит панорамы на сервере.

Выходными данными сервера также является файл данных коллекции панорам, который хранит описание каждого панорамного снимка и связанных с ним переходов и маркеров на языке JavaScript, так как API Яндекса использует именно его. Загруженную коллекцию пользователь может просмотреть по созданной ссылке, которую можно увидеть в личном кабинете. Все панорамы связаны между собой, а на виджете карты отображается пользовательская карта, а также маркер текущей панорамы. Пример панорамы представлен на рис. 2.

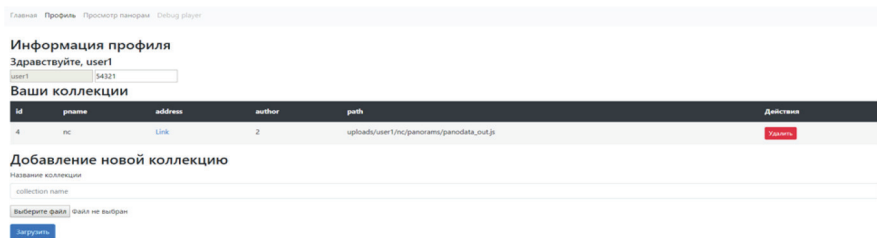


Рис. 1. Страница «Профиль»

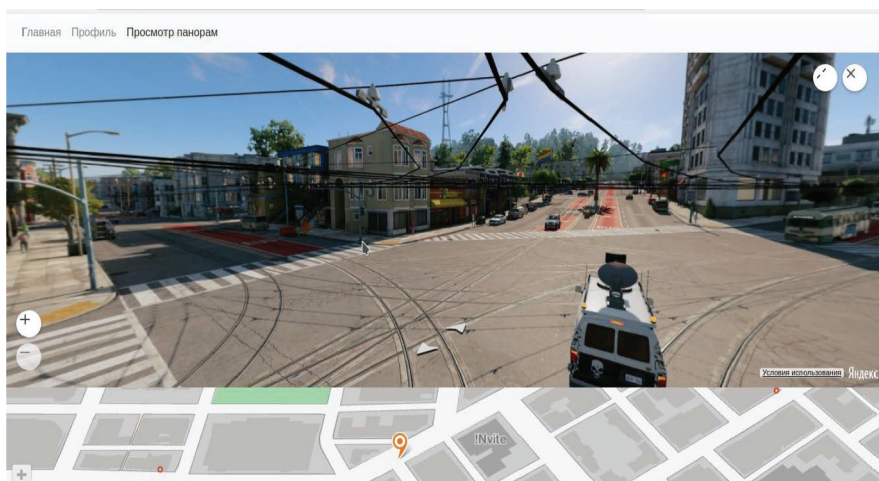


Рис. 2. Пример применения для несуществующих в реальности локаций из игры

Структура базы данных для хранения информации о пользователях и панорамах представлена на рис. 3. Она довольно проста, что обусловлено тем, что основная информация о панорамах хранится на сервисах Яндекс.



Рис. 3. База данных

Иерархия классов серверной части представлена на рис. 4.

Имя	Размер
image_scripts	5 объектов
create_js.py	5,8 КиБ
>_create_map_tiles.sh	544 Б
>_create_panorams.sh	722 Б
hq.jpg	15,0 МиБ
validate.py	391 Б
uploads	2 объекта
admin	5 объектов
3pic	3 объекта
map_tiles	40 объектов
panorams	7 объектов
minimap.jpg	303,4 КиБ
c1	3 объекта
t1	3 объекта
test3	3 объекта
test4	2 объекта
user1	7 объектов
custom_map.js	7,5 КиБ
delete_entry.php	388 Б
functions.php	10,7 КиБ
index.php	4,9 КиБ
load_pano_data.php	186 Б
pano_db.php	3,9 КиБ
pano_viewer.php	2,5 КиБ
panorama_custom.js	45,4 КиБ
style.css	264 Б
user_profile.php	8,7 КиБ

Рис. 4. Иерархия файлов

В будущем можно расширять функционал редактирования коллекций, например, реализовать возможность добавлять пользовательские маркеры на панорамы или вручную редактировать переходы между ними. Также можно протестировать иные сервисы для отображения панорамных снимков для нахождения наиболее удобных и оптимизированных вариантов. В качестве другого направления развития сервиса можно реализовать генерацию выходного

комплекта файлов для размещения получившейся коллекции панорам на собственном сервере пользователя.

Литература:

1. Документация Яндекс API. Справочник JavaScript API — режим доступа: <https://tech.yandex.ru/maps/jsapi/doc/2.1/ref/concepts/About-docpage/>
2. Документация Яндекс API. Карта — режим доступа: <https://tech.yandex.ru/maps/jsbox/2.1/>
3. Документация Яндекс API. Создание своей панорамы — режим доступа: https://tech.yandex.ru/maps/jsbox/2.1/panorama_custom
4. Документация Яндекс API. Добавление маркеров — режим доступа: https://tech.yandex.ru/maps/jsbox/2.1/panorama_with_markers
5. Документация Яндекс API. Создание переходов — режим доступа: https://tech.yandex.ru/maps/jsbox/2.1/panorama_with_connections
6. Документация Яндекс API. Создание ивентов — режим доступа: https://tech.yandex.ru/maps/jsbox/2.1/panorama_events
7. API Яндекс. Панорам: как сделать свою виртуальную прогулку или просто довести человека от метро — режим доступа: <https://habr.com/ru/company/yandex/blog/305846/>

Исследование эффективности способов написания SQL запросов с использованием CTE и подзапросов

Коптенко Елизавета Викторовна, ассистент;
Сухарев Евгений Александрович, студент;
Савенко Арсений Витальевич, студент;
Трунников Максим Владиславович, студент;
Лагерева Наталья Валерьевна, преподаватель
Брянский государственный технический университет

Любая база данных существует для хранения данных и предоставления доступа к этим данным пользователю. Информацию из базы пользователь получает с помощью запроса.

Запрос — средство поиска данных в базе из одной или нескольких таблиц по определенному пользовательскому условию.

Вложенный запрос — это запрос, который используется внутри другой запроса.

Чтобы улучшить читабельность запросов, включающих в себя подзапросы, применяются **обобщенные табличные выражения** или **common table expression** — **CTE**.

```
[WITH <common_table_expression> [...n]]
```

```
<common_table_expression>::=
    expression_name [(column_name [...n])]
    AS
    (CTE_query_definition)
```

После объявления CTE может применяться в тех же секциях, что и вложенные запросы (SELECT, FROM, WHERE, JOIN).

В результате выполнения обобщенного табличного выражения создается временная таблица, к которой можно выполнять другие запросы.

Использование CTE позволяет выполнять рекурсивные запросы, что может быть также удобно при работе с базой данных.

Целью работы является выяснить, влияет ли использование CTE на время выполнения запроса.

Для проведения исследования будет использована база данных, таблицы которой содержат не менее 1000000 записей. Будет учитываться усредненное время многократного выполнения аналогичных запросов без применения и с применением CTE.

Диаграмма базы данных база данных представлена на рис. 1.

Исследуется время выполнения следующих запросов:

1. Фамилии всех директоров и школьников, связанных с олимпиадами по самому популярному предмету.
2. Список всех школ, учащиеся которых заняли первое место.
3. Вывести все предметы, по которым не проводились олимпиады.
4. Призеров районных олимпиад из школ, в которых меньше 20 учеников.

Для примера на рис. 2 и рис. 3. приведены листинги первого запроса с использованием и без использования обобщенных табличных выражений.

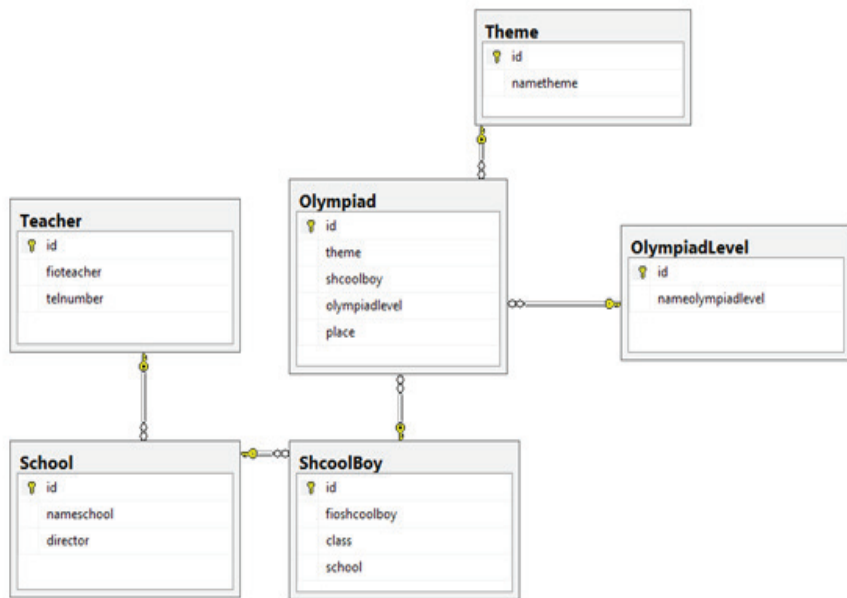


Рис. 1. ER-диаграмма базы данных

```

WITH cte1 (Theme, pop) as
(
  SELECT
    TOP(1) theme
    , count(0) as pop
  FROM
    Olympiad GROUP BY
    Theme ORDER BY pop DESC)

SELECT DISTINCT
  fioshcoolboy
  , 'Ученик'
FROM
  ShcoolBoy
  , Olympiad
WHERE shcoolboy = ShcoolBoy.id AND theme = (SELECT theme FROM cte1)
UNION
SELECT DISTINCT
  fioteacher
  , 'Директор'
FROM
  Teacher
  , School
  , ShcoolBoy
  , Olympiad
WHERE shcoolboy = ShcoolBoy.id and theme = (SELECT theme FROM cte1) and school = School.id and director = Teacher.id

```

Рис. 2. Первый запрос с применением CTE

```

SELECT DISTINCT
    fioshcoolboy
    , 'Ученик'
FROM
    ShcoolBoy
    ,Olympiad
WHERE shcoolboy = ShcoolBoy.id AND theme = (
    SELECT
        theme
    FROM
        (SELECT
            TOP(1) theme
            , count(0) as pop
        FROM
            Olympiad
        GROUP BY
            Theme ORDER BY pop DESC)as tab11)
UNION
SELECT DISTINCT
    fioteacher
    , 'Директор'
FROM
    Teacher
    ,School
    ,ShcoolBoy
    ,Olympiad
WHERE shcoolboy = ShcoolBoy.id and theme =
    (SELECT
        theme
    FROM
        (SELECT
            TOP(1) theme
            ,count(0) as pop
        FROM
            Olympiad
        GROUP BY
            Theme ORDER BY pop DESC) as tab12) and school = School.id and director = Teacher.id

```

Рис. 3. Первый запрос без применения СТЕ

Результаты усредненного измерения времени запросов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты

№ запроса	Без использования СТЕ, мс	С использованием СТЕ, мс
1	86	98
2	90	100
3	40	45
4	516	550
Среднее	183	198.25

Визуально время выполнения запросов представлено на рис. 4.

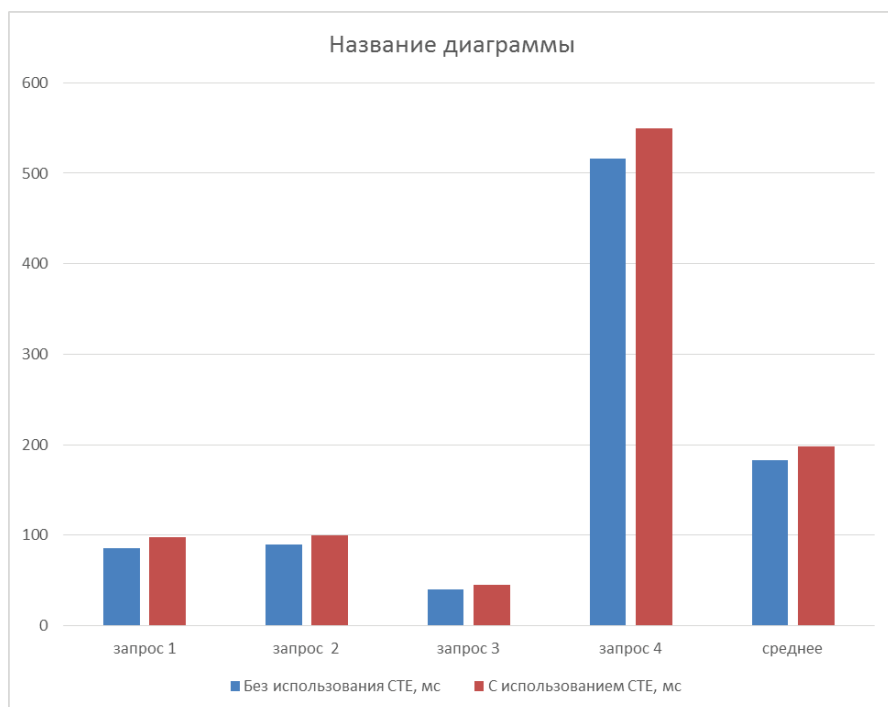


Рис. 4. Время выполнения запросов

Определить, насколько процентов в среднем выполнение запроса без CTE быстрее, чем с ним, можно следующим образом:

$$(98 - 8698 * 100\% + 100 - 90100 * 100\% + 45 - 4045 * 100\% + 550 - 516550 * 100\%) / 4 = 9,84\%$$

Таким образом, по результатам проведенных тестов, в среднем, применение CTE увеличивает время выполнения запроса на 9,84%. Таким образом, применение CTE упрощает читаемость запроса, но незначительно увеличивает время его выполнения.

Литература:

1. Язык запросов SQL [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://sql-language.ru/>
2. Вложенные запросы (SQL Server) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/relational-databases/performance/>

3. WITH обобщенное_табличное_выражение (Transact-SQL) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/sql/t-sql/queries/with-common-table-expression-transact>

Исследование эффективности способов представления двумерных массивов и методов индексации в них

Коптенок Елизавета Викторовна, ассистент;
Трунников Максим Владиславович, студент;
Сухарев Евгений Александрович, студент;
Савенко Арсений Витальевич, студент
Брянский государственный технический университет

Маркелов Константин Дмитриевич, студент
МИРЭА – Российский технологический университет (г. Москва)

При программной реализации алгоритмов часто возникает необходимость хранения больших блоков однотипных данных. Для этой цели применяются массивы. Для хранения данных в табличном формате применяются двумерные массивы.

Массив — упорядоченное множество элементов одного типа, примитивного или ссылочного.

Двумерный массив — массив, элементами которого являются другие массивы; массив массивов.

Двумерные массивы можно представить следующими способами:

1. статический двумерный массив;
2. динамический одномерный массив (элементы строк располагаются друг за другом последовательно);
3. динамический двумерный массив (создается массив указателей, каждый элемент которого содержит адрес отдельной строки).

Статический массив предполагает работу с фиксированным количеством элементов. Память для его хранения выделяется на этапе входа в область видимости. **Динамические массивы** предполагают программное выделение памяти в процессе выполнения программы и позволяют изменять размерность в течение работы программы.

Для доступа к элементу массива необходимо указать его номер, для двумерного массива — номера строки и столбца элемента.

Индексация двумерных массивов — механизм доступа к данным массива с помощью двух выражений, значения которых определяют положение элемента в массиве.

Как правило, доступ к элементам двумерного массива осуществляется с помощью механизмов вложенных циклов. Во внешнем цикле перебирается индекс строки. Для каждого номера строки во вложенных циклах перебираются все номера столбцов. Индексация может выполняться и наоборот — сначала перебираются номера столбцов, затем строки.

Индексация двумерных массивов бывает двух видов:

1. индексация сначала по «строке», потом по «столбцу» (во внешнем цикле перебираются номера строк, во вложенном — столбцов);
2. индексация сначала по «столбцу», потом по «строке» (наоборот, во внешнем цикле перебираются номера столбцов, во вложенном — строк).

От способов представления и способов индексации зависит эффективность работы алгоритмов, использующих двумерные массивы. Основная цель работы: исследовать эффективность способов представления двумерных массивов и методов индексации в них.

Для проведения исследования выполнены следующие действия:

1. создание трех двумерных массивов целых чисел 10000 на 10000 элементов для каждого из способов представления;
2. заполнение каждого из массивов случайными числами;
3. для каждого способа представления и каждого метода индексации выполнение неоднократных замеров времени выполнения нескольких алгоритмов;
4. замеры для каждого алгоритма производятся 10 раз, после чего берется среднее время работы;
5. анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Для выполнения исследования будут реализованы следующие алгоритмы на двумерных массивах:

1. Поиск минимального элемента. Алгоритм включает в себя условную операцию сравнения для каждого элемента.
2. Нахождение количества четных элементов. Алгоритм включает в себя условную операцию проверки элемента на четность (остаток от деления на 2 равен нулю).
3. Обмен соседних столбцов попарно местами. Алгоритм включает в себя обмен значений соседних элементов попарно местами с использованием третьей (вспомогательной) переменной.

В результате исследования была создана программа, производящая необходимые расчеты времени работы вышеперечисленных алгоритмов для всех способов индексации и вариантов представления массивов.

Среднее время выполнения алгоритмов для каждого способа представления двумерного массива и каждого способа индексации в нем представлено на рис. 1. Диаграммы, иллюстрирующие время выполнения алгоритмов для каждого из способов индексации, представлены на рис. 2 и рис. 3.

Индексация: строка-столбец			
Тип массива	Поиск минимума	Подсчет четных	Смена столбцов
Статический двумерный	0,0022149	0,0064331	0,0008244
Динамический одномерный	0,0021229	0,006887	0,0008836
Динамический двумерный	0,0015615	0,0069762	0,0015122
Индексация: столбец-строка			
Тип массива	Поиск минимума	Подсчет четных	Смена столбцов
Статический двумерный	0,0030429	0,0090718	0,0011763
Динамический одномерный	0,0028548	0,0093507	0,0013178
Динамический двумерный	0,0073515	0,0126167	0,0019985

Рис. 1. Время выполнения алгоритмов

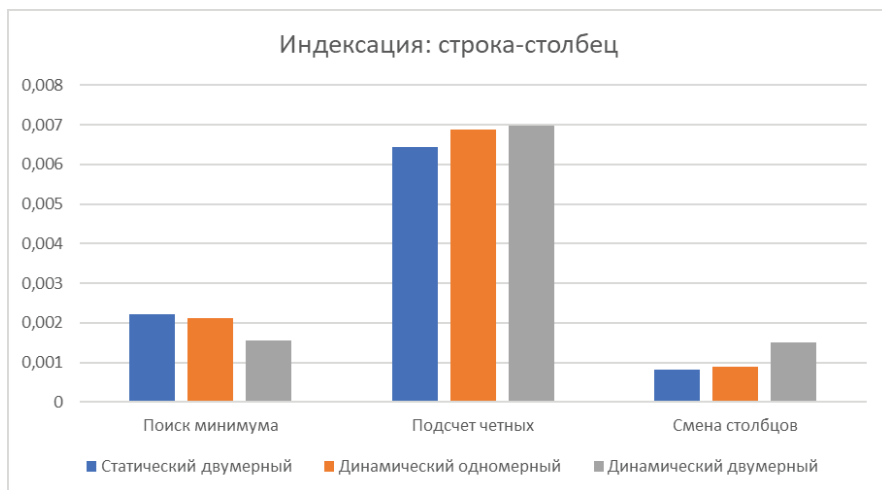


Рис. 2. Время выполнения алгоритмов при индексации «строка-столбец»

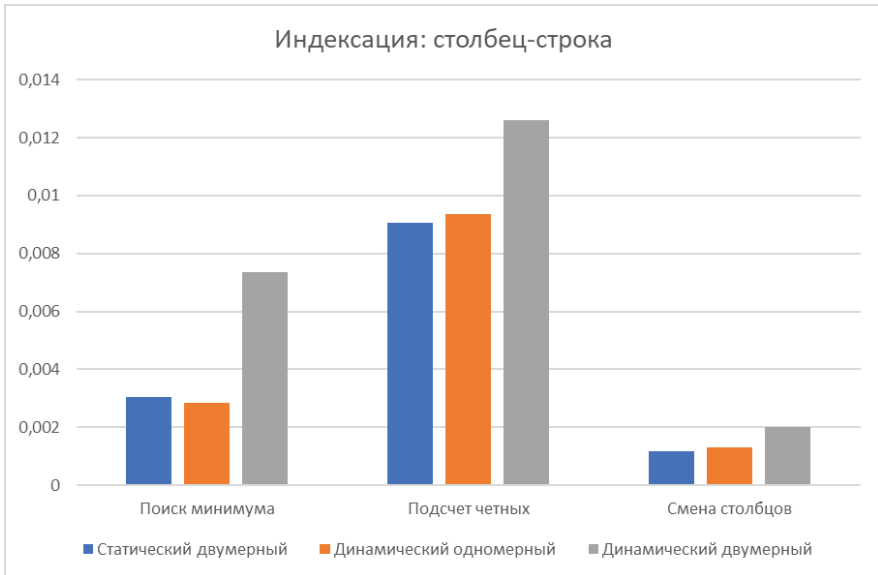


Рис. 3. Время выполнения алгоритмов при индексации «столбец-строка»

В результате проведенного эксперимента были сделаны следующие выводы:

1. Для оптимального поиска минимального элемента следует использовать динамический двумерный массив с индексацией строка-столбец.

2. Минимальное время подсчета количества четных элементов в массиве обеспечивает использование статического двумерного массива с индексацией строка-столбец.

3. Для наиболее быстрой смены соседних столбцов попарно следует использовать статический двумерный массив с индексацией строка-столбец.

Таким образом, самым оптимальным и универсальным решением будет использование одномерного динамического массива с индексацией строка-столбец, т. к. в этом случае временные показатели незначительно превышают показатели с использованием статического массива, но при этом есть возможность динамического расширения памяти.

Литература:

1. Массивы (C++) [Электронный ресурс]. — <https://docs.microsoft.com/ru-ru/cpp/cpp/arrays-cpp?view=vs-2017>

2. Павловская, Т.А. П12 С#. Программирование на языке высокого уровня. Учебник для вузов. — СПб.: Питер, 2009. — 432 с: ил.
3. Страуструп, Б. Язык программирования С++ / Б. Страуструп. — М.: Радио и связь, 2011. — 350 с.
4. Керниган, Б. Язык программирования С. / Б. Керниган, Д. М. Ритчи. — М.: Вильямс, 2016. — 288 с.

АВТОМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Информационное обеспечение морских навигационных систем

Ковальчук Владимир Васильевич, доктор технических наук, доцент;
Бурзун Марина Сергеевна, аспирант
Мурманский государственный технический университет

В статье авторы описывают информационное обеспечение навигационных систем морских судов. Рассматривают основные процессы обработки информации о внешней среде.

Ключевые слова: *внешняя среда, данные, информационное обеспечение, навигационная система, процесс обработки.*

Информационное обеспечение навигационной системы включает информацию, необходимую для безопасной проводки судна: справочную информацию, сведения из морских пособий, данные, полученные от внешних источников и средства для выбора методов ввода, вывода, упорядочивания и изменения информации. Следует добавить корректуры карт, системы кодирования, раскодирования, сжатия и конвертации информации. Данные хранятся в памяти системы в виде информационных массивов (баз данных и иных структурированных наборов).

Информационное обеспечение — это совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объемам, размещению и формам существования информации, применяемым в автоматизированной системе при ее функционировании [1, с. 32].

Обработка информации в навигационной системе осуществляется программными средствами, установленными на техническом оборудовании судна. Проектирование навигационных систем отвечает требованиям всех видов без-

опасности — при эксплуатации судна не должно произойти аварийных случаев из-за отказов судовых технических средств, элементов корпуса судна, программных средств и информационного обеспечения.

Техническое обеспечение — совокупность всех технических средств, используемых при функционировании навигационной системы (оборудование навигационной системы, передающее сигналы в главный модуль системы).

Программное обеспечение (ПО) — совокупность программ на носителях данных и программных документов, предназначенных для отладки, функционирования и проверки работоспособности системы [2, с. 8].

Информационное обеспечение системы морского судна представлено на рис. 1.

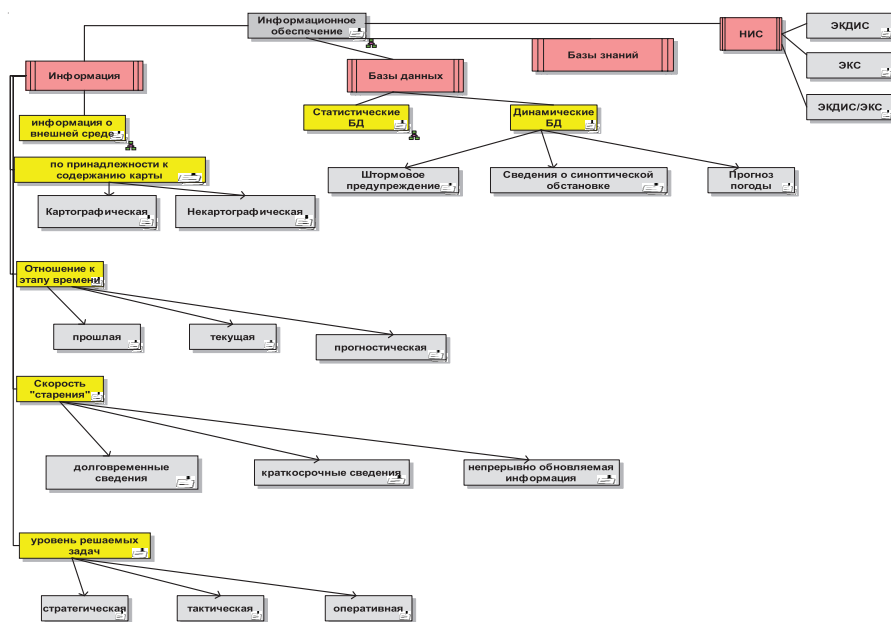


Рис. 1. Информационное обеспечение навигационной системы

Для управления процессами на судне, обязательно необходимы следующие сведения:

1) цель управления и описание ее достижения (правила, наставления, руководящие документы), с особенностями движения судов данных климатических условиях;

2) система управления с необходимыми параметрами (данные о состоянии судна, механизмов и оборудования, сведения о маневренных и мореходных ка-

чествах судна, информацию об установленных путях движения, о видах районов плавания, о системах судовых сообщений и службах движения судов, о мерах по защите морской среды, данные о визуальных и радиотехнических средствах);

3) информация о внешней среде (сведения о навигационных и гидрометеорологических условиях, сведения о портах, данные о текущей погоде и прогноз, данные о текущем положении судна), с учетом информации, поступающей из наземных систем ведения движения морских судов (рис. 2.).

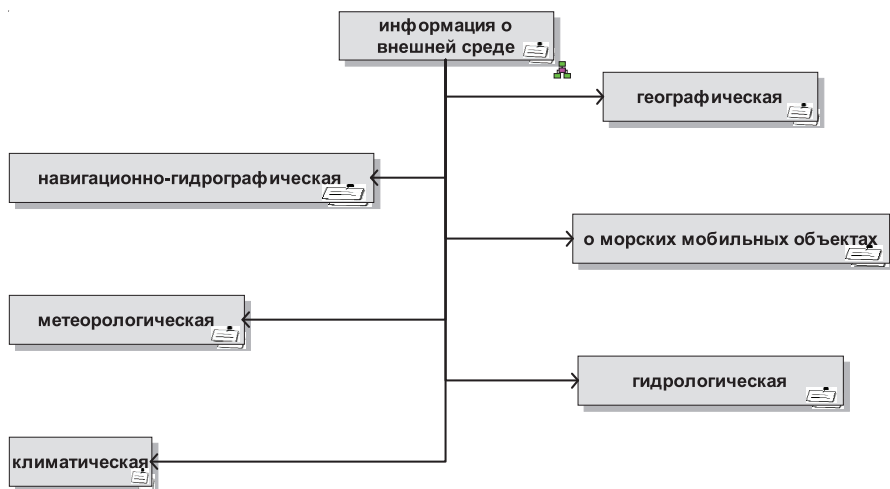


Рис. 2. Информация о внешней среде

Системы обеспечивают безопасность не только судна, но и окружающих объектов (другие суда, портовые сооружения) или предотвращает столкновение с объектами (льдины, затонувшие объекты).

Для регистрации информации о движении судов в море используют разного вида системы: системы регистрации связи, системы записи переговоров, комбинированные системы наблюдения.

Для безопасности движения судов в море и нахождения их в порту используют системы безопасности, которые оценивают интенсивность движения, районы повышенной экологической чувствительности и особенность инфраструктуры порта и окружающих объектов.

Дополнительно работают системы предупреждения и управления чрезвычайными ситуациями, которые отслеживают, выполняют оценку сил, необходимых для ликвидации ситуации, оценивают ход ситуации и последствия. Используют информацию с беспилотных летательных аппаратов, которые до-

полнительно ведут геологическую разведку, охрану объектов и мониторинг ледового покрытия [3, с. 24].

На рис. 3 представлены основные процессы обработки информации, необходимой для безопасной проводки судна.

Процессы обработки информации о внешней среде	
1.	Обработка важной в навигационном отношении информации (сбор, регистрация, хранение, анализ данных в НИС).
2.	Взаимодействие с береговыми системами (сбор, регистрация, хранение, анализ данных поступающих с буев и наземных станций).
3.	Прогнозирование элементов обстановки на определенный период времени (анализ полученных сведений со всех навигационных источников).
4.	Планирование пути (анализ данных и выбор контрольных точек пути следования).
5.	Оперативное ведение навигационных задач и ведение исполнительной прокладки (подробное изучение по лотциям и откорректированным картам района предстоящего перехода).
6.	Контроль достоверности информации (проверка достоверности баз данных).

Рис. 3. Процессы обработки информации о внешней среде

Информационные статичные базы хранятся в основном на жестких магнитных и компактных оптических дисках. Они содержат большой объем данных, нечувствительны к магнитным полям, выдерживают различные физические нагрузки.

Информация с внешних датчиков считается краткосрочной и хранится в динамических базах данных.

Поступление любой новой информации вызывает ответные действия со стороны экипажа судна и принятие новых решений. Навигационная система помогает вахтенному помощнику оперировать с информацией, необходимой для эффективной проводки судна из пункта отхода в порт назначения, и представляет ему результаты обработки в виде, облегчающем судовождение.

Литература:

1. Вагущенко, Л.Л. Современные информационные технологии в судовождении [Электронное учебное пособие] / Л.Л. Вагущенко — Одесса: ОНМА, 2013—135 с.
2. Гаврилов, В.С. Техническое обеспечение безопасности судов: Конспект лекций. Ч. 1. — СПб., ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2000. — 44 с, ил., табл.
3. Дубровский, А.В. Геоинформационные системы управления и навигации: учеб.-метод. Пособие / А.В. Дубровский. — Новосибирск: СГГА, 2013—96 с.

ЭНЕРГЕТИКА

Роль применения теплоутилизатора в повышении эффективности КПД газовой котельной

Махортов Игорь Романович, студент магистратуры;

Научный руководитель: Андриянов Алексей Михайлович, кандидат технических наук, доцент

Тюменский индустриальный университет

В статье автор пытается узнать, какую роль составляет применение теплоутилизатора в повышении эффективности КПД газовой котельной.

Ключевые слова: теплоутилизатор, КПД газовой котельной, газовая котельная, эффективность, экологичность, экономичность, котельная установка, глубокая утилизация теплоты.

В последнее время при проектировании тепловых станций наблюдается тенденция к использованию автономных теплогенерирующих агрегатов для систем отопления и горячего водоснабжения. Это повышает эффективность управления в работе, понижает трудоемкость, использование большого количества персонала и имеет другие преимущества [1, 2].

Но одной из важных проблем в проектировании тепловых станций, газовой котельной, в частности, является вопрос повышения эффективности работы котлов.

Максимальный коэффициент полезного действия (далее — КПД) нормального котельного агрегата, рассчитанный по более высокой (полной) теплотворной способности топлива, колеблется в пределах 78–85%. Удельные тепловые потери котельного агрегата, рассчитанные из более высокой (полной) теплотворной способности топлива, обычно составляют 15–22%, в том числе: — тепловые потери с уходящими дымовыми газами до 18%;

- потери, связанные с неполным сгоранием топлива-1–2%;
- потери в окружающую среду, связанные с несовершенством теплоизоляции — 2–3% [3, 4].

Для повышения эффективности систем отопления были разработаны и выпускаются промышленностью газовые котельные установки с оснащенными теплоутилизаторами. В основном, в качестве теплоутилизатора используется конденсационный теплообменник, который отводит дополнительное тепло от газов сгорания, охлаждая их и частично конденсируя водяной пар. Стоимость конденсационного газового агрегата такой же мощности в норме в 1,5–2 раза выше, чем обычного. Максимальная эффективность, заявленная производителями, достигает 97%. Однако поскольку охлаждение дымовых газов в конденсационных газовых агрегатах осуществляется обратным теплоносителем, то количество дополнительно отводимого тепла, а также общая производительность всей установки будут зависеть от температуры теплоносителя. Чем выше температура теплоносителя, поступающего из обратного трубопровода, тем выше КПД при прочих равных условиях. Температура обратного теплоносителя непостоянна. Она может изменяться в диапазоне от 22 до 60 °С и зависит от типа отопительной системы, режима работы и температуры окружающей среды. Управление системой отопления обычно зависит от погодных условий, т. е. температура теплоносителя, подаваемого в систему отопления, изменяется в зависимости от температуры окружающей среды. Следовательно, изменится и температура теплоносителя, поступающего из обратного трубопровода, а вместе с ней изменится и общая производительность котельного агрегата и всей системы в целом. В связи с этим заявленные производителями максимальные значения КПД таких котлов могут быть достигнуты не во всех режимах реальной эксплуатации [5–8].

Аналогичным способом, решением повышения эффективности работы котлов газовой котельной без оснащенных теплоутилизаторов, является объединение котла и теплоутилизационных устройств в единую замкнутую систему «котел — теплоутилизатор», позволяющую (производящую) глубокую утилизацию теплоты уходящих из котлов в окружающую среду продуктов сгорания газообразного топлива. Принципиальная схема «котел — теплоутилизатор» представлена ниже рисунке 1.

Повышение производительности теплогенерирующих систем вследствие максимальной утилизации теплоты и использования в схемах теплоснабжения является актуальным вопросом, решение которого обеспечит вероятность выработать продуктивные термические схемы и групповые промышленные поставления и в модульных газовых котельных [2, 9, 10].

Так как наступивший XXI век является не только веком сбережения и оптимального использования ресурсов, но и веком повышенного внимания к

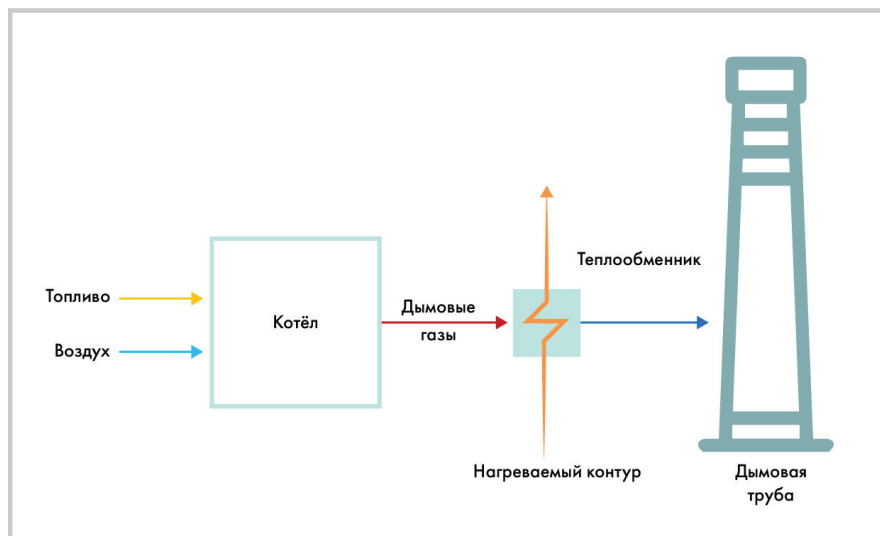


Рис. 1. Принципиальная схема «котел – теплоутилизатор»

улучшению воздействий тепловых станций, теплоэнергетических объектов на окружающую среду, то роль применения теплоутилизатора в котельных установках (в частности), в решении данной задачи также является очень высокой (существенной).

Самыми основными и важными требованиями для современных и иных распространенных котлов в XXI веке являются максимальная эффективность, наибольшая экономичность, высочайшая экологическая безопасность и возможность использования несколько видов топлива (многотопливность), другими словами способность (возможность) обеспечения надежной и экономичной работы со всеми видами углеводородного топлива (уголь, мазут, дизельное топливо, биологическое топливо, сланцевое топливо и природный газ) и горючих на их основе (топливных консистенциях, суспензиях, эмульсиях и нефтяных отходах), не загрязняя при всем этом окружающую среду.

Упомянем о том, что действующие в Российской Федерации санитарные нормы и правила (СНиПы) предусматривают эксплуатацию стационарных котельных только на двух видах топлива — главном (основном) (например, природном газе) и запасном (резервном) (мазуте или угле), другими словами отопление котлов только двумя видами топлива предусмотрено в нашей стране нормативными актами.

Одним из направлений дальнейшей модернизации котлов в XXI в. может стать развитие и улучшение таких необходимых эксплуатационных параметров, как «экологичность», «экономичность» и «многотопливность».

В свою очередь, хорошо известно, что ресурсы, которые не используются по своему прямому назначению, или их излишки, не участвующие в эксплуатации, в какой-то момент становятся отходами и загрязняют окружающую среду. Определенно, что более рациональное применение ресурсов увеличивает экологичность сжигающей топливо установки, и в то же время повышает экономичность функционирования установки. В следствии этого, можно сделать вывод, что экологичность котельных установок непринужденно связана с их экономичностью или, говоря другими словами, экологичность и экономичность являются «двумя сторонами одной медали».

Не заключительную роль в обеспечении экологической безопасности котельного устройства занимает организация сгорания углеводородного сырья в топке котла, которая, в свою очередь, определяется не только видом сжигаемого топлива и технологией его подготовки к процессу горения, но и конструктивными особенностями исполнения топливной и воздухоподающей систем котельного устройства, обеспечивающим качественно-количественные характеристики компонентов и их соотношение в подаваемой на горение горючей смеси, степень равномерного распределения топлива по объему воздуха, параметры топочного факела (длина, ширина, объем, светимость и др.) и, в конечном итоге, полноту и качество процесса сгорания.

В качестве показателей экономичности котельных установок берется расход ресурса (топлива, воздуха или воды), затраченный на получение единицы энергии, отнесенный ко времени или к количеству выработанной энергии.

Нет сомнений, что показатели экологичности и экономичности котельных установок можно улучшить при улучшении их топливной и воздухоподающей систем, на основе реализации новых технологических процессов подготовки воздуха, топлива, приготовления горючей смеси и ее подачи в топку котла на сжигание.

На сегодняшний момент, многотопливность котлов достигается за счет обеспеченностью оборудованиями котельных несколькими системами топлива, каждая из которых может подать только один вид горючего, на котором должна функционировать котельная установка. Системы, которые обслуживают котельную установку, такие как подающая воздух система, топливная система, трубная система (или поверхности нагрева), имеют отличительные конструкции к способности сжигания всех используемых углеводородных топлив с различной теплотворной способностью [11–13].

СНиПы предусматривают котельным установкам иметь в своем обеспечении не менее двух топливных систем, одна из которых будет являться главной (основной), и вторая — запасной (резервной). Но в настоящий момент, данное требование нормативно-технических документов не исполняется в многочисленных случаях, ведь даже поддержание в состоянии немедленного

пуска, а тем более в горячем резерве второй топливной системы является невыгодным экономически, в наибольшей степени для собственников частных котельных из-за снижения определенного количества (продаваемого) товара (горячей воды или пара), поскольку часть его используется в обеспечении горячего резерва или пускового режима второй топливной системы котла.

Общеизвестно, что уже на протяжении более ста семидесяти лет топливо-воздушная горючая смесь сжигается в котлах. Пройдя свой путь от угольно-воздушной через мазутно-воздушную и дизтопливно-воздушную до газо-воздушной за обозначенное время она так и осталась фактически без изменений.

К распространенным недостаткам топливо-воздушной горючей смеси относятся первичность топлива и вторичность воздуха при ее приготовлении, а также невозможность получения оптимального соотношения горючего и окислителя в ней. Это означает, что основой топливо-воздушной горючей смеси является топливо, давлением (расходом) которого изменяют (увеличивают или уменьшают) режимы функционирования котла, а воздух при этом выполняет вторичную роль. Горючая (топливо-воздушная) смесь в настоящее время готовится непосредственно в топке котла перед зоной горения, что неизменно приводит к приготовлению обедненной и обогащенной смеси со всеми вытекающими последствиями. В начале зоны горения, как общеизвестно, приготавливается обедненная (с преобладанием воздуха) горючая смесь, а в конце зоны горения — обогащенная (с преобладанием топлива) горючая смесь, и, как следствие, в окружающую среду в составе дымовых уходящих газов выбрасываются продукты пиролиза (бескислородного горения топлива), что приводит к ее загрязнению [11, 13, 14].

Во всех случаях функционирование котла на топливо-воздушной горючей смеси всегда приводит к перерасходу топлива, что означает, к снижению экологической чистоты (безопасности) установки в целом.

Атмосферный воздух, который при сжигании обедненной топливно-воздушной горючей смеси доставляется в топку поверх нормативного значения, моментально нагревается и перегревается, и расходуется дополнительное топливо, которое будет являться в данном моменте «лишним», количество его может достигать отметки до 15% от расхода топлива на котел. Бесспорно, что «избытки» воздуха и «лишнее» топливо — это взаимосвязанный между собой прямой перерасход потребляемых ресурсов: большему коэффициенту расхода воздуха соответствует больший перерасход топлива, и также наоборот.

Сжигание обогащенной топливно-воздушной горючей смеси сопровождается нехваткой атмосферного воздуха, который необходим для полного окисления топлива, что приводит далее к разложению углеводородов топлива без кислорода при высокой температуре и, как следствие, к выбросу продуктов пиролиза (термически преобразованных углеводородов) в окружающую среду.

Понятен тот факт, что наличие в дымовых уходящих газах пусть термически преобразованных, но все же углеводородов также можно смело отнести к перерасходу исходного топлива [3, 13, 15].

Несомненно, температура уходящих газов, является ключевым параметром, определяющим коэффициент полезного действия (КПД) котельного агрегата. Большую составляющую часть тепловых потерь является тепло, теряемое с уходящими газами (совместно с потерями тепла от химического и механического недожога топлива, потерями с физическим теплом шлаков, а также утечек тепла в окружающую среду вследствие наружного охлаждения). Данные потери определяют решающее влияние на экономичность функционирования котла, снижая (уменьшая) его эффективность, КПД. В результате, мы понимаем, что чем ниже температура дымовых газов, тем выше эффективность котла [3, 16, 17].

Объединение котла и теплоутилизационных устройств в единую замкнутую систему «котел — теплоутилизатор» позволяет использовать нагретый воздух в качестве нагревательной среды, что позволяет повысить эффективность сжигания топлива, при том условии, если сохранить расход топлива на таком же уровне. Это позволяет решить вышеперечисленные проблемы. При этом необходимо оценивать эффективность утилизации теплоты по повышению КПД системы и дополнительной выработке теплотехнической продукции (воздуха, воды, конденсата).

Таким образом, подводя итоги исследований, можно смело сказать о том, что роль применения теплоутилизатора в повышении эффективности КПД газовой котельной является весьма существенной. Впоследствии применения теплоутилизатора наблюдается:

- энергосбережение — максимально полное и полезное использование тепла дымовых газов (а также скрытой теплоты конденсации водяных паров);
- положительная экологическая составляющая (снижение объема выбросов оксидов азота NO_x и углерода CO в окружающую среду);
- получение дополнительного ресурса — очищенной воды (который станет полезным практически на любом предприятии, в качестве подпитки теплосети (например) и других водяных контуров).

Литература:

1. Яновский, Ф.Б., Михайлова С.А. Энергетическая стратегия и развитие теплоснабжения в России // Энергосбережение. — 2003. — № 6. — с. 26–32.
2. Сорокин, Р.В. Тепловая и экономическая эффективности модульных котельных систем децентрализованного теплоснабжения: дис.... канд. техн. наук, Воронеж, 2004. — 139 с.

3. Малков, Е. С. Оценка величины потери теплоты с химическим недожогом в камере сжигания дополнительного топлива // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. — 2014. — № 1. — с. 10–15.
4. Артемов, И. Н., Артемова Е. А. Наиболее полное использование теплоты уходящих газов котлоагрегатов // Международная научнотехническая конференция. «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы». — 2014. — с. 126–129.
5. Беспалов, В. В. Технологии глубокой утилизации тепла дымовых газов // Энергетика Татарстана. — 2015. — № 2 (38). — с. 32–36.
6. Баскаков, А. П., Мунц В. А., Филипповский Н. Ф., Черепанова Е. В. Реальные возможности повышения энергетической эффективности газовых отопительных котельных // Промышленная энергетика. — 2005. — № 9. — с. 22–26.
7. Аронов, И. З. Использование тепла уходящих газов газифицированных котельных. — М.: Энергия, 1967. — 192 с.
8. Кутателадзе, С. С. Основы теории теплообмена. — 5-е. — М.: Атомиздат, 1979. — с. 389–416.
9. Кальметова, А. Г., Кулешов О. Ю. Энергоэффективные проектные решения котельных с глубокой утилизацией теплоты дымовых газов // Математические методы в технике и технологиях. — 2014. — № 13. — с. 117–129.
10. Фиалко, Н. М., Шеренковский Ю. В., Степанова А. И. Эффективность систем утилизации теплоты отходящих газов энергетических установок различного типа // Промышленная теплотехника. — 2008. — № 3. — с. 68–76.
11. Внуков, А. К. Защита атмосферы от вредных выбросов энергообъектов. — М.: Энергоатомиздат, 1992. — 176 с.
12. Зарипов, В. К., Гершуни А. Н. Высокоэффективный компактный теплообменник утилизатор на тепловых трубах // Промышленная энергетика. — 1989. — № 8. — с. 37–39.
13. Котельные установки XXI века: перспективы развития // Энергетика и промышленность России. URL: <https://www.eprussia.ru/teploenergetika/40/9938260.htm>
14. Михеев, М. А. Основы теплопередачи. — М.: Госэнергоиздат, 1956. — 392 с.
15. Петрикеева, Н. А., Кузнецов С. Н. Экологический эффект при полном сгорании топлива в котельных установках // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Строительство и архитектура. — 2013. — № 1 (29). — с. 108–113.

16. Утилизация тепла дымовых газов: экология с выгодой // Хабр. URL: <https://habr.com/ru/company/lanit/blog/460419/>
17. Ведрученко, В.Р., Жданов Н.В., Лазарев Е.С. Снижение температуры уходящих газов котлоагрегатов — основной путь повышения эффективности топливоиспользования в котельных установках // Материалы научной конференции «Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте». — Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2015. — с. 260–269.

Влияние различных видов примесей на эксплуатационные характеристики масел силовых трансформаторов

Юсупов Дилмурод Турдалиевич, младший научный сотрудник
ООО «Научно-технический центр» АО «Узбекэнерго» (г.Ташкент)

Юсупов Турдали Азизович, старший преподаватель;
Юсупова Феруза Турдалиевна, старший преподаватель
Ферганский политехнический институт (Узбекистан)

В работе изучены и определены основные влияющие примеси на эксплуатационные характеристики трансформаторного масла. Проведенный анализ показал, что основными факторами являются увлажненные (вода), механические и растворимые примеси.

Ключевые слова: трансформаторное масло, эксплуатационные характеристики, механические примеси, растворимые примеси, увлажненные примеси.

Надежная и долговременная эксплуатация маслонаполненных трансформаторов, во многом зависит от качества масла. Качество масла также определяет продолжительность безотказной работы масляных трансформаторов [1].

Самым основным влияющим фактором на эксплуатационные характеристики трансформаторного масла является механические (твердые) примеси.

Механические примеси являются нерастворенными веществами, содержащиеся в масле в виде осадка или во взвешенном состоянии. Это — волокна, пыль, частицы металла и другие виды примесей.

Механические примеси, оказывая существенное воздействие на эксплуатационные характеристики (особенно на электрическую прочность и цвет) трансформаторного масла, определяют его качество. Они могут появиться при эксплуатации трансформаторного масла в результате растворения красок, лаков и изоляции. Механические примеси оказывают неблагоприятное влияние на работу силовых трансформаторов. Они могут вызвать перекрытие между изолированными друг от друга элементами, а также понизить электрическую прочность масла. Необходимо отметить, что загрязнение и старение трансформаторного масла в процессе его эксплуатации ведет к повышению диэлектрических потерь в масле [2].

Рассмотрим основные виды механических примесей в трансформаторном масле.

Одним из опасных видов механических примесей в трансформаторном масле является уголь. Электрическая дуга, горящая вблизи поверхности масла, образует уголь, обладающий хорошей проводимостью, который снижает его пробивное напряжение [2, 3].

Следующими наиболее распространенными примесями являются волокна, попадающие в масло из изолирующих материалов (целлюлозная изоляция) и выемной части трансформатора [2, 5]. Волокна целлюлозной изоляции оказывают вредное действие на электрическую прочность трансформаторного масла.

Одной из примесью, которая загрязняет трансформаторное масло, является пыль. Пыль в трансформаторное масло попадает из окружающей среды и сильно влияет на его цвет. Большое количество пыли замедляет движения масла в трансформаторе [2, 4].

Ещё одним загрязнителем трансформаторного масла являются металлы, которые нашли широкое применение в трансформаторостроении. Для обмоток и шин используют медь и алюминий. Медь наиболее активно ускоряет окисление трансформаторного масла.

По мере старения в масле накапливается шлам, который, осажаясь на изоляцию силового трансформатора, ухудшает его диэлектрические свойства. Шлам, накопившийся на поверхности обмоток, отводах, шинах, в масляных каналах трансформатора, ухудшает процессы теплопередачи и, соприкасаясь с целлюлозной изоляцией, ускоряет её старение.

Следующим основным влияющим фактором на эксплуатационные характеристики трансформаторного масла является растворимые примеси. Растворимые примеси — это продукты окислительного старения масла.

Рассмотрим основные виды растворимых примесей в трансформаторном масле.

В процессе длительной эксплуатации трансформаторного масла происходит укрупнение коллоидных частиц, которые имеются в заводском масле [3]. Кол-

лоидными частицами, накапливающимися в масле, являются кислые продукты, не содержащие в своем составе металлы, например, смолы, компоненты лака и другие продукты окисления [3]. Появление коллоидных частиц повышает кислотное число и диэлектрические потери трансформаторного масла. Например, присутствие 0,5 % смол повышает tg в 20 раз [3].

Кислоты, которые переходят в жидкий диэлектрик из пленок лаков, ускоряют процесс окисления трансформаторного масла [3, 4].

Асфальто-смолистые растворимые примеси представляют собой порошок темно-коричневого или бурого цвета, которые образуются окислением нафтеновых смол. Основная их вредность в том, что, отлагаясь на обмотках, они ухудшают процесс охлаждения трансформатора [3, 4].

Мыловые осадки от светлого до темно-бурого цвета, образуются от взаимодействия металлов и кислот. Эти осадки при взаимодействии с водой представляют большую опасность, так как могут быть причиной перекрытия или пробоя внутри трансформаторов. Данный вид примесей сильно влияет на тангенс угла потерь трансформаторного масла [3, 5].

Последним основным влияющим фактором на эксплуатационные характеристики трансформаторного масла являются увлажненные примеси (вода).

Вода в трансформаторное масло проникает из атмосферы или может развиваться как продукт химических реакций в самом трансформаторе. Основным показателем трансформаторного масла является электрическая прочность — величина, чрезвычайно чувствительная к его увлажнению. В зависимости от содержания влаги в трансформаторном масле вода может находиться в трёх состояниях [4, 5].

Свободная вода является более крупным компонентом по сравнению с другими видами. Она легко может отделяться от жидкой изоляции силового трансформатора и обычно находится на дне данного электрооборудования.

Эмульсионная вода состоит из мелких капель жидкости. Она трудно отделяется от трансформаторного масла и находится в его химическом составе. Капельки данной воды под действием электрического поля могут выстраиваться в цепочки и образовывать проводящие мостики [5], и вследствие этого, данный тип воды может оказать влияние на пробивное напряжение трансформаторного масла. Вода, нерастворенная в виде эмульсии с очень малым размером частиц вызывает резкий рост диэлектрических потерь.

Связанная вода является очень мелкой по объему. Её химический состав крепко связан с химическим составом трансформаторного масла. И поэтому избавиться от неё очень трудно. Она также содержится в свежем масле. И с другой стороны, связанная вода не оказывает существенного вредного влияния на эксплуатационные характеристики жидкой изоляции силового трансформатора.

На процесс старения трансформаторного масла оказывает влияние смесь различных примесей (особенно частиц меди и других металлов, целлюлозных волокон, коллоидных частиц), причем их совместное влияние на эксплуатационные свойства трансформаторного масла намного сильнее, чем влияние одного из этих факторов в отдельности.

Литература:

1. Высогорец, С.П., Васильев А.П. Метод оценки эффективности восстановления ресурса трансформаторных масел в процессе работы силовых трансформаторов // Электротехнические комплексы и системы управления, № 2, 2011. с. 59–65.
2. Липштейн, Р.А., Шахнович М.И. Трансформаторное масло. — М.: Энергоатомиздат, 1983 г. — 296 с.
3. Маневич, Л.О. Обработка трансформаторного масла. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 104 с.
4. Юсупов, Д.Т. Анализ влияния воды и механических примесей на некоторые эксплуатационные характеристики жидкой изоляции силового трансформатора // Научно-технический журнал ФерПИ, 2017 г. № 1. с. 86–89.
5. Юсупов, Д.Т., Юсупов Ш.Б., Маркаев Н.М. Влияние механических примесей на эксплуатационные характеристики трансформаторного масла // Молодой ученый. — 2019. — № 22. с. 144–146.

Техника. Технологии. Инженерия

Международный научный журнал
№ 1 (15) / 2020

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются.
За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU,
на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый»
Номер подписан в печать 05.03.2020. Дата выхода в свет: 10.03.2020.
Формат 60 × 90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420126, г. Казань, ул. Амирхана, 10а, а/я 231.
Фактический адрес редакции: 420029, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.
E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>
Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый»,
г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.