

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО  
ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ

*Учебный курс*

**МЕТОДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ - 2**





Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского  
Институт информационных технологий, математики и механики

*Учебный курс:*

*Методы программирования - 2*

*Тема 2.2:*

*Редактирование текстов*

Гергель В.П., профессор,  
директор института ИТММ

## *Глава 2. Динамические структуры и представление на ЭВМ сложных математических моделей*

### **2.2. Редактирование текстов**

1. Выбор модели представления текста
2. Выбор структуры хранения текста
3. Реализация
  - схема наследования,
  - навигация,
  - доступ,
  - модификация структуры,
  - алгоритмы обхода,
  - итератор,
  - копирование
4. Повторное использование памяти (сборка мусора)

### **Вопросы для обсуждения**



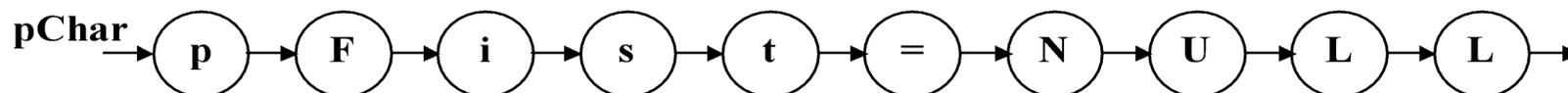
# 1. Выбор модели представления текста ...

---

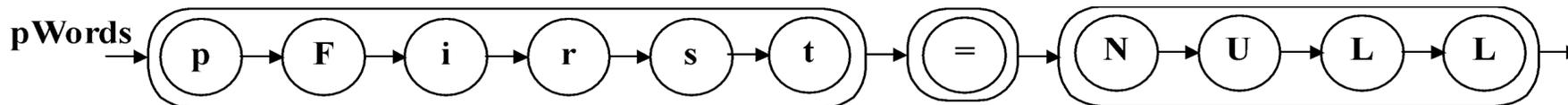
## Пример:

```
pFirst = NULL;  
ListLen = 0;
```

### 1. Текст – линейная последовательность символов



### 2. Текст – линейная последовательность слов (слово - линейная последовательность символов)

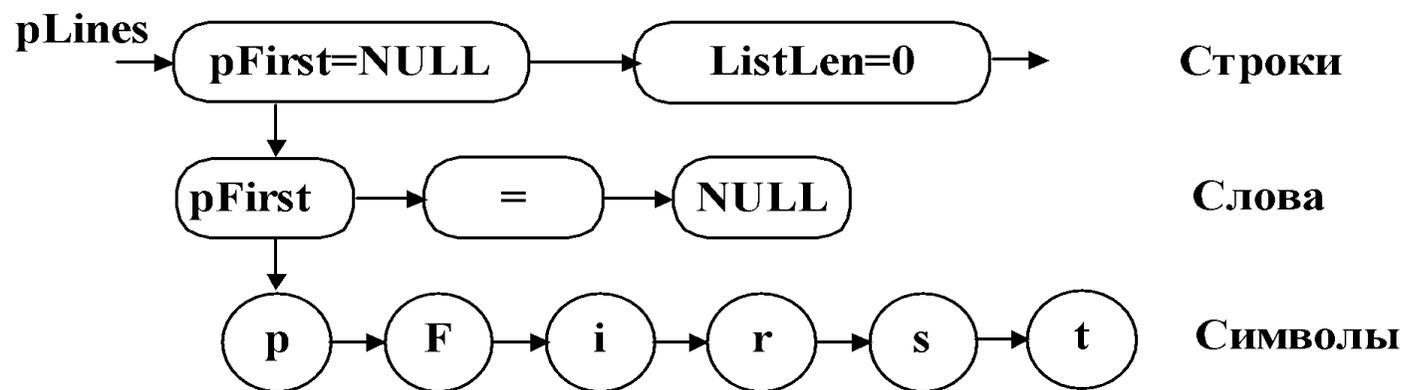


### 3. Текст – линейная последовательность строк, строки состоят из слов, слова – из символов и т.д.



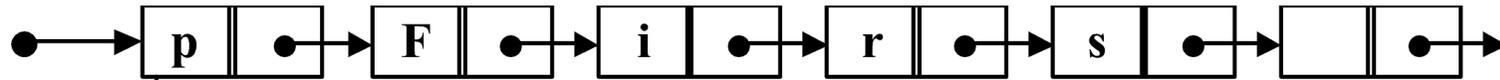
# 1. Выбор модели представления текста

- Математическая модель текста – иерархическая структура представления (*дерево*)

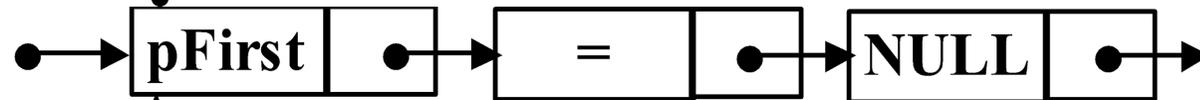


## 2. Выбор структуры хранения текста ...

### 1. Уровень символов – список символов

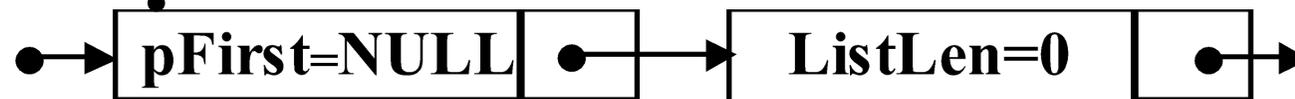


### 2. Уровень слов – список слов



□ В первом поле звеньев вместо значения-слов можно поместить указатель на соответствующий список символов

### 3. Уровень строк – список строк



## 2. Выбор структуры хранения текста ...

---

- На всех уровнях представления (кроме символов) значение задается указателем на соответствующую структуру ниже расположенного уровня

**Определение 2.1.** Разработанная структура хранения называется *связным (иерархическим) списком*

- Абстрактная структура типа дерева представима в виде связного списка
- В списке существуют делимые и неделимые (*атомарные, терминальные*) элементы (А-не, ТОМ-часть)
- Визуальное представление текста содержит только атомарные элементы, структура хранения должна включать все элементы



## 2. Выбор структуры хранения текста ...

---

- Разные типы звеньев – трудности при управлении памятью, дублирование программ обработки

### Единый тип звена

```
typedef Tlink *PTLink;
class TLink{
    PTLink pNext;
    int Atom; // =1 - звено-атом
    union {
        PTLink pDown;
        char Symb;
    };
};
```



## 2. Выбор структуры хранения текста ...

---

- Размер введенного унифицированного звена – 10 байт (=16 при учете округления при динамическом выделении памяти)  $\Rightarrow$  для представления символов такой вид звена является неэкономичным
- Возможное решение проблемы – повышение уровня атомарности
- Целесообразный уровень – **уровень строк**

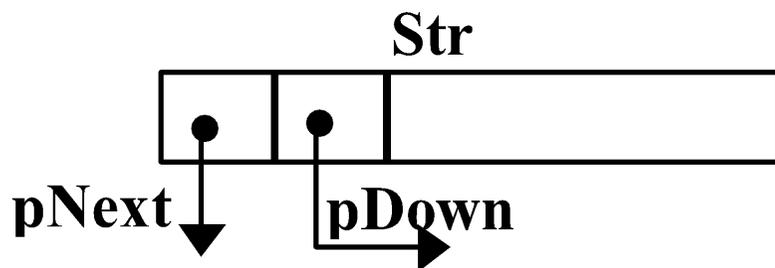


## 2. Выбор структуры хранения текста ...

---

### Структура звена

```
#define TextLineLength 20
typedef char TStr[TextLineLength];
class TTextLink : public TDatValue {
protected:
    TStr Str;
    TTextLink *pNext, *pDown;
};
```



## 2. Выбор структуры хранения текста ...

---

- Указатель **pNext** есть ссылка на следующий элемент того же уровня
- Указатель **pDown** есть ссылка на структуру хранения ниже расположенного уровня

### Представление строки (атомарного элемента)



- Признак атомарности элемента **pDown==NULL**



## 2. Выбор структуры хранения текста ...

---

### Представление структурного элемента



- Для ссылки на ниже расположенный уровень используется указатель **pDown**
- Поле **Str** можно использовать для именования структурных элементов текста (название всего текста, его разделов, подразделов и т.д.)

## 2. Выбор структуры хранения текста ...

---

### Пример структуры хранения



## 2. Выбор структуры хранения текста

---

### Базовые операции обработки звена

- Порождение звена (конструктор)

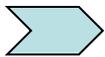
```
TTextLink ( TStr s=NULL,  
            PTextLink pn=NULL,  
            PTextLink pd=NULL );
```

- Переход к следующей звену

```
PTextLink GetNext() { return pNext; }
```

- Переход на подуровень

```
PTextLink GetDown() { return pDown; }
```



### 3. Реализация – схема наследования ...

---



### 3. Реализация – навигация по структуре ...

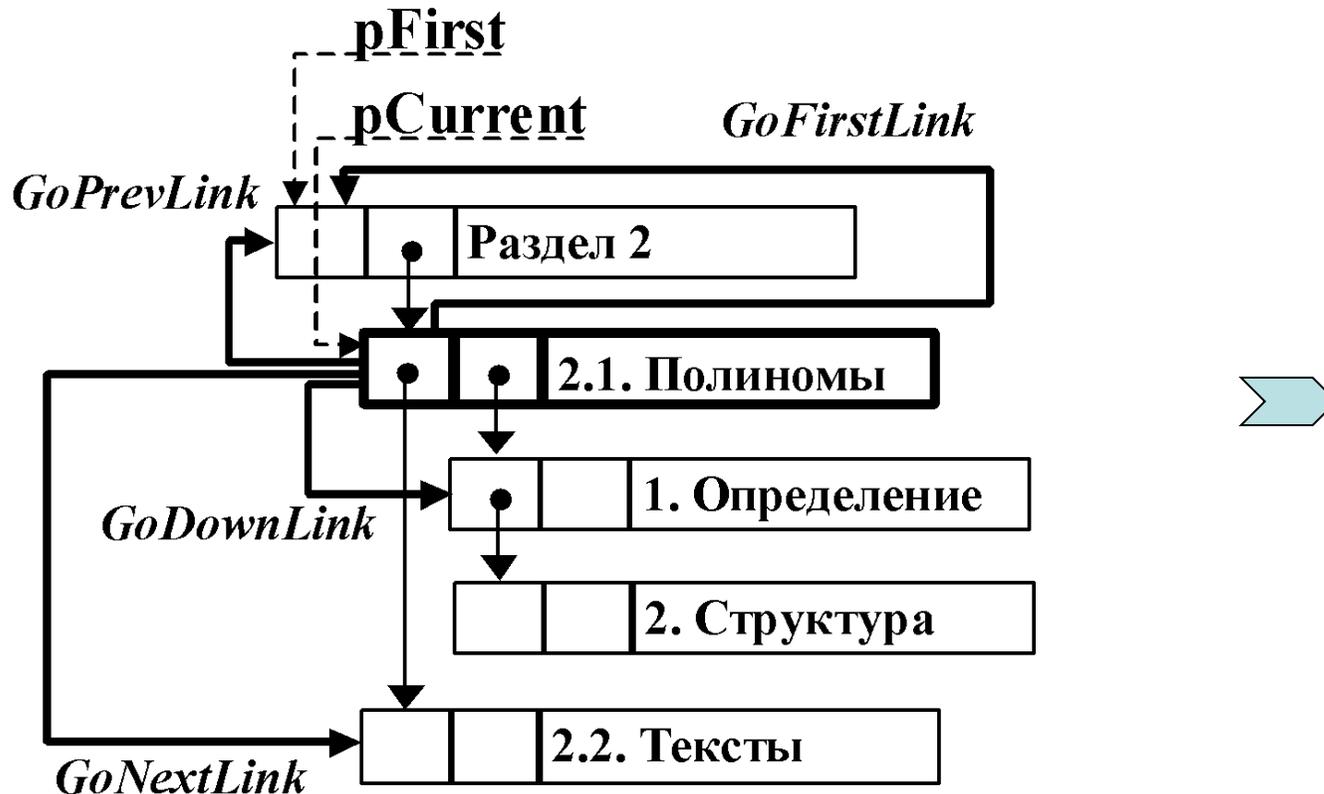
---

```
PTTextLink pFirst;          // корень дерева
PTTextLink pCurrent;        // текущая строка
stack<PTTextLink> Path;     // стек траектории
// навигация
int GoFirstLink(void);     // к первой строке
int GoDownLink (void);     // к след. строке по Down
int GoNextLink (void);     // к след. строке по Next
int GoPrevLink (void);     // к пред. позиции
```

- Указатель текущей строки `pCurrent` не включается в стек траектории движения по тексту



### 3. Реализация – навигация по структуре



- В стеке Path размечаются указатели на все звенья, лежащие на пути от начала текста до текущего звена

### 3. Реализация – доступ к текущей строке

---

```
// доступ  
string GetLine (void); // чтение текста текущего звена  
void SetLine(string s); // замена текста текущего звена
```



### 3. Реализация – модификация структуры ...

---

// вставка и удаление строки в подуровне

```
void InsDownLine(string s);
```

```
void DelDownLine(void);
```

// вставка и удаление раздела в подуровне

```
void InsDownSection(string s);
```

```
void DelDownSection(void);
```

// вставка и удаление строки на том же уровне

```
void InsNextLine(string s);
```

```
void DelNextLine(void);
```

// вставка и удаление раздела на том же уровне

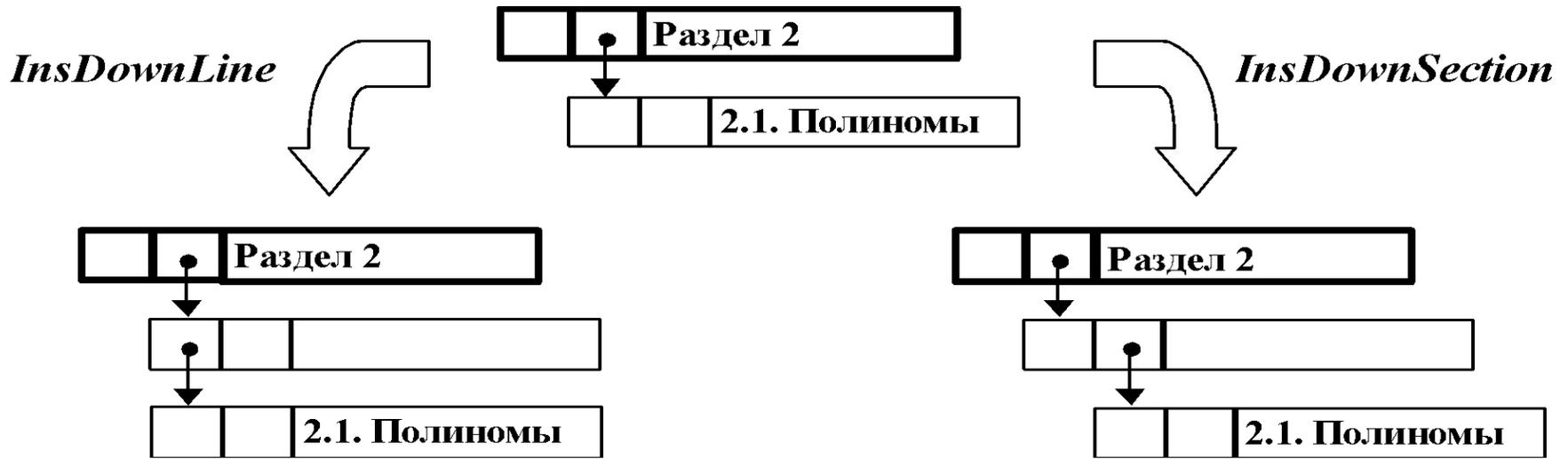
```
void InsNextSection(string s);
```

```
void DelNextSection(void);
```



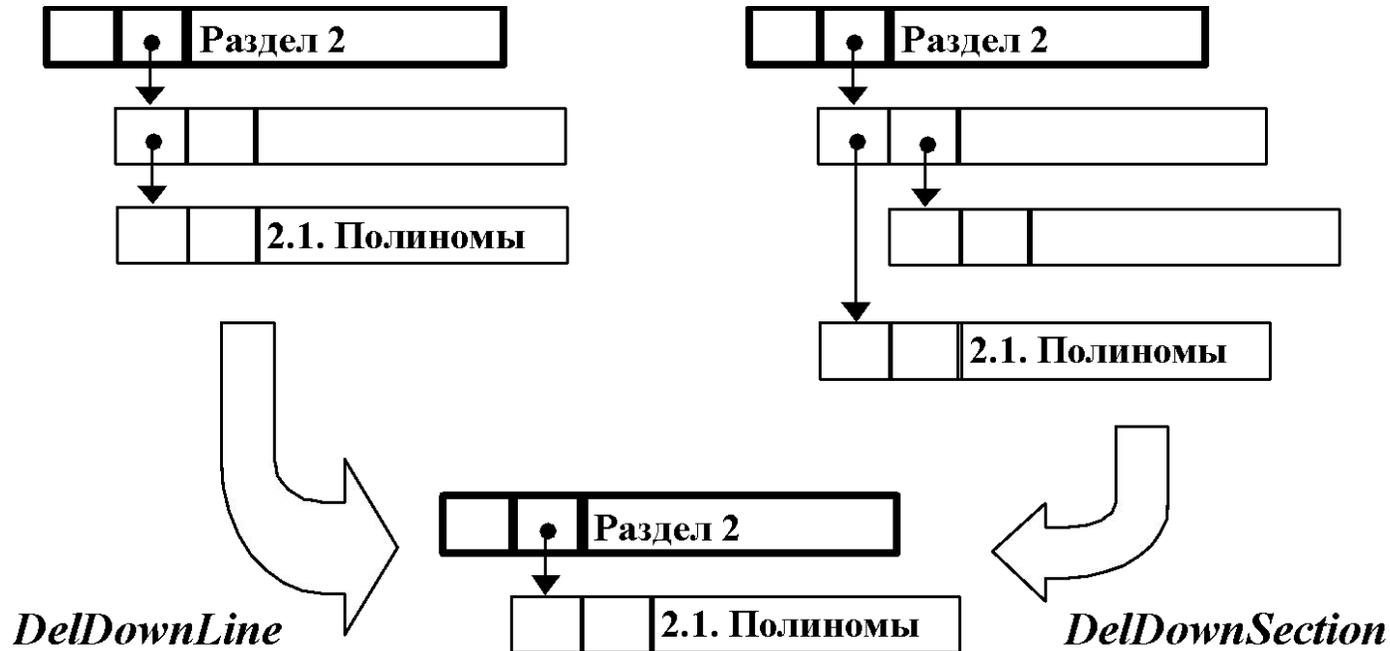
# 3. Реализация – модификация структуры ...

## Вставка строки и раздела в подуровне

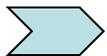


# 3. Реализация – модификация структуры

## Удаление строки и раздела в подуровне



- Операция удаление строки не выполняется, если исключаемый элемент не является атомарным

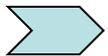


### 3. Реализация – алгоритмы обхода ...

---

**Печать текста:** схема обхода – текст текущей строки, текст подуровня, текст следующего раздела текста того же уровня (top-down-next)

```
while (1) {
    if ( pLink != NULL ) {
        cout << pLink->Str;    // обработка звена
        St.push(pLink);        // запись в стек
        pLink = pLink->pDown; // переход на подуровень
    }
    else if ( St.empty() ) break;
    else {
        pLink = St.top(); St.pop(); // выборка из стека
        pLink = pLink->pNext; // переход по тому же
                               // уровню
    }
}
```



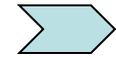
# 3. Реализация – алгоритмы обхода

**Ввод текста из файла:** уровень текста в файле можно выделить строками специального вида (например, скобками '{' и '}')

Глава 2

```
{
  2.1. Полиномы
  {
    1. Определение
    2. Структура
  }
  2.2. Тексты
  {
    1. Определение
    2. Структура
  }
}
```

## Общая схема алгоритма



Повторить

- ввод строки
- ЕСЛИ '}' ТО Завершить
- ЕСЛИ '{' ТО Выполнить  
рекурсивно Ввод\_текста
- Добавить строку на том же  
уровне

### 3. Реализация – итератор ...

---

- Схема обхода TDN, нерекурсивный вариант
- Корневые звенья необработанных разделов текста запоминаются в стеке
- Текущая строка в стеке не хранится (кроме корневого звена всего текста)



### 3. Реализация – итератор ...

---

**Инициализация (Reset)** – установка на корневое звено текста

```
pCurrent = pFirst;  
if ( pCurrent != NULL ) {  
    St.push(pCurrent);  
    if ( pCurrent->pNext != NULL )  
        St.push(pCurrent->pNext);  
    if ( pCurrent->pDown != NULL )  
        St.push(pCurrent->pDown);  
}
```



### 3. Реализация – итератор

---

#### Переход к следующему звену текста (GoNext)

- Получить звено из стека
- ЕСЛИ звено не является корнем всего текста  
ТО поместить следующие звенья (по указателям pNext и pDown) в стек

```
pCurrent = St.top(); St.pop();  
if (pCurrent != pFirst) {  
    if ( pCurrent->pNext != NULL )    ➤  
        St.push(pCurrent->pNext);  
    if ( pCurrent->pDown != NULL )  
        St.push(pCurrent->pDown);  
}
```

Пример: [программа](#)

### 3. Реализация – копирование текста ...

---

#### Общая замечания

- Для копирования текста необходимо предварительно скопировать разделы текста, на которые указывают указатели pDown и pNext  $\Rightarrow$  алгоритмы обхода NDT или DNT
- Для навигации по тексту-копии также необходим стек; использование стеков исходного текста и текста-копии должны быть согласованы



### 3. Реализация – копирование текста ...

---

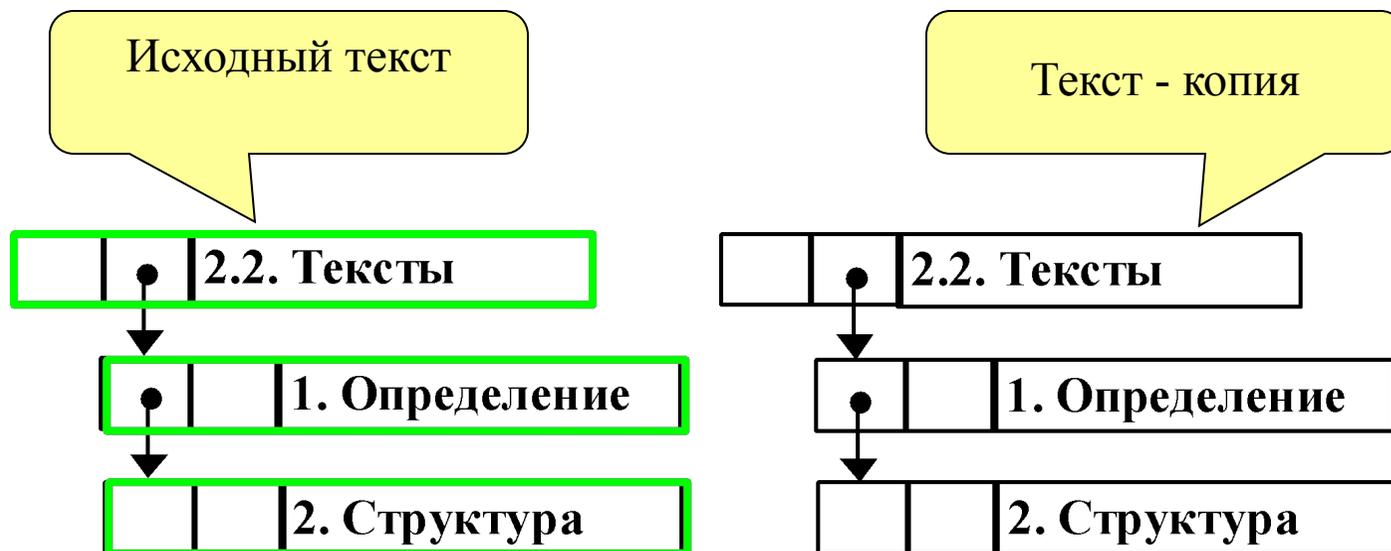
#### Общая схема алгоритма

- Для навигации по исходному тексту и тексту-копии используется один – объединенный - стек
- Каждое звено текста копируется за два прохода:
  - 1 проход** – при подъеме из подуровня (pDown)
    - создание копии звена,
    - заполнение поля pDown (подуровень уже скопирован)
    - запись в поле Str значения Copy (для распознавания звена при попадании на него при втором проходе),
    - запись в поле pNext указателя на звено-оригинал (для возможности последующего копирования текста исходной строки),
    - запись указателя на звено-копию в стек
  - 2 проход** – при извлечении звена из стека
    - заполнение полей Str и pNext,
    - указатель на звено-копию запоминается в переменной `cr1`



### 3. Реализация – копирование текста

---



Пример: [программа](#)



### 3. Реализация – повторное использование памяти (сборка мусора) ...

---

#### Общая замечания

- При удалении разделов текста для освобождения звеньев следует учитывать следующие моменты:
  - обход всех звеньев удаляемого текста может потребовать длительного времени,
  - при множественности ссылок на разделы текста (для устранения дублирования одинаковых частей) удаляемый текст нельзя исключить – этот текст может быть задействован в других фрагментах текста
- Память, занимаемая удаляемым текстом, не освобождается, а удаление текста фиксируется установкой указателей в состоянии NULL (например, pFirst=NULL)



### 3. Реализация – повторное использование памяти (сборка мусора) ...

---

- Подобный способ выполнения операций удаления текста может привести к ситуации, когда в памяти, используемой для хранения текста, могут присутствовать звенья, на которые нет ссылок в тексте и которые не возвращены в систему управления памятью для повторного использования. Элементы памяти такого вида носят наименование "*мусора*"
- Наличие "*мусора*" в системе может быть допустимым, если имеющейся свободой памяти достаточно для работы программ. В случае нехватки памяти необходимо выполнить "*сборку мусора*" (*garbage collection*)



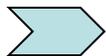
### 3. Реализация – повторное использование памяти (сборка мусора) ...

---

#### Общая схема подхода...

- При освобождение звена в операторе **delete** звено включается в список свободных звеньев

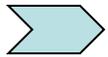
```
// освобождение звена
void operator delete (void *pM) {
    PTextLink pLink = (PTextLink)pM;
    pLink->pNext = MemHeader.pFree;
    MemHeader.pFree = pLink;
}
```



### 3. Реализация – повторное использование памяти (сборка мусора)

---

- ⌚ Как при сканировании памяти различать звенья "мусора" и звенья текста ?
- Возможный подход – маркировка текстовых звеньев и звеньев списка свободных звеньев



Пример: [программа](#)

# Заключение

---

- Характер использования текста определяет способ его представления
- Для хранения иерархически-представленного текста могут быть использованы связные списки
- Связные списки является общей структурой хранения структур типа дерева
- Использование итераторов позволяет обеспечить единый и простой способ обработки различных структур данных
- При разработке структур хранения сложных данных может потребоваться создание дополнительных средств управления памятью
- Возможный подход управления памятью – накопление и сборка мусора



# Вопросы для обсуждения

---

- Дополнительные модели представления текста
- Набор операций при работе со связными списками
- Рекурсивные и итеративные алгоритмы обработки данных
- Статические данные и статические методы классов
- Перегрузка операторов `new` и `delete`
- Способы недопущения мусора при множественности ссылок на структурные элементы структуры хранения



# Темы заданий для самостоятельной работы

---

- Расширение набора операций обработки текста (изменение структуры текста, копирование)
- Разработка визуальных средств работы с иерархическим текстом



# Следующая тема

---

- Структуры хранения геометрических объектов на ЭВМ



# Контакты

---

Нижегородский государственный университет им.  
Н.И. Лобачевского ([www.unn.ru](http://www.unn.ru))

Институт информационных технологий, математики  
и механики ([www.itmm.unn.ru](http://www.itmm.unn.ru))

603950, Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23,  
р.т.: (831) 462-33-56,

Гергель Виктор Павлович

(<http://www.software.unn.ru/?dir=17>)

E-mail: [gergel@unn.ru](mailto:gergel@unn.ru)

