

ИНФОРМАТИКА-21

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОБЩЕСТВЕННЫЙ НАУЧНО-БРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

<http://www.inr.ac.ru/~info21>

Введение в систему Блэкбокс и Компонентный Паскаль

Составление по материалам проекта «Информатика-21»: Н. Д. Прыгунов, 2003
Редакция 2009-10-19

ОГЛАВЛЕНИЕ

Краткая история Паскаля

Алгол
Паскаль
Модуль-2
Simula, Smalltalk и Cedar
Оберон [Oberon]
Компонентный Паскаль
BlackBox

О дисциплине программирования

История изгнания оператора GOTO
О структурном программировании и отсутствии GOTO
О проверках выхода индексов за границы массивов
Почему порочно "наивное" программирование с пошаговым отладчиком

Система BlackBox

Первичная установка системы Блэкбокс

Русификация системы Блэкбокс

Вторичные папки Блэкбокса

Чтение файла
Запись файла
Ограничения

Запуск Блэкбокса и выполнение первой программы

Простейшая программа
Выполнение программы с помощью командира
Сохранение файла с программой
Продолжение работы с примером
Простейший цикл разработки программы
 Подготовительная стадия
 Основной цикл разработки
Некоторые заповеди грамотного программирования

Формат документов Блэкбокса

Импорт/экспорт стандартных текстовых файлов
Вставные визуальные объекты (views)

Использование рабочего журнала

Средства, предоставляемые модулем StdLog

Печать основных типов
Переход на новую строку и табуляция
Печать литерных цепочек

Документация в Блэкбоксе

Документация на русском языке
Справки по интерфейсам модулей
Документация по конкретному модулю
Общая документация и поиск в ней
Примеры программ

Работа с текстами программ

Форматирование текста
Отступы
Соглашения по оформлению программ
Шрифт по умолчанию
Использование цвета и т.п.
Копирование атрибутов текста
Ключевые слова из прописных букв
Организация файлов Блэкбокса
Соглашения об именах модулей и именах соответствующих файлов в Блэкбоксе

Компилирование и отладка

Сообщения компилятора об ошибках
Загрузка и перезагрузка модулей
Минимальные сведения
Когда происходит загрузка модуля в оперативную память
Что происходит при загрузке модуля
Как выгрузить старую и загрузить новую версию разрабатываемого модуля
Как проверить, какие модули загружены
Аварийная остановка программы
Основные ситуации, приводящие к аварийной остановке
Пример аварийной остановки

Примеры программ на Компонентном Паскале

Функция, проверяющая простоту задаваемого целого
Уплотнение цепочки литер, чтобы исключить идущие подряд пробелы
Сортировка вставками

К р а т к а я и с т о р и я П а с к а л я

© Оригинальный текст представляет собой часть документации системы BlackBox Component Builder v.1.4 компании [Oberon microsystems](#).

© Перевод на русский язык: [Ф.В.Ткачёв](#), 2001. Замечания переводчика даны в угловых скобках <>. Некоторые термины оригинала приведены в квадратных скобках [].

Алгол

Язык Компонентный Паскаль является кульминацией нескольких десятилетий исследовательской работы. Это самый младший член семейства алголоподобных языков. Алгол, определенный в 1960, был первым языком высокого уровня с синтаксисом, который был легко читаем, четко структурирован и описан формальным образом. Несмотря на его успешное использование в качестве нотации для математических алгоритмов, в нем не хватало важных типов данных, таких как указатели и литеры.

Паскаль

В конце 60-х гг. было выдвинуто несколько предложений об эволюционном развитии Алгола. Самым успешным оказался Паскаль, определенный в 1970 г. профессором Никлаусом Виртом из ЕТН, швейцарского Федерального Технологического Института в Цюрихе [Eidgenössische Technische Hochschule]. Наряду с очищением языка от некоторых непрозрачных средств Алгола, в Паскале была добавлена возможность объявления новых структур данных, построенных из уже существующих более простых. Паскаль также поддерживал динамические структуры данных, т.е. такие, которые могут расти или уменьшаться во время выполнения программы. Паскаль получил сильный импульс к распространению, когда в ЕТН был выпущен компилятор, порождавший простой промежуточный код для виртуальной машины (Р-код) вместо кода для конкретного процессора. Это существенно упростило перенос Паскаля на другие процессорные архитектуры, т.к. для этого нужно было только написать новый интерпретатор для Р-кода вместо всего нового компилятора. Один из таких проектов был предпринят в Университете Калифорнии в Сан-Диего. Замечательно, что эта реализация (UCSD Pascal) не требовала большого компьютера [mainframe] и могла работать на новых тогда персональных компьютерах Apple II. Это дало распространению Паскаля второй важный импульс. Третьим был выпуск компанией Borland продукта ТурбоПаскаль, содержавшего быстрый и недорогой компилятор вместе с интегрированной средой разработки программ для компьютеров IBM PC. Позднее Борланд возродил свою версию Паскаля, выпустив среду быстрой разработки приложений Дельфи.

Паскаль сильно повлиял на дизайн и эволюцию многих других языков, от Ады до Visual Basic.

Модуль-2

В середине 70-х гг., вдохновленный годичным академическим отпуском, проведенным в исследовательском центре PARC компании Xerox в Пало Альто, Вирт начал проект по созданию нового компьютера класса рабочая станция <проект Lilith; см. [Краткая история Модуля и Лилит \(на англ.\)](#) — прим. перев.>. Компьютер должен

был полностью программироваться на языке высокого уровня, так что язык должен был обеспечить прямой доступ к аппаратному уровню. Далее, он должен был поддерживать коллективное программирование и современные принципы разработки программного обеспечения, такие как абстрактные типы данных. Эти требования были реализованы в языке программирования Модуля-2 (1979).

Модуля-2 сохранила хорошо зарекомендовавшие себя средства Паскаля и добавила систему модулей, а также контролируемые возможности обойти систему типов языка для целей программирования низкого уровня (например, при написании драйверов). Модули могли добавляться к операционной системе непосредственно во время работы. На самом деле вся операционная система представляла собой набор модулей без выделенного ядра [kernel] или подобного объекта. Модули могли компилироваться и загружаться раздельно, причем обеспечивалась полная проверка типов и версий их интерфейсов.

Успех Модуля-2 был наиболее значителен в задачах с высокими требованиями на надежность, таких как системы управления движением.

Simula, Smalltalk и Cedar

Однако Вирт продолжал интересоваться прежде всего настольными компьютерами, и опять важный импульс пришел из центра PARC компании Xerox. В этом центре были изобретены рабочая станция, лазерный принтер, локальная сеть, графический дисплей и многие другие технологии, расширяющие возможности использования компьютеров человеком. Кроме того, в центре PARC были популяризированы некоторые более старые и малоизвестные технологии, такие как мышь, интерактивная графика и, наконец, объектно-ориентированное программирование. Эта последняя концепция (хотя и не сам термин) была впервые использована в языке высокого уровня Simula (1966) — еще одним из семейства алголоподобных языков. Как и предполагает имя, язык Simula использовал объектные технологии прежде всего для целей моделирования [simulation]. Однако язык Smalltalk (1983), разработанный в центре PARC компании Xerox, использовал объектные технологии как универсальное средство. Проект Smalltalk был также пионерским в плане дизайна пользовательского интерфейса: графический пользовательский интерфейс, каким мы его теперь знаем, был разработан для системы Smalltalk.

В центре PARC эти идеи повлияли на другие проекты, например, паскалеподобный язык Cedar. Как и Smalltalk и позднее Оберон, Cedar представлял собой не только язык программирования, но и операционную систему. Операционная система Cedar была весьма впечатляющей и мощной, однако сложной и нестабильной.

Оберон [Oberon]

Проект Оберон был начат в 1985 в ЕТН Виртом и его коллегой Юргом Гуткнехтом [Jurg Gutknecht]. Это была попытка выделить все существенное из системы Cedar в виде универсальной, но все же обозримой операционной системы для рабочих станций. Получившаяся система оказалась очень маленькой и эффективной, прекрасно работала в оперативной памяти размером всего 2 МВ и требовала при этом лишь 10 МВ пространства на диске. Важной причиной малого размера системы Оберон был ее компонентный дизайн: вместо интеграции всех желаемых средств в один монолитный программный колосс, менее часто используемые программные компоненты (модули) могли быть реализованы как расширение ядра системы. Такие компоненты

загружались, только когда они были действительно нужны, и они могли совместно использоваться всеми приложениями.

Вирт понял, что компонентно-ориентированное программирование требовало некоторых средств объектно-ориентированного программирования, таких как упрятывание информации [information hiding], позднее связывание [late binding] и полиморфизм [polymorphism].

Упрятывание информации было сильной чертой Модулы-2. Позднее связывание поддерживалось в Модуле-2 посредством процедурных переменных. Однако там не было полиморфизма.

По этой причине Вирт добавил расширенное переопределение типов [type extension]: тип записей мог быть объявлен как расширение *<потомок>* другого типа записей *<предка>*. Тип-потомок можно было использовать всюду вместо его предков.

Но компонентно-ориентированное программирование выходит за рамки объектно-ориентированного. В системе, построенной из компонент, компонента может разделять свои структуры данных с произвольным числом других компонент, о которых она ничего не знает. Эти компоненты обычно также не знают о существовании друг друга. Такое взаимное незнание делает управление динамическими структурами данных, и в частности правильное освобождение уже ненужной памяти, принципиально более трудной проблемой, чем в закрытых программных системах. Следовательно, необходимо оставить на долю реализации языка всю работу по определению момента, когда какая-то область памяти более не нужна, чтобы повторно использовать ее без ущерба для безопасности системы. Системный сервис, выполняющий такую автоматическую утилизацию памяти, называется сборщик мусора [garbage collector]. Сбор мусора предотвращает две из числа наиболее труднонаходимых и попросту опасных ошибок в программах: утечки памяти [memory leaks] (когда более не используемая память не освобождается) и висячие ссылки [dangling pointers] (преждевременное освобождение памяти). Висячие ссылки позволяют одной компоненте разрушить структуры данных, принадлежащие другим. Такое нарушение защиты по типам [type safety] должно быть предотвращено, т.к. компонентные системы могут содержать много независимо написанных компонент неизвестного качества (например, полученных из Интернета).

Хотя алголоподобные языки всегда имели высокую репутацию в отношении безопасности, введение полной защиты типов (и, следовательно, сбора мусора) было квантовым прыжком. Именно по этой причине полная совместимость с Модулой-2 оказалась невозможной. Получившаяся модификация Модулы-2 была названа как и вся система — Оберон.

Система модулей в Обероне, как и в Модуле-2, обеспечивала упрятывание информации для целых семейств типов, а не только для отдельных объектов. Это позволило определять и гарантировать инварианты для нескольких взаимодействующих объектов. Другими словами, разработчики получили возможность разрабатывать механизмы защиты более высокого уровня, отталкиваясь от базовых средств защиты на уровне модулей [module safety] и защиты по типам, обеспечиваемых хорошей реализацией Оберона.

Такие ортодоксальные объектно-ориентированные языки, как Smalltalk, пренебрегали как типизацией переменных (там вообще нет понятия тип переменной), так и упрятыванием информации (ограничивая ее объектами и классами), что было большим шагом назад в технологии программирования. Оберон примирил миры объектно-ориентированного и модульного программирования.

Последнее требование компонентно-ориентированного программирования — возможность динамически загружать новые компоненты. В Обероне единица загрузки та же, что и единица компиляции — модуль.

Компонентный Паскаль

В 1992 г. сотрудничество с профессором Х.П. Мёссенбёком (H.P. Mo:ssenbo:ck) привело к нескольким добавлениям к первоначальному языку Оберон ("Оберон-2"). Так возник фактический стандарт языка.

В 1997 г. компания Oberon microsystems, Inc., отпочковавшаяся [spin-off] от ETH (с Виртом в составе совета директоров), сделала некоторые небольшие добавления к Оберону-2 и назвала его Компонентный Паскаль.

Данное название выбрано, чтобы четче выразить как его нацеленность (компонентно-ориентированное программирование), так и его происхождение (Паскаль). Это промышленная версия Оберона, являющаяся наследницей первоначального Паскаля и Модулы-2.

Главная идея уточнений по сравнению с Обероном-2 была в том, чтобы дать проектировщику компонентного каркаса [component framework] (т.е. интерфейсов модулей, определяющих абстрактные классы для конкретной проблемной области) более полный контроль над ее проектируемыми свойствами в плане безопасности. Положительным результатом стало то, что теперь легче обеспечить целостность больших компонентных систем, что особенно важно во время итеративных циклов проектирования, когда библиотека разрабатывается, и позднее, когда архитектура системы должна быть переработана, чтобы обеспечить дальнейшую эволюцию и поддержку.

BlackBox

Компания Oberon microsystems разрабатывала компонентную библиотеку BlackBox Component Framework начиная с 1992 г. (сначала библиотека называлась Oberon/F).

Эта библиотека написана на Компонентном Паскале и упрощает разработку компонент графического пользовательского интерфейса. Она поставляется с несколькими компонентами, включая текстовый редактор, систему визуального проектирования, средство доступа к базам данных SQL, интегрированную среду разработки, а также систему поддержки выполнения программ на Компонентном Паскале. Весь пакет представляет собой развитый, но весьма нетребовательный к системным ресурсам инструмент быстрой разработки компонентных приложений, названный BlackBox Component Builder. Он нетребователен к системным ресурсам, т.к. полностью построен из модулей Компонентного Паскаля — включая ядро со сборщиком мусора, а также самого компилятора для языка Компонентный Паскаль. Это — иллюстрация как мощи концепции компонентного программного обеспечения вообще, так и адекватности языка Компонентный Паскаль в частности.

Недавно диапазон приложений системы BlackBox Component Builder был значительно расширен за счет среды кросс-программирования *<т.е. программирование для процессоров, отличных от того, на котором работает система; обычно это специализированные процессоры для встроенных систем — прим. перев.>* Denia, которая является компонентой, расширяющей BlackBox.

Denia позволяет выполнять кросс-программирование на Компонентном Паскале для новой операционной системы реального времени JBed, которая тоже полностью реализована на Компонентном Паскале. JBed предназначен для встроенных систем и

приложений с жесткими требованиями реального времени [hard real-time requirements], например, в робототехнике и промышленной автоматизации. <О сложности этого класса приложений свидетельствует тот факт, что компания Майкрософт отказалась от продвижения своих операционных систем в этом сегменте рынка — прим. перев.>

О дисциплине программирования

(Почему в Обероне/Компонентном Паскале ограничена "свобода творчества" программиста.)

Особенность Оберона/Компонентного Паскаля — безусловный приоритет, отдаваемый безопасности программ, в том числе защите как пользователей, так и самого программиста от его же собственных случайных ошибок.

С этой целью из языка и системы программирования просто-напросто исключен ряд средств и опций, обычно имеющих в "профессиональных" системах. Прежде всего бросается в глаза:

- Отсутствие оператора безусловного перехода GOTO.
- Невозможность отключить проверки индексов на предмет выхода за границы массивов.
- Отсутствие пошагового отладчика.

Такая суровая дисциплина на первый взгляд кажется чрезмерной и ставит в тупик недостаточно подготовленного программиста. Но на самом деле упомянутые выше средства (как и некоторые другие из числа более новых; см., например, [Сообщение...](#)) — всего лишь тупики полувекового поиска наиболее эффективных технологий программирования.

Не всякое выдуманное за 50 лет средство полезно и эффективно, но понимание этого в каждом конкретном случае приходит только с опытом.

Как правило создатели новых языков и систем программирования не могут не продемонстрировать миру свою изощренность, включая в них новомодные прикрасы. А программисты не могут не доказать начальству и коллегам свое остроумие в немедленном и всевозможном использовании новинок.

Проблема в том, что все бывшие новинки — раз уж они были включены в языки и системы программирования — сохраняются в дальнейшем, даже если практика указывает на их порочность.

Сохраняются в силу необходимости обеспечивать совместимость с наследием прошлого:

- программным наследием — горами уже написанных программ, от которых оказывается нелегко избавиться;
- человеческим капиталом — заслуженными программистами, переучить которых также трудно, как и переписать старые программы.

Что касается GOTO и проч., то, с одной стороны, доказано, что отказ от упомянутых средств **не ограничивает** создаваемые программы ни в плане алгоритмических возможностей, ни в плане эффективности (скорее даже наоборот).

С другой стороны, такой отказ **гарантирует**, что получившаяся программа будет иметь ряд чрезвычайно желательных свойств — четкую структуру, верифицируемость и повышенную надежность. Ни один настоящий профессионал не позволит себе

пренебречь этими свойствами, даже если это потребует от него определенной интеллектуальной дисциплины.

Главная проблема в том, что надлежащая **дисциплина программирования** не может возникнуть сама по себе: она требует целенаправленного обучения.

(Попробуйте, например, освоить грамотный горнолыжный поворот — т.наз. угловинтовое движение: без квалифицированного тренера получится только поворот "броском зада". Разве грамотное программирование проще?)

Возвращаясь к списку средств, исключенных из Оберона/Компонентного Паскаля: более подробно каждое из них обсуждается отдельно. Там же содержатся и дальнейшие аргументы в пользу "сурового" дизайна средств программирования.

История изгнания оператора GOTO

С оператором GOTO к настоящему времени достигнута полная ясность: в языке программирования для серьезной работы оператора GOTO быть не должно. История его изгнания весьма поучительна.

Наличие GOTO в машинном языке понятно: там важна экономия средств, а с помощью одного этого оператора можно смоделировать любые структуры управления (операторы IF, FOR, WHILE и т.д.).

По той же причине в 50-е годы GOTO был автоматически включен в первые языки программирования (например, фортран): ведь еще не было ясно, ни что такое хорошие программы, ни как их строить.

К концу 60-х гг. анализ уже накопленного опыта выявил (см. знаменитое письмо выдающегося теоретика систематического программирования Э.Дейкстры ["Go To Statement Considered Harmful"](#)), что бесконтрольное использование GOTO приводит к "спагетти" — программам, хаотически напичканным операторами GOTO, в которых отследить все возможные состояния вычислительного процесса — а следовательно, и убедиться в корректности программы — становится практически невозможно.

Вслед за работами Дейкстры и др. возникла методология **структурного программирования** (Здесь часто говорят о "программировании без GOTO", хотя это [слишком грубое упрощение](#)).

В структурном программировании был найден минимальный набор управляющих структур для систематического построения эффективных программ (IF, WHILE и т.п.; все они представлены в Обероне/Компонентном Паскале).

В 70-е гг. "проблема GOTO" еще активно дискутировалась, но к настоящему времени вопрос исчерпан: GOTO не нужен и вреден, и защищать его не возьмется ни один серьезный специалист. Наличие GOTO в старых языках — следствие необходимости обеспечить совместимость с "программным наследием"; а его наличие в новых — признак некомпетентности проектировщика.

Но почему оператор GOTO следует вообще исключать из языка программирования, ведь, казалось бы, им можно просто не пользоваться, оставив лишь на всякий пожарный случай? Ответ заключается в следующем.

В эволюции больших программных проектов наблюдается феномен **насыщения степеней свободы языка программирования**, т.е. тенденция к использованию всех возможных средств языка, причем проконтролировать это трудно.

Насыщение происходит по ряду причин: участие многих программистов, значительная часть которых относится к категории самоучек; использование программ, написанных вне данного проекта; соблазн поставить быструю "заплатку" — соблазн зачастую непреодолимый под давлением жесткого графика.

Но **такие заплатки как ржавчина**: стоит ржавчине появиться в одной точке, и она начинает расти, разъедавая конструкцию.

Проблема усугубляется в случае программистов-самоучек — а таких большинство, т.к. цифровая революция развивается слишком быстро, требуя большего числа специалистов, нежели может поставлять система образования. Причем, она сама в значительной степени построена из самоучек: нередко "образование" сводится к семестровому курсу, в котором объясняется синтаксис фортрана или С под сопровождением благоглупостей вроде "программирование — просто раздел прикладной математики" или "настоящему программисту все равно, на каком языке писать".

Программисты-самоучки, особенно начинающие, нередко убеждены, что "крутизна" программирования в том, чтобы как можно хитроумней использовать как можно больше средств языка в каждой программе: ведь им пришлось учить про них к экзамену!

Из документации, где просто перечислены все средства — как и из большинства руководств, сляпанных по принципу разжевывания документации — невозможно узнать, что то или иное средство было просто сделанной когда-то ошибкой дизайнера.

Поэтому наилучшее решение проблемы GOTO — радикальное: просто исключить его из языка.

Пример. Пусть дан массив из n целочисленных элементов $a[0] \dots a[n-1]$.

Описание на Обероне/Компонентном Паскале:

```
VAR a: ARRAY n OF INTEGER;
```

Пусть про этот массив известно, что один из элементов равен x . Требуется найти этот элемент и записать его позицию в целую переменную i .

Типичный начинающий программист (и многие "профессионалы") сразу напишет FOR с вложенной проверкой и начнет искать способ выйти из цикла:

```
FOR i := 0 TO n-1 DO
  IF a[i] = x THEN ... END
END
```

Но в Обероне/Компонентном Паскале из цикла FOR выйти просто так нельзя. Если не отказываться от цикла FOR (см. ниже решение этой задачи с циклом WHILE), то единственный способ это сделать — заключить цикл в процедуру и использовать оператор RETURN, позволяющий выйти из процедуры в произвольной точке:

```
PROCEDURE Найти (VAR pos: INTEGER);
  VAR i: INTEGER;
BEGIN
  FOR i := 0 TO n-1 DO
    IF a[i] = x THEN pos := i; RETURN END
  END
END Найти
```

Тогда в основной программе вместо цикла нужно вызвать эту процедуру:

```
Найти( i )
```

Еще можно заменить FOR на оператор LOOP, в теле которого допускается выход на конец цикла (оператор EXIT).

Но ни в том, ни в другом случае нельзя "выпрыгнуть" вообще в произвольную точку вне цикла: RETURN "прыгает" на конец процедуры, а EXIT — на конец цикла. Таким образом программа остается достаточно структурированной.

Кстати, вот классическое "правильное" решение в стиле Дейкстры, выраженное на Обероне/Компонентном Паскале:

```
  i := 0;
  WHILE (i < n) & (a[i] # x) DO
    i := i + 1
  END
```

Напомним, что вычисление логических выражений в Обероне/Компонентном Паскале производится по правилу "короткого замыкания": если результат логической операции можно определить по первому операнду, то второй не вычисляется.

В данном случае по достижении $i = n$ первый операнд ($i < n$) даст FALSE, так что результатом операции & (логическое И) тоже будет FALSE, и выход из цикла произойдет сразу, без вычисления второго операнда.

Заметим, что вычисление второго операнда привело бы к ошибке и аварийной остановке программы из-за выхода за верхнюю границу массива. (О проверках выхода за границы массивов в Обероне/Компонентном Паскале см. далее.).

Правило весьма удобно при систематической разработке алгоритмов и приводит к лаконичным программам; одно это правило исключает множество ситуаций, где наивный инстинкт требует использовать GOTO. Много примеров на этот счет — в том числе гораздо менее тривиальных, чем приведенный — дано в книгах Гриса и Дейкстры в [нашем списке](#).

Заметим еще, что по приведенной стандартной схеме решается большое число задач, сводящихся к задаче поиска:

```
  <инициализация цикла>
  WHILE <условие ограничения поиска> & ~(<условие окончания
поиска>) DO
    i := i + 1
  END
```

Логическое значение, выражающее успех поиска, равно значению выражения <условие ограничения поиска> после выхода из цикла.

О структурном программировании и отсутствии GOTO

Говорить о структурном программировании как о "программировании без GOTO" — слишком грубое упрощение. Если просто взять наивную программу с парой вложенных циклов и выходами из них с помощью GOTO и механически исключить GOTO, вводя дополнительные логические переменные, то "исправленная" программа может оказаться еще менее ясной, чем исходная.

Вот пример подобного рода программы без единого GOTO, навеянной на Компонентном Паскале энергичным программистом-самоучкой:

```
PROCEDURE (obj:setGuider) generate*,NEW;
  VAR exit,reset:BOOLEAN;i:INTEGER;
```

```

BEGIN
  exit:=FALSE; reset:=FALSE; i:=LEN(obj.content)-1;
  WHILE exit=FALSE
    DO
      IF i>=0 THEN
        obj.content[i].checkFull();
        IF obj.content[i].full=FALSE THEN
          obj.content[i].add();

          exit:=TRUE;
        ELSE
          reset:=TRUE;
          obj.content[i].reset();
          DEC(i);
        END;
        IF (reset=TRUE) & (exit=TRUE) THEN
          obj.setMax(i);
        END;
      ELSE
        exit:=TRUE;
        obj.end:=TRUE;
      END;
    END;
  END generate;

```

Отметим достаточно типичное неумение пользоваться логическими выражениями: WHILE exit = false DO ... вместо просто WHILE ~exit DO ...

А вот эквивалентная хорошо структурированная программа:

```

PROCEDURE ( sg: SetGuider ) Next*, NEW;
  VAR i: INTEGER; c: POINTER TO ARRAY OF Set;
BEGIN
  c := sg.content;
  i := LEN(c) - 1;
  WHILE ( i >= 0 ) & c[i].IsFull() DO
    c[i].Reset(); i := i - 1
  END;
  IF i < 0 THEN
    sg.end := TRUE
  ELSE
    c[ i ].Inc();
    IF i < LEN( c ) - 1 THEN sg.SetMax( i ) END
  END
END Next;

```

Здесь сразу видно, что цикл WHILE устроен по принципу поиска в массиве первого с конца элемента, не обладающего свойством c[i].IsFull():

ПОКА (не вышли из массива) И (текущий эл-т не удовлетворяет условию поиска) ДЕЛАТЬ ...,

а оператор IF в конце — стандартный обработчик двух возможных состояний после выхода из цикла:

ЕСЛИ (вышли из массива, т.е. дошли до конца, не найдя элемента) ТО ...

А теперь представьте себе, что вам нужно модифицировать эту программу под новую задачу: очевидно, что во втором случае это сделать не только намного легче, но и минимален риск внести при исправлении ошибку. Именно в этом и заключается цель применения структурного программирования.

Впрочем, польза от механического исключения GOTO есть: по крайней мере так можно доказать, что без GOTO можно обойтись в любых программах (см. книгу Лингера и др. в [списке литературы](#)).

О проверках выхода индексов за границы массивов

В старых языках программирования (фортран и т.п.) при обращении к элементам массива компилятор, как правило, не предусматривает проверок, выходит ли индекс за границы массива.

В другом старом языке — С, где с массивами можно работать с помощью указателей — подобные проверки вообще могут быть невозможны.

В таких условиях, если происходит ошибочное обращение к несуществующим элементам массива, то программа просто считывает содержимое ячеек памяти, никакого отношения к данному массиву не имеющих, либо записывает туда какую-то информацию, портя содержимое других переменных, возможно, в других программах, и затем продолжает свою работу, уже скорее всего бессмысленную. В конце - концов либо выдается невнятный результат, либо программа аварийно останавливается в какой-то точке, не имеющей никакого отношения к ошибке. Либо что-то неожиданное происходит с другими программами на компьютере.

Понятно, что искать ошибку такого рода отнюдь не легко — ведь при каждом новом вызове программа может загружаться в разные области памяти и, соответственно, ошибочно обращаться к разным областям памяти.

Когда было обнаружено, насколько велика доля ошибок, связанных с выходом за границы массивов, в компиляторы стали добавлять возможность включать в код проверку индексов на предмет выхода за границы массива. Но это обычно делается, только если компилятор работает в специальном "отладочном" режиме. Разумеется, "настоящий" программист считает отладочный режим средством для новичков - "чайников".

Оберон/Компонентный Паскаль не предусматривает никакого специального отладочного режима, а проверки индексов на предмет выхода за границы массива отключить просто нельзя. В результате "настоящий" программист чувствует, что ему навязана роль "чайника", и выдвигает следующее "практическое" возражение: дескать, включение таких проверок увеличивает и замедляет скомпилированную программу.

На самом деле экспериментальное изучение программ доказывает, что и тот и другой эффект в подавляющем большинстве случаев ничтожен (при условии тщательного дизайна языка и компилятора, как это имеет место для Оберона/Компонентного Паскаля).

Жертвовать же надежностью *всех* программ ради ускорения пусть даже на десяток процентов в редком случае — безответственно (гораздо чаще имеет место замедление на уровне 1%, если его вообще удастся достоверно измерить).

Если же такая редкая программа предназначена для частого использования, то и оптимизировать ее нужно особыми методами, например, переписав соответствующий

фрагмент непосредственно в машинных кодах. Цикл, в котором проверка индексов заметно сказывается на производительности, вряд ли будет сложным, так что написать несколько команд в машинных кодах труда не составит для специалистов, которые обычно занимаются такими программами.

О том, как включать фрагменты в машинных кодах непосредственно в программу на Компонентном Паскале, см. в документации Блэкбокса *Platform-Specific Issues*, раздел *Code procedures*).

Возможно и возражение метафизическое, мол, ограничения такого рода (как и исключение [оператора GOTO](#), и т.п.), навязываемые "профессионалу", ограничивают его свободу творчества.

Но, **во-первых**, величина и сложность подавляющего большинства полезных программ оставляет достаточный простор для творчества и за вычетом мелкой возни с индексами массивов.

Во-вторых, программирование — сколько бы ни было в нем от искусства — это прежде всего эффективное создание правильных, надежных и эффективных программ (эффективность не имеет смысла, если программа неправильная или приводит к взрыву ракеты или потере финансовой отчетности).

Посмотрим, с этой точки зрения, на вариант ошибки такого рода из числа наихудших. А именно, на ситуацию, когда данные, записываемые в массив, поступают из Интернета.

В таком случае, если программа не проверяет выход за границу буфера — массива, предназначенного для записи приходящей из Интернета информации, — можно заставить программу записать в какую-то область памяти исполняемый код и даже передать ему управление, тем самым перехватив управление компьютером. Именно в этом состоит излюбленный хакерами способ проникать в компьютеры, подключенные к Интернету — атака посредством переполнения буфера (buffer overflow).

Сообщениями о таких атаках пестрят новостные ленты компьютерного мира. Например, вспомним одну поучительную историю. В августе 2001 г. вице-президент Майкрософт Джим Олчин (Jim Allchin) объявил во время доклада на открытии конференции Intel Developers Forum в Сан Хосе, что в новой операционной системе Windows XP все возможные проблемы из разряда переполнения буфера были устранены посредством специального анализа исходных текстов на предмет безопасности (security audit).

Но в декабре того же года была найдена "дыра" в одной из программ в составе Windows XP (в программах поддержки стандарта подключения внешних устройств Universal Plug and Play) — причем дыра оказалась именно из категории переполнения буфера.

- **Вопрос:** Что мешает Майкрософт компилировать Windows XP с включенной опцией контроля выхода за границы массивов?

Ответ: Неадекватность языков и компиляторов, использованных в написании операционной системы (С и С++).

- **Вопрос:** Почему аудит исходных текстов, о котором объявил Джим Олчин, не обнаружил этой проблемы?

Ответ: Потому что вовсе не равна нулю вероятность ошибиться живым людям, выполнявшим аудит 50 миллионов строк программ на нечитабельном языке типа С.

- **Вопрос:** Почему столь важный продукт, как операционная система, используемая на сотне миллионов компьютеров во всем мире, строится на столь гнилом фундаменте, как язык программирования, для которого нельзя написать компилятор, генерирующий эффективный и безопасный код, с тем чтобы переложить тривиальный механический труд по нудной проверке индексов массивов с человека, которому свойственно ошибаться при выполнении механических процедур, на компьютер, который именно для таких процедур и придуман?

Ответ: Потому что подавляющее большинство программистов Майкрософт, начиная с Билла Гейтса, — как бы хорошо ни была организована их работа и какими бы талантливыми индивидуумами они ни были сами по себе — классические программисты-самоучки, втянутые в круговорот компьютерной революции большими деньгами и задумывающиеся о методологии программирования только под сильной угрозой со стороны конкурентов.

В начале 2002 г. Майкрософт на месяц приостановила нормальную работу, чтобы программистский персонал мог специально сосредоточиться на проблемах безопасности и надежности программ. Если оценить количество программистов Майкрософт в 20 тысяч человек при зарплате от \$150 тыс. в год и выше, то стоимость месячника повышения квалификации выйдет не меньше 250 миллионов долларов.

Майкрософт в состоянии это себе позволить. Остальным, видимо, все же дешевле перейти на инструменты программирования, где проверки индексов массивов не отключаются.

Впрочем, и сама компания Майкрософт в настоящее время переходит на платформу .NET, в которой главный язык программирования — т.наз. С# — смоделирован во многом, в том числе и в отношении безопасности программирования, по образцу Оберона.

Почему порочно "наивное" программирование с пошаговым отладчиком

Пошаговый отладчик — обязательный элемент традиционного "наивного" подхода к программированию, практикуемого подавляющим большинством программистов-самоучек (в том числе зарабатывающих программированием на жизнь и поэтому называющих себя "профессионалами").

Этот подход заключается в том, чтобы написать первый вариант программы более или менее наугад, а потом "отлаживать" ее, ставя программные заплатки на основе наблюдений за поведением программы с помощью пошагового отладчика.

С профессиональной точки зрения неадекватность подхода "начнем как попало, потом отладим" заключается в следующем:

- в низкой производительности программиста, так как поиск решения — т.е. построение программы — осуществляется в значительной степени наугад (хорошо известно выражение "агония отладки" — "the agony of debugging");
- в неприемлемо низком качестве получающихся "златанных" программ (трудность сопровождения, низкая надежность; подробнее об этом см. [ниже](#)).

С точки зрения обучения программированию, хорошо известно, что **лучше всего усваивается то, что изучается в начале курса**. Поэтому начинающие программисты быстро и прочно привыкают полагаться на пошаговый отладчик при создании программы, слепленной как попало.

Переучиваться всегда намного труднее, чем научиться правильной технике с самого начала, хотя "правильное" обучение может быть довольно скучным делом. В этом смысле дело здесь обстоит как в спорте: при серьезном обучении начинающих, скажем, горнолыжников достаточно долго обучают скучным элементам техники боковых соскальзываний и т.п., прежде чем разрешить делать первые повороты на склоне.

Видимо, и начинающих программистов следует достаточно долго с мелом и карандашом обучать элементам логики, правильному построению простейших циклов и т.п., прежде чем подпускать к клавиатуре с заданием написать работающую программу.

Альтернативой наивному подходу являются систематические методы, в которых программа выводится из требуемых пред- и пост-условий (см. книги Вирта, Гриса и Дейкстры в [списке литературы](#)).

Такое проектирование опирается на систематическую верификацию (доказательство, проверку) логических свойств программы, которые должны удовлетворяться в ключевых точках программы (пред- и пост-условия для процедур, инварианты циклов и т.п.). Тогда и "отладка" в идеале сводится к устранению синтаксических ошибок и мелких описок.

Для такого систематического программирования более чем достаточны средства, предлагаемые в Блэкбоксе (при аварийной остановке — например, если нарушено логическое условие в ASSERT — Блэкбокс дает возможность исследовать состояние локальных переменных всех процедур в цепочке вызовов, приведших к аварийной остановке, а также глобальных переменных всех модулей).

Отсутствие пошагового отладчика дисциплинирует процесс программирования подобно тому, как невозможность применить GOTO стимулирует использование методов, приводящих к программам, имеющим хорошую структуру.

Чем плохи "залатанные" программы

1. Такие программы очень трудно сопровождать. Хорошо известна эмпирическая закономерность, что время жизни программ превосходит ожидания их авторов: после успешного решения одной задачи возникает желание воспользоваться решением еще раз. Но задачи меняются, и старые программы приходится "сопровождать" — приспособлять к меняющимся условиям. Опыт показывает, что сопровождение отнимает львиную долю усилий программистов.

Сопровождать программу можно только четко понимая, что и как она делает. Даже если сопровождением занимается автор программы, то отнюдь не факт, что он помнит детали своих старых кодов (простой пример из жизни: перенос макросов для MS Word между версиями 6.0 и 2002, предугадать который было совершенно невозможно при их написании в 1994 г.).

Разобраться с "залатанной" программой как правило гораздо труднее, чем с программой, построенной систематическими методами.

Поэтому, кстати, и вероятность внесения новых, причем трудно устранимых ошибок при модификации тоже велика, а дальнейшее "залатывание" — даже если оно и

завершится чем-то похожим на успех — еще сильнее запутает структуру программы и заложит основу для еще **больших** проблем в будущем. Этот известный эффект можно назвать *законом повышением энтропии* в структуре больших программ.

2. Такие программы страдают низкой надежностью. С "залатанной" программой никогда нет уверенности, что в ней предусмотрены все ситуации, которые могут возникнуть при выполнении. Поэтому такую программу нельзя считать надежной.

Конечно, абсолютно надежной нельзя считать никакую достаточно сложную программу. Но, во-первых, надежность программ повышается действительно радикально, если использовать соответствующие методы и инструменты (языки и т.п.). В интервью директора Центра по надежности программного обеспечения университета Карнеги-Меллон (США) отмечалось, что 95% из более чем 50 тысяч программных дефектов, исследованных центром за 9 месяцев 2002 г., относятся к категории "предотвратимых", т.е. таких, которые исключаются при использовании надлежащих средств программирования.

Во-вторых, нужно учесть и стоимость ошибок для тех, кто программой будет пользоваться: даже потерей пяти минут работы из-за сбоя редактора трудно пренебрегать, если умножить эффект на миллионы пользователей. Тем более если речь идет о потере [космической ракеты](#) стоимостью сотни миллионов долларов.

Система BlackBox

Систему Блэкбокс проще всего установить простым копированием на жесткий или флэш диск уже готового комплекта. Готовые комплекты (для школ, университетов и т.п.) в виде архивов свободно доступны, например, с сайта проекта Информатика-21 (<http://www.inr.ac.ru/~info21/>). Так можно в разных папках установить любое число независимых вариантов конфигурации Блэкбокса для разных целей. При этом не будут установлены ассоциации с расширениями имен файлов в операционной системе, но обычно это и не нужно. Именно такой способ установки Блэкбокса и рекомендуется.

Ниже описывается способ установки Блэкбокса из оригинального дистрибутива, при котором создаются и все ассоциации. После такой установки можно просто скопировать любой из комплектов с сайта проекта Информатика-21 поверх инсталляции.

Первичная установка системы Блэкбокс

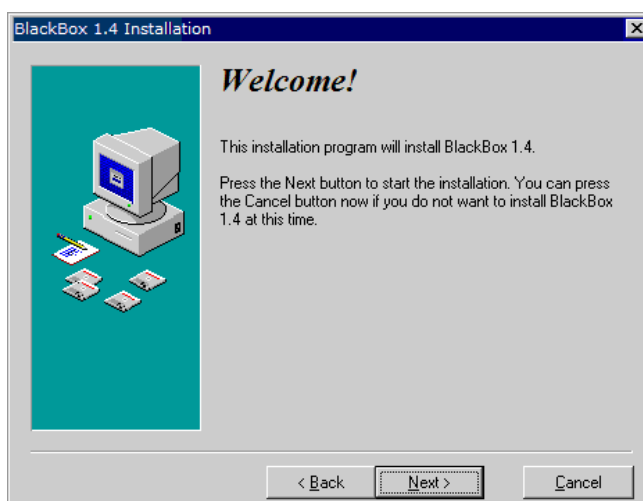
Настоящая инструкция касается операционных систем MS Windows 95 и более новых. О Windows 3.1 сказано [отдельно](#).

Блэкбокс потребует чуть меньше 20 MB на диске для полной установки, для минимальной (без поддержки MS Office) — чуть больше 10 MB.

Получив дистрибутив, достаточно просто выполнить его.

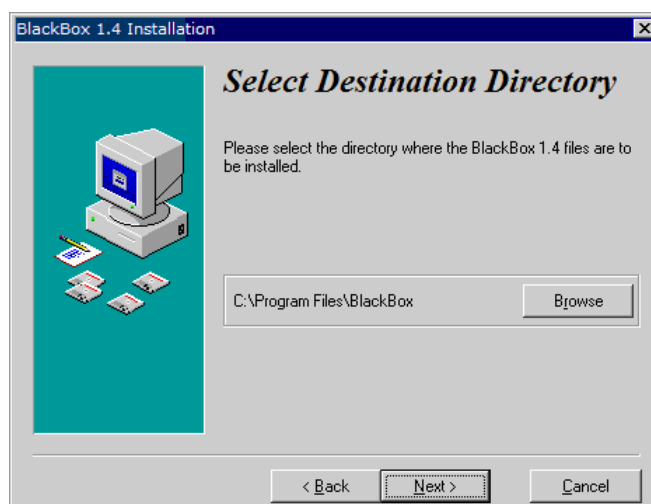
Появится синяя заставка, а также откроется окошко с текстом лицензии и кнопками ОК и Cancel. Нажимая кнопку ОК, вы подтверждаете, что прочли, поняли и обязуетесь выполнять [условия лицензии](#).

После этого откроется новое окошко Welcome с информацией, что Вы устанавливаете Блэкбокс:



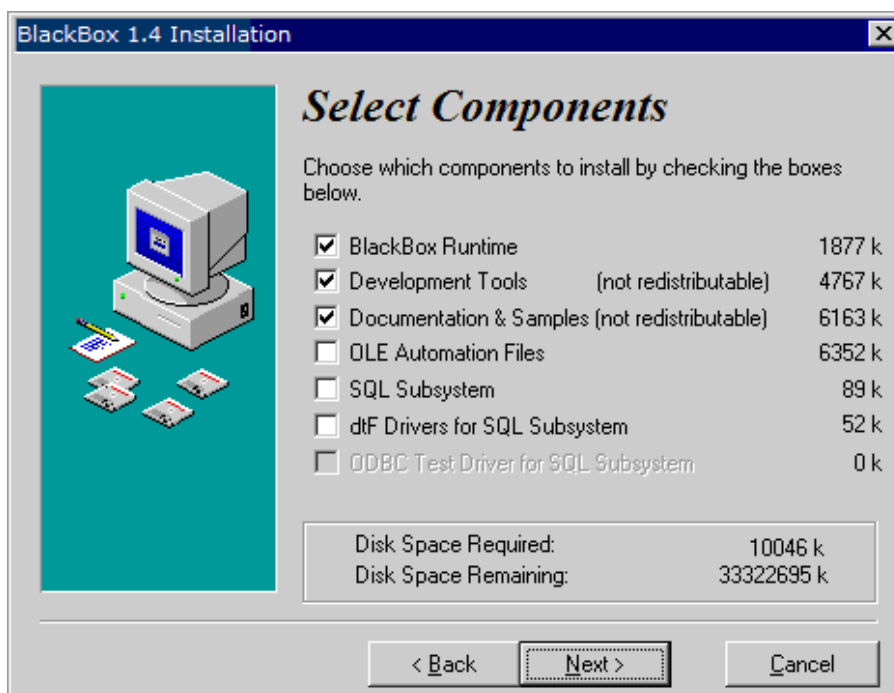
Чтобы продолжать установку, кликните Next.

Затем будет предложено определить, куда устанавливать Блэкбокс:



По умолчанию предлагается папка C:\Program Files\BlackBox -- вы можете сделать собственный выбор (например, поместить систему на другой диск). Для этого достаточно кликнуть по Browse. Выбранную папку для дальнейшего полезно называть *первичная директория Блэкбокса*. После этого кликните по кнопке Next.

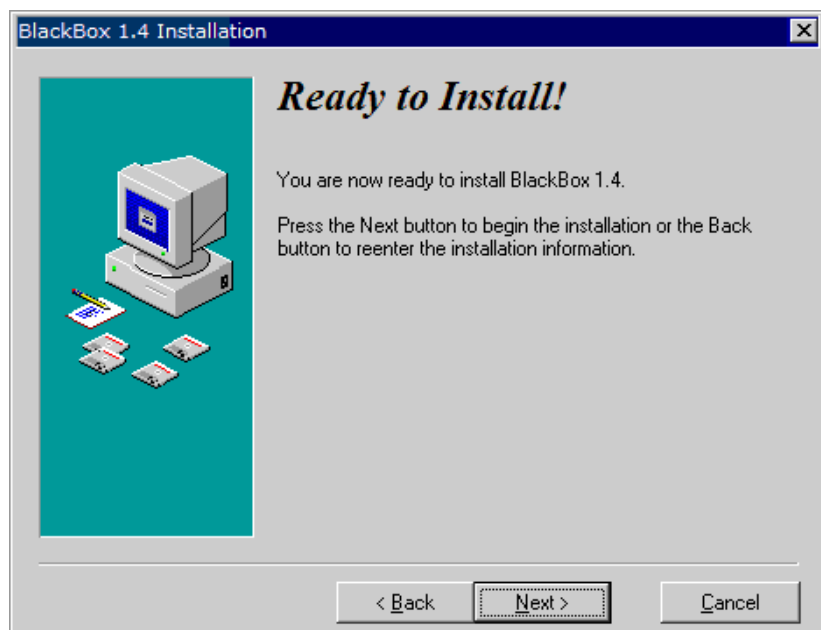
Появится диалог для выбора компонент системы, которые нужно установить. По умолчанию выбраны все (20 MB). В условиях средней школы можно мышкой разотметить последние три опции, как показано ниже — тогда для установки достаточно 10 MB на диске:



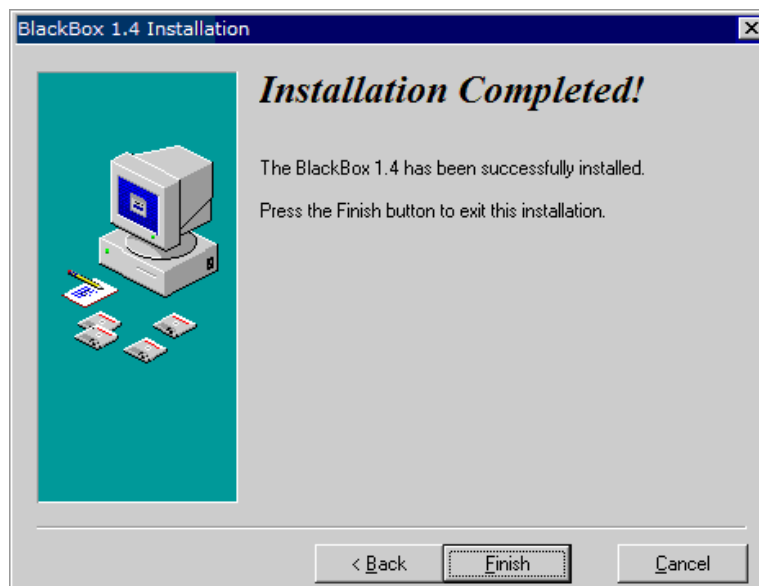
Если Вы собираетесь писать программы, взаимодействующие с Microsoft Office, нужно отметить компоненту OLE Autotmation Files.

Заметим, что доустановить нужные компоненты можно в любой момент, повторив установку.

После клика по Next появится предупреждение о готовности начать инсталляцию:



которая запускается еще одним кликом по Next. Инсталляция завершится быстро:



Нажмите кнопку Finish. На верстаке обнаружите желтую иконку, с помощью которой запускается Блэкбокс:



Рекомендуется пользоваться комплектами Блэкбокса с сайта Информатики-21. В частности, т.наз. базовый комплект в минимальной степени отличается от оригинальной дистрибуции (только русификация компилятора и инструментов системы + переводы документации), — но содержит несколько простых, но очень полезных добавлений (например, возможность автоматического раскрытия синтаксических конструкций по первым буквам с правильной структурой отступов).

Русификация системы Блэкбокс

Все комплекты системы Блэкбокс с сайта проекта Информатика-21 русифицированы: поддерживают полный русский алфавит в идентификаторах Компонентного Паскаля, снабжены полными переводами документации Блэкбокса (папки Doci/ru/ в каждой подсистеме), а редактор и все инструменты Блэкбокса корректно обрабатывают слова и идентификаторы с кириллицей.

Для профессиональной работы и учебной работы на уровне университетов этого достаточно.

В школьной конфигурации выполнена полная русификация — ошибок компилятора (Dev/Rsrc/Errors.odc), всех меню (файлы Rsrc/Menus.odc в каждой подсистеме) и т.п. Кроме того, там по умолчанию включен фильтр, позволяющий компилировать программы на Компонентном Паскале с русскими ключевыми словами. Заметим, что этот фильтр можно настроить и на любой другой национальный язык — достаточно добавить соответствующий словарь (документ Блэкбокса) и, в случае необходимости, поправить команду компиляции в документах, описывающих меню.

Можно создать и любой промежуточный вариант: достаточно скопировать документ Dev/Rsrc/Errors.odc из школьной версии в университетскую, чтобы в последней сообщения компилятора стали русскими. Можно также в любой момент отредактировать этот документ на свой вкус, причем активизировать новый вариант можно, не выходя из Блэкбокса (Dev, Flush Resources).

Вторичные папки Блэкбокса

Механизм вторичных папок полезен в ряде ситуаций: независимая работа нескольких учеников на одном компьютере; ведение нескольких независимых проектов; одновременная работа с несколькими версиями системы Блэкбокс без дублирования всей системы — например, в одной версии меню и сообщения компилятора могут быть переведены на русский язык, а в другом оставлены в английском варианте. Изначально этот вариант был придуман для работы с конфигурацией Блэкбокса, установленной на защищенном сетевом диске; поэтому еще используется название «серверный режим работы Блэкбокса».

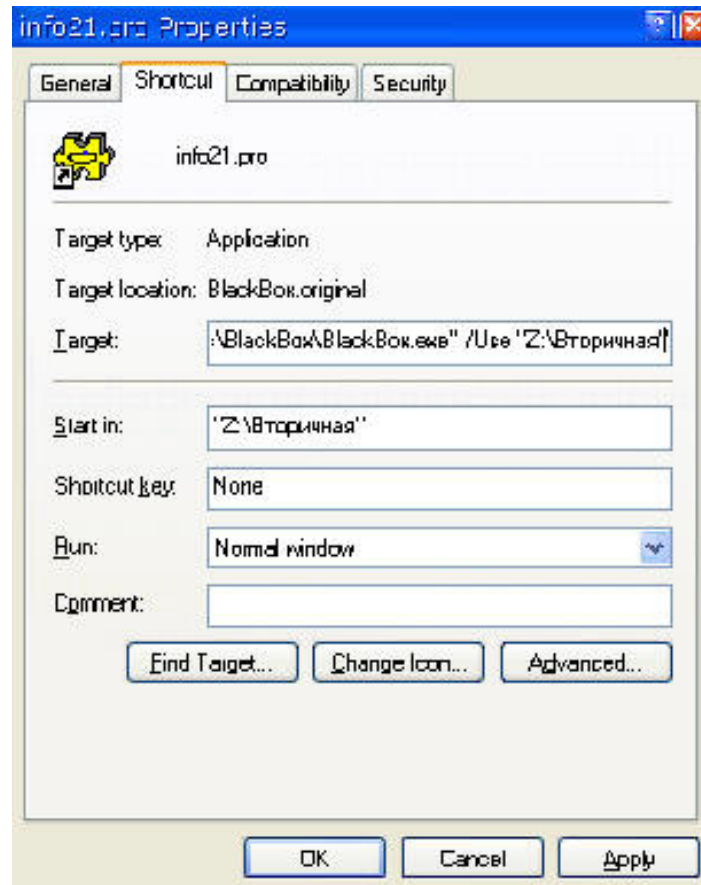
Проще всего организовать такую работу, копируя во вторичные папки (а это могут быть любые папки) запускающий файл StartBlackBox.vbs, создаваемый командой меню Create vbs, добавленной во все комплекты Блэкбокса проекта Информатика-21. При этом запуск Блэкбокса осуществляется активацией (например, двойным кликом) запускающего файла в нужной вторичной папке. Ниже в отдельных разделах описан механизм чтения файлов, а также сохранения исправленных или модифицированных файлов, который применяет Блэкбокс при работе со вторичными папками; этот механизм нужно обязательно понять при работе в этом режиме.

Если по какой-то причине воспользоваться механизмом запускающего файла невозможно, то нужно воспользоваться инструкциям, приводимым ниже.

Напомним, что первичная директория — это та, в которую была произведена первоначальная инсталляция Блэкбокса. Будем предполагать, что это C:\Program Files\BlackBox\.

Выберем любую другую директорию в качестве вторичной. Например, пусть это будет Z:\Вторичная\.

Создадим на рабочем столе ярлык (shortcut) для файла BlackBox.exe — главного загружаемого файла Блэкбокса (например, можно скопировать ярлык, появившийся на рабочем столе при инсталляции Блэкбокса) — и изменим в ярлыке параметры как показано на картинке:



Строка **Target**: содержит следующий текст:

"C:\Program Files\BlackBox\BlackBox.exe" /Use "Z:\Вторичная"

Строка **Start in**: содержит следующий текст:

"Z:\Вторичная"

Теперь можно вызвать Блэкбокс посредством этого ярлыка.

Тогда говорим, что Блэкбокс вызывается во вторичной директории (в данном случае это Z:\Вторичная). Обычный вызов двойным кликом мышки по BlackBox.exe удобно обозначать как вызов в первичной директории.

При вызове во вторичной директории Блэкбокс будет пытаться работать с файлами (если их адреса не заданы в абсолютной форме) так, как если бы вторичная директория была на самом деле первичной, и только не найдя там нужного файла, выполнять повторный поиск в первичной директории.

Более подробно алгоритмы работы с файлами описываются ниже.

Чтение файла

Например, в первичной директории Блэкбокса есть папка Doci, содержащая файл CP-Lang.odc с английской версией "Сообщения о языке Компонентный Паскаль".

Если вызвать Блэкбокс в первичной директории, то нажатие клавиши F1 и затем двойной клик по гиперссылке Language Report откроет "Сообщение" на английском языке.

Теперь во вторичной директории тоже создадим папку Doci, а в ней — файл CP-Lang.odc с каким угодно содержимым (например, с текстом романа "Война и мир"). Вызовем Блэкбокс во вторичной директории как описано выше.

Теперь при попытке открыть "Сообщение .." (F1, затем клик мышкой по Language Report) откроется текст "Войны и мира": файл во вторичной директории "закрыл" для Блэкбокса соответствующий файл в первичной.

Еще пример: пусть мы вызвали Блэкбокс во вторичной директории и пишем новый модуль, в котором импортируется другой модуль, скажем, i21sysEdit.

Тогда при компиляции нового модуля Блэкбоксу будет нужен символьный файл модуля i21sysEdit. Если бы Блэкбокс был вызван в первичной директории, то нужный символьный файл — это Edit.osf в папке i21sys\Mod\ в первичной директории, т.е файл с полным адресом C:\Program Files\BlackBox\i21sys\Mod\Edit.osf.

Но т.к. Блэкбокс был вызван во вторичной директории, то он сначала попытается открыть файл с тем же относительным адресом (i21sys\Mod\Edit.osf), но во вторичной директории, т.е. файл с полным адресом Z:\Вторичная\i21sys\Mod\Edit.osf. И только если такого файла не окажется, Блэкбокс обратится к соответствующему файлу в первичной директории, т.е. C:\Program Files\BlackBox\i21sys\Mod\Edit.osf.

В общем случае, если Блэкбоксу нужен какой-то файл с некоторым относительным адресом в первичной директории, то сначала Блэкбокс попытается найти файл с точно таким же именем и относительным адресом во вторичной директории, и только если файл там не будет обнаружен, будет выполнен поиск в первичной директории.

Запись файла

При записи на диск нового файла Блэкбокс запишет его во вторичной директории с тем же относительным адресом, как и в случае, когда Блэкбокс вызывается непосредственно из первичной директории.

Например, при компиляции модуля i21sysEdit.odc Блэкбокс всегда будет записывать скомпилированный модуль в файл с относительным адресом i21sys\Code\Edit.ocf — независимо от того, в первичной или вторичной директории был вызван Блэкбокс, а также независимо от того, где хранится исходный файл модуля.

Это означает, что в первичной и вторичной директории могут храниться разные версии этого модуля, и тогда при вызове Блэкбокса в первичной или вторичной директории будут активироваться (например, при вызове процедур модуля из меню, при импорте модуля из других модулей и т.п.) соответствующие разные версии модуля.

Ограничения

- 1) Описанный механизм работы с файлами можно обойти, если задавать их адреса в абсолютной форме. Например, в документе, открываемом при нажатии F1, можно поменять гиперссылку на "Сообщение..." так, чтобы там был указан абсолютный адрес (в первоначальной версии там указан относительный адрес). В этом случае будет вызываться один и тот же файл при вызове Блэкбокса и в первичной, и во вторичной директориях.
- 2) Описанный механизм не работает для файла BlackBox.exe (впрочем, обратиться к нему при работе в Блэкбоксе не так просто). Единственный способ работать с разными версиями этого файла — скопировать целиком инсталляцию Блэкбокса в другую папку и там заменить BlackBox.exe. Фактически при этом получится еще одна первичная директория, и работать с ней можно как с первоначальной первичной директорией, созданной при инсталляции Блэкбокса. В частности, можно создавать для нее вторичные директории и т.п.

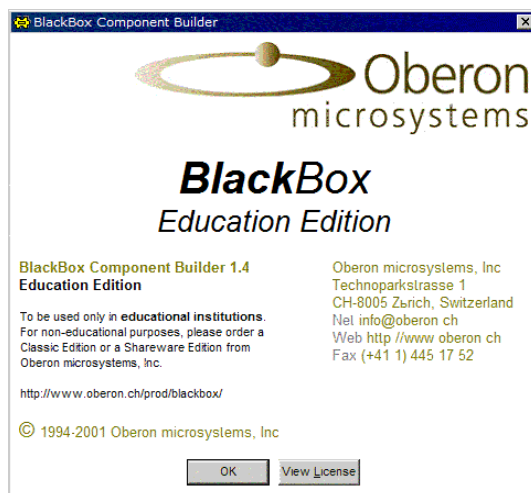
Запуск Блэкбокса и выполнение первой программы

Ниже дано быстрое введение в работу в системе Блэкбокс. Инструкции ориентированы на использование русифицированной версии Блэкбокса в школе. Для опытных программистов в конфигурациях Блэкбокса от Информатики-21 предусмотрен документ «readme, профи!.odc» в основной папке Блэкбокса, его и следует прочесть (из Блэкбокса).

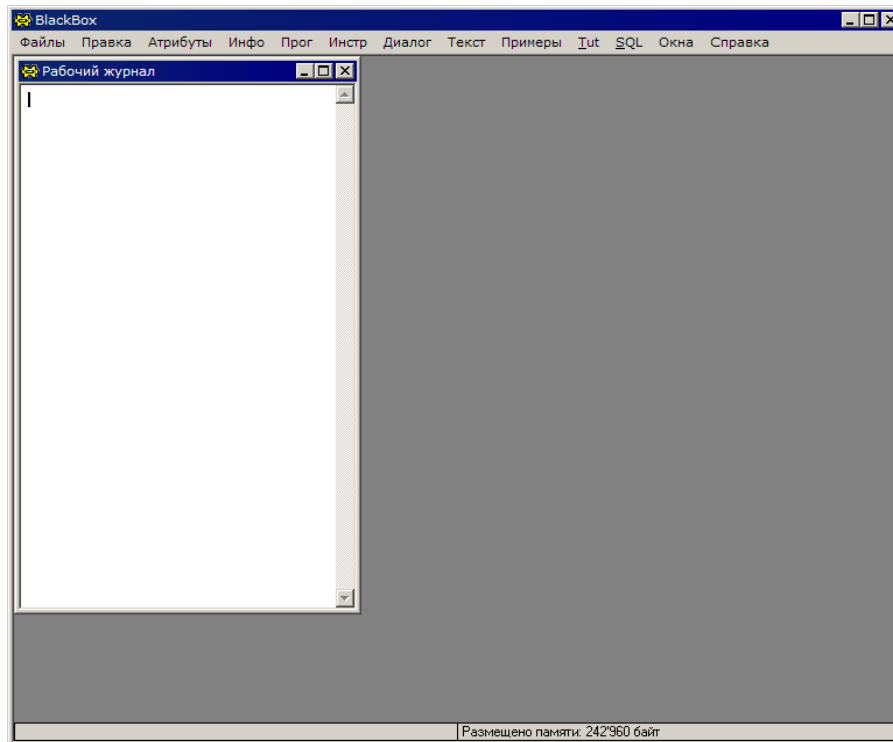
Запуск Блэкбокса производится, например, с помощью желтой иконки, которая возникает на верстаке после первичной установки:



После запуска появится стандартная заставка:



в которой надо кликнуть по ОК. После этого увидим примерно следующее (порядок меню соответствует англоязычной версии):



Пустое окошко — "рабочий журнал" (Log), представляющий собой обычный документ в стандартном формате, используемом в Блэкбоксе (см. Формат документов Блэкбокса). Туда система пишет свои сообщения о компиляции и проч. Туда же удобно направлять простейший вывод (см. Использование рабочего журнала).

Простейшая программа

Простейшая программа на Компонентном Паскале состоит из одного "модуля", состоящего из единственной выполняемой процедуры. Текст модуля может выглядеть так:

```
MODULE Привет;  
  IMPORT StdLog;  
  
  PROCEDURE Сделать*;  
  BEGIN  
    StdLog.String("Привет!")  
  END Сделать;  
  
END Привет.
```

Смысл приведенного текста:

1. В тексте описан единственный модуль, имеющий название Привет. Конец модуля обозначен точкой, которая обязательно должна присутствовать. Перед точкой повторяется имя модуля.
2. В первом операторе модуля (IMPORT StdLog) мы сообщаем компилятору, что собираемся использовать процедуры, содержащиеся в модуле StdLog. Это называется "импортировать" модуль.

Импортируемый модуль должен уже присутствовать в системе в скомпилированном виде (StdLog входит в стандартную дистрибуцию Блэкбокса и предоставляет средства печати в рабочий журнал).

3. В нашем модуле Привет описана единственная процедура, не имеющая параметров, с названием Сделай. В конце процедуры имя должно быть повторено (END Сделай); это правило (как и многие другие) принято, чтобы было легче локализовать ошибки.
4. В заголовке процедуры после ее имени стоит звездочка (показана красным цветом). Это символ экспорта. Он означает, что мы разрешаем этой процедуре быть "видимой снаружи".

В этом случае ее можно будет вызывать из других модулей, если импортировать в них наш модуль Привет так же, как мы импортировали StdLog. Если не поставить звездочку экспорта, то мы вообще не сможем вызвать и выполнить процедуру извне модуля.

5. Процедура Сделай не имеет локальных переменных (о чем говорит отсутствие описаний перед служебным словом BEGIN). Ее выполняемое тело находится между BEGIN и END Сделай.

Тело содержит один оператор StdLog.String("Привет!"), который является вызовом процедуры String, содержащейся в модуле StdLog. Эта процедура имеет один параметр, который должен быть символьной цепочкой произвольной длины (в нашем случае цепочка "Привет!"). Эту цепочку процедура пишет в конец рабочего журнала.

Пара замечаний:

- Слова, написанные большими буквами, являются служебными словами языка Компонентный Паскаль. Они должны быть написаны именно большими буквами (большие и маленькие буквы в Компонентном Паскале различаются). Остальные имена (StdLog, String, Привет, Сделай) — продукт творчества программистов.

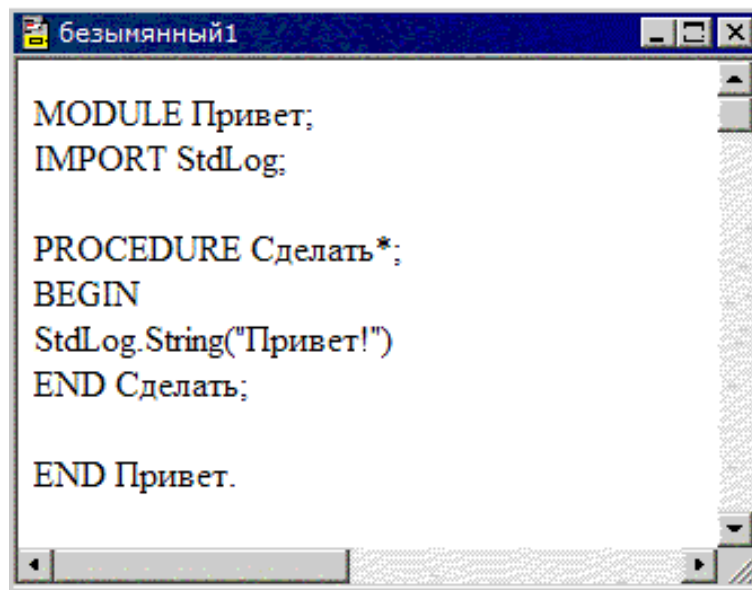
О том, как с удобством печатать служебные слова из больших букв, см. раздел «Ключевые слова из прописных букв»;

- Компилятор игнорирует форматирование текста программы (отступы в начале строк, выбор шрифта — Verdana, Arial, жирный, цвет и т.п.). Ему важно только, чтобы можно было различить служебные слова и идентификаторы.

Теперь воссоздадим эту программу в Блэкбоксе.

Для этого выполним в нем сначала команду меню Файлы --> Новый (в нерусифицированном варианте Files --> New).

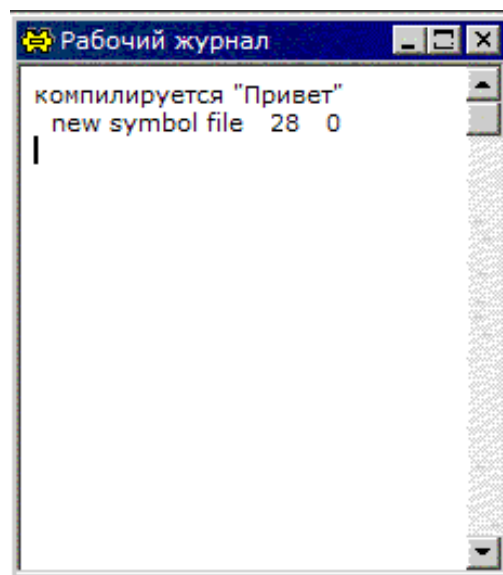
Получим новое пустое окошко, озаглавленное безымянный1 (untitled1). Скопируем в него приведенный выше текст модуля. К сожалению, форматирование (отступы) при этом может быть частично потеряно, и результат может выглядеть так:



Как уже говорилось, детали форматирования компилятору не важны. (О том, как с удобством форматировать отступы, см. Форматирование текста).

Скопировав, выполним команду меню Прог --> Компилировать (Dev --> Compile или просто Ctrl+K с латинским К, переключать на русскую клавиатуру не обязательно).

В рабочем журнале появится примерно следующее:



Сообщение во второй строке означает, что модуль скомпилировался успешно (числа несут информацию о размере получившегося машинного кода — в данном случае 28 байт) и что модуля с таким именем в системе перед данной компиляцией еще не было (слово new).

После компиляции перевод модуля Привет на машинный язык хранится на диске в определенном месте (см. ниже), и Блэкбокс может выполнять процедуры из этого модуля.

Фактически, успешная компиляция модуля автоматически включает модуль в систему, тем самым ее "расширяя".

Кстати, большая часть Блэкбокса представляет собой подобные расширения небольшого ядра. Никакой жесткой грани между модулями Блэкбокса и модулями, добавляемыми программистами, нет.

Скомпилированный файл имеет имя Привет.ocf и хранится — в соответствии с принятыми в Блэкбоксе [соглашениями](#) (см. Организация файлов в Блэкбоксе) — в папке Code в первичной директории Блэкбокса.

Если последняя была выбрана по умолчанию, то полный адрес файла C:\Program Files\BlackBox\Code\Привет.ocf.

- Скомпилированные Блэкбоксом файлы **не** являются ни стандартными exe-, ни dll-файлами. Иначе важнейшие удобства Блэкбокса стали бы невозможны.

П о д р о б н е е :

В Блэкбоксе можно создавать **exe** и **dll** файлы. См. примеры в документации к модулю DevLinker.

Из Блэкбокса можно обращаться к независимо созданным **dll**. Об этом позже ...

- При вызове командой Ctrl+K компилятор считает, что текст модуля стоит в начале документа, т.е. ищет ключевое слово MODULE.

До слова MODULE можно ставить правильные комментарии, заключенные в составные скобки (* и *), а также любые визуальные объекты. Кроме того, компилятор проигнорирует и все, что стоит после точки, оканчивающей модуль.

- О том, как компилятор сообщает об ошибках компиляции см. ниже.

Выполнение программы с помощью «командира»

Опишем простой и удобный способ выполнить процедуру из скомпилированного модуля (есть и другие способы).

Поставим курсор в окошке с нашим модулем в самый конец текста после точки, закрывающей модуль (Ctrl+End).

Выполним команду меню Инстр --> Вставить командир (Tools --> Insert Commander; с клавиатуры Ctrl+Q). Появится черный кружок с белым восклицательным знаком — так называемый **командир** (см. картинку ниже).

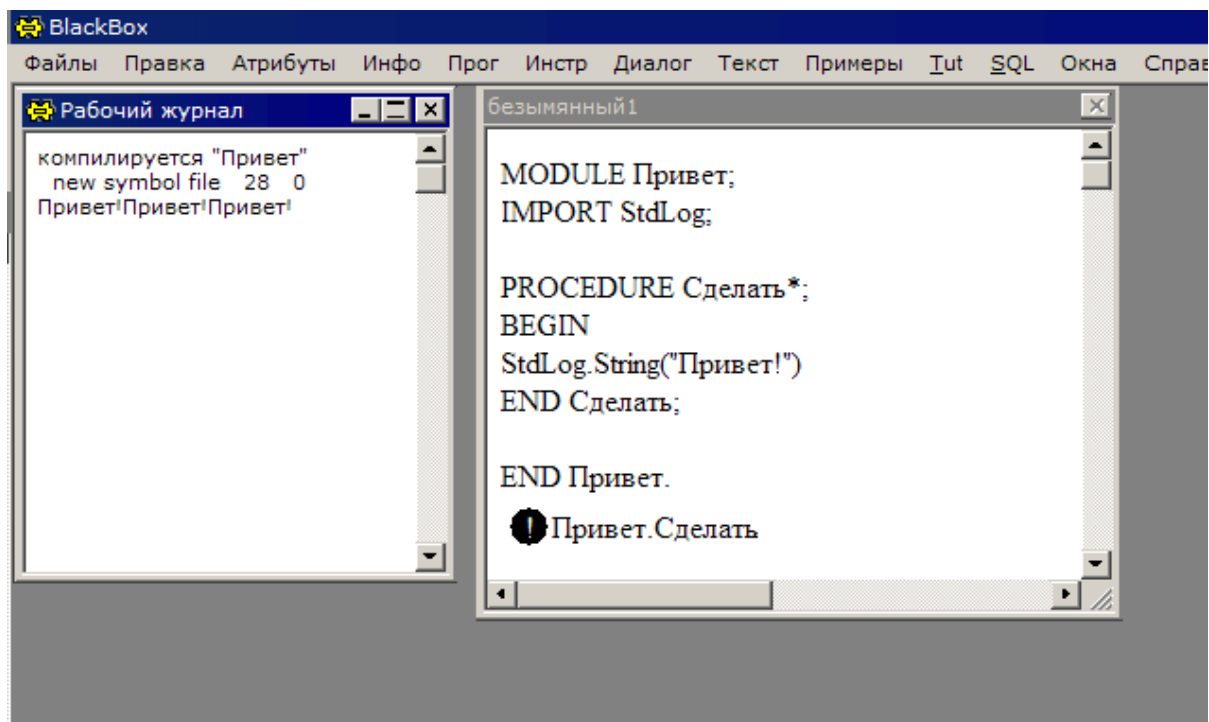
После командира без пробелов напечатать **Привет.Сделать** (имя модуля, точка, имя вызываемой процедуры — это "*ФИО*" нашей процедуры в системе).

Роль фамилии играет имя модуля. Важно следить за прописными и строчными буквами, т.к. в Компонентном Паскале они различаются.

Теперь кликнем мышкой по командиру. Это вызовет загрузку скомпилированного модуля в память и выполнение процедуры. Можно кликнуть еще пару раз — процедура выполнится еще дважды.

- После первой загрузки модуль остается в памяти, причем он уже слинкован с остальными активными модулями (например, [StdLog](#)). Поэтому дальнейшие обращения к нашему модулю происходят столь же эффективно, как и при статической компиляции. О перезагрузке модулей см. Загрузка и перезагрузка модулей.

После этого экран будет выглядеть примерно так:

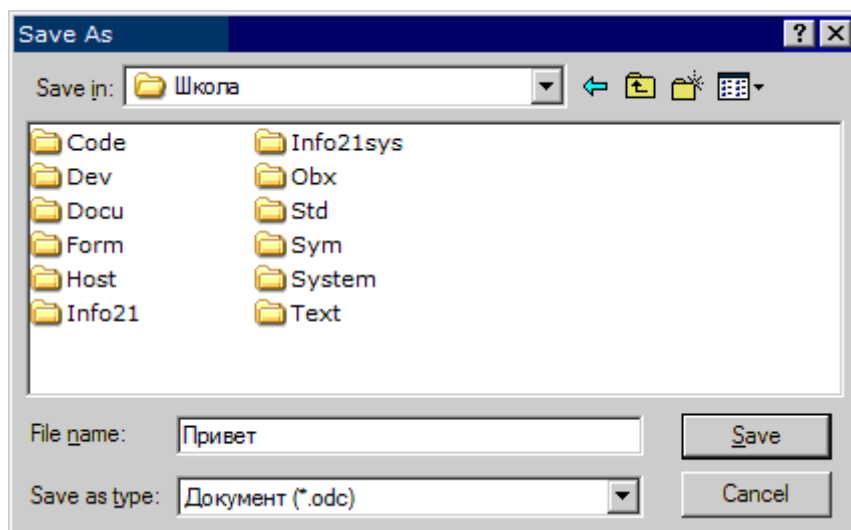


Три идущих подряд цепочки символов Привет! соответствуют трем кликам по команде — и трем выполнениям процедуры Сделать.

Сохранение файла с программой

Сохранить документ в окошке безымянный1 можно в любом месте на диске обычным образом (выполните команду меню Файлы --> Сохранить как...; Files --> Save as...).

Для простоты сохраним модуль прямо в той папке, в которой откроется диалог Файлы --> Сохранить как..., с именем Привет (ниже показан соответствующий диалог непосредственно перед кликом по Save):



- Дополнительные сведения о средствах модуля StdLog (например, о переходе на новую строку можно найти в разделе «Средства, предоставляемые модулем StdLog»).

- При серьезной работе все-таки полезно придерживаться определенной дисциплины при сохранении исходных текстов (см. «Организация файлов Блэкбокса»).

Продолжение работы с примером.

Суть данного раздела сводится к объяснению простого практического правила:

Для выполнения процедур из новой версии модуля нужно кликать по командиру **при нажатой клавише Ctrl**.

Подробнее:

Предположим, что мы выполнили процедуру из нашего модуля, а потом модифицировали его, успешно скомпилировали и пытаемся снова выполнить ту же (или новую) процедуру из него посредством простого клика по командиру.

В этой ситуации Блэкбокс будет вызывать (или пытаться вызвать) процедуру из старой версии модуля, а не из новой.

Чтобы произошло обращение к новой версии модуля, нужно делать клик с нажатой клавишей Ctrl.

Вспоминать об этом правиле обычно приходится в следующих ситуациях:

1. Вызываемая процедура ведет себя так, как будто никаких изменений сделано не было, хотя измененный модуль только что был успешно скомпилирован.

2. Блэкбокс печатает в рабочем журнале сообщение типа:

ошибка команды: команда Сделать2 не найдена в Привет.

Это обычно означает, что программист добавил в модуль Привет процедуру Сделать2 ("команда" в терминологии Блэкбокса — это процедура без параметров) и попытался ее вызвать, забыв нажать Ctrl, так что в памяти осталась старая версия модуля, в которой Блэкбокс и пытался найти новую процедуру — и, естественно, не нашел, о чем и сообщил.

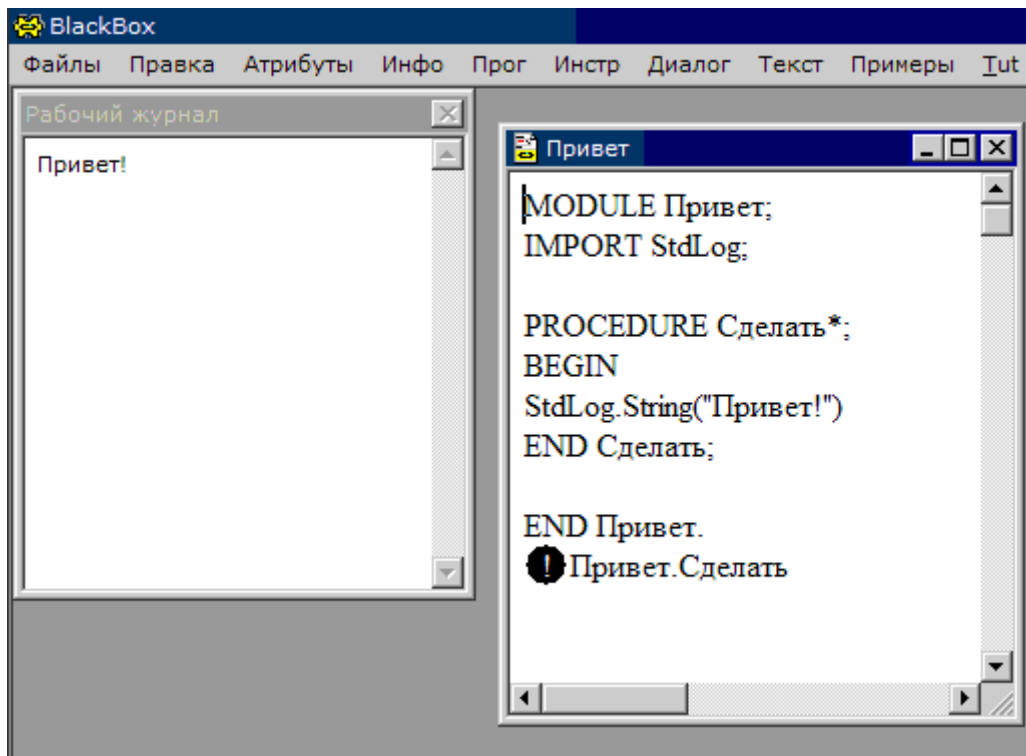
Еще одна причина, порождающая ситуацию 2 — имя процедуры после командира задано с ошибкой.

Если вышеприведенное правило твердо усвоено, и если программист работает (т.е. вносит изменения и т.п.) с единственным модулем, то объяснения, данные ниже, читать не обязательно: достаточно просмотреть только [последний раздел](#).

Для дальнейшего будем предполагать, что мы создали, выполнили и сохранили модуль Привет как это описано [ранее](#).

Запустив Блэкбокс, откроем модуль Привет (Ctrl+O или Файлы --> Открыть ...). Поскольку скомпилированный модуль хранится на диске в определенном месте (о котором знает Блэкбокс), можно немедленно выполнить процедуру Привет.Сделать, нажав на командир.

Получится примерно следующее:

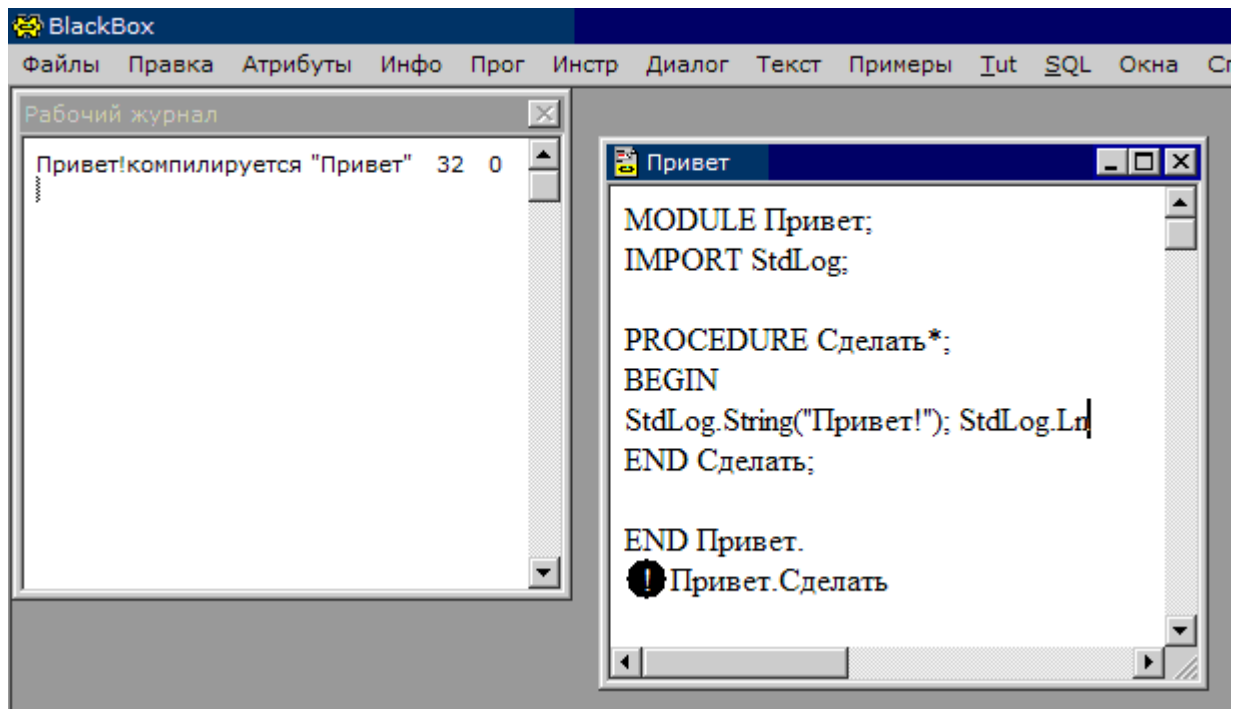


Теперь исправим текст модуля так, чтобы после печати слова "Привет!" происходил перевод строки (вспомним, что при повторных вызовах процедуры кликами по командире, "Привет!" печатался подряд на одной строке — см. [картинку](#)).

Для этого поставим курсор после закрывающей скобки и напечатаем следующую последовательность литер:

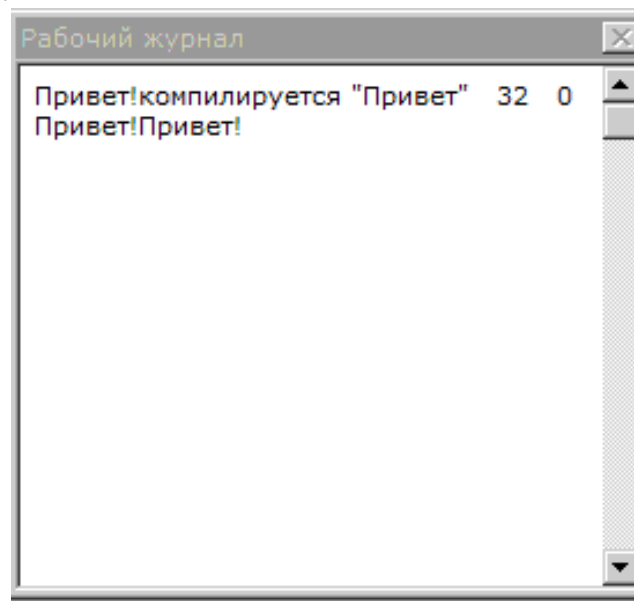
; StdLog.Ln

Это означает, что после вызова процедуры StdLog.String с фактическим параметром "Привет!" должна быть вызвана процедура StdLog.Ln (т.е. процедура Ln, находящаяся в модуле StdLog), не имеющая параметров. Эта процедура выполняет перевод строки в конце рабочего журнала, так что любая дальнейшая печать туда будет идти в новую строку. После этого модуль выглядит как в окошке справа:



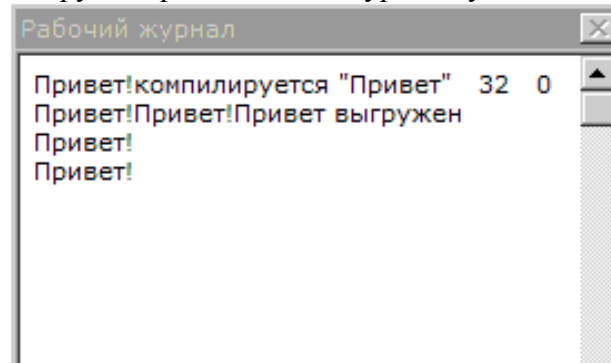
Сразу скомпилируем его (Ctrl+K). Рабочий журнал будет выглядеть примерно как в окошке слева.

Если теперь просто кликать по командиру, то будет вызываться *старая* версия нашего модуля — поскольку модуль остается в памяти, пока его не выгрузят, и именно версия в памяти вызывается в первую очередь. После пары кликов рабочий журнал будет выглядеть так:



Видно, что никакого перевода строки после восклицательного знака нет — вызывается старый вариант модуля (переход на новую строку после нуля произошел потому, что строчка оказалась слишком длинная; достаточно растянуть окошко в ширину, чтобы весь текст встал в одну строку).

Чтобы выгрузить старую версию модуля из памяти и вызвать новую, достаточно в момент клика по командиру нажимать на клавишу Ctrl. Сделаем это. Потом, отпустив Ctrl, кликнем по командиру еще раз. Рабочий журнал будет выглядеть примерно так:



Видим, что, во-первых, в последней строке журнала непосредственно после восклицательного знака (см. предыдущую картинку) произошла печать системного сообщения Блэкбокса 'Привет выгружен'.

Сообщение означает, что та (старая) версия модуля Привет, которая находилась в памяти, была выгружена.

Заметим, что после сообщения Блэкбокс делает перевод строки, так как будто после этого Блэкбокс действовал как при простом клике по командиру, т.е.

- (1) попытался вызвать процедуру Сделать в Привет, для этого он
- (2) проверил, есть ли в памяти модуль Привет;
- (3) не обнаружив его, Блэкбокс стал искать его на диске;
- (4) найдя его там, загрузил в память и после этого
- (5) вызвал процедуру Сделать.

Естественно, что на диске хранилась уже новая версия скомпилированного модуля Привет (с переводом строки), и именно эта новая версия была загружена и выполнена — т.е. была напечатана цепочка литер "Привет!", а затем переведена строка (это видно из того, что следующая печать идет с новой строки).

При втором клике Блэкбокс действовал по тому же алгоритму: сначала нашел в памяти модуль Привет (уже новый), а в нем — процедуру Сделать, и выполнил ее. Процедура напечатала "Привет!" уже с новой строки (перевод строки был выполнен в предыдущем вызове процедуры).

Чтобы убедиться в том, что после последнего восклицательного знака был сделан перевод строки, достаточно заставить Блэкбокс написать в рабочий журнал какое-нибудь сообщение, например, скомпилировав модуль еще раз (Ctrl+K).

Сообщение о компиляции будет напечатано с новой строки. Это следует сравнить с предыдущей картинкой, где сообщение '**компилируется "Привет" 32 0**' напечатано сразу после восклицательного знака, т.к. старая версия процедуры не делала перевод строки.

Все вышесказанное суммируется в следующем разделе.

Простейший цикл разработки программы

В простейших случаях (например, на школьных уроках) работают с единственным модулем небольшого объема (скажем, до 500 строк). В нем может быть несколько

процедур, одна из которых (а может быть и несколько) будет экспортирована и поэтому доступна для непосредственного исполнения (например, с помощью [командира](#)).

О запуске простой программы уже [говорилось](#).

Разработка простейшей программы внешне выглядит примерно так:

Подготовительная стадия

1. Открыть новый документ. Выбрать для него имя и сохранить его с этим именем.
2. Написать в документе первый вариант модуля. (Первый вариант может и должен быть "скелетом", не содержащим никаких выполняемых операторов или даже объявлений.) Скомпилировать его (Ctrl+K с латинским K, или через меню: Прог --> Компилировать).
3. Устранять опечатки и синтаксические огрехи и нажимать Ctrl+K, пока модуль не скомпилируется.
4. В конце того же документа после точки, завершающей модуль, на новой строке вставить командир (Ctrl+Q или Инстр --> Вставить командир) и вслед за ним имя модуля, точка, имя процедуры, которую будем вызывать.
5. Вызвать процедуру, кликнув мышкой по командиру.

Основной цикл разработки

- i. Сделать очередное (небольшое) уточнение текста модуля.
- ii. Компилировать (Ctrl+K) и устранять ошибки, пока новая версия не скомпилируется без ошибок.
- iii. Если на данном шаге возможен частичный контроль правильности программы, то выполнить создаваемую процедуру. Для этого кликнуть мышкой по командиру, **одновременно нажимая клавишу Ctrl**, — нажатие на Ctrl заставит систему выгрузить из памяти старую версию модуля прежде чем вызвать новую.
- iv. Сохранить документ (Ctrl+S).
- v. Повторять шаги i-iv до тех пор, пока задача не будет решена.

Эта схема соответствует *разработке программы методом пошагового уточнения*; см. [заповеди грамотного программирования](#).

Некоторые заповеди грамотного программирования

1. Начинать проектировать модуль с интерфейсов процедур и формулировки того, что предполагается о состоянии вычислительного процесса при входе в процедуру, и что ожидается на выходе из нее (пред- и пост-условия).
2. Каждое уточнение модуля должно быть небольшим и обзримым.
3. Каждое уточнение должно приводить к синтаксически правильной программе.
4. После каждого уточнения программа должна быть семантически правильной в той степени, в какой это требуется на данном шаге уточнения.
5. Почаще нажимать Ctrl+K!

Пункты 2 - 4 составляют фундаментальный метод разработки программ, известный как пошаговое уточнение — *step-wise refinement* (см. статью Вирта в *Comm. ACM*, Vol. 14, No. 4, April 1971).

Пункт 1 является исходной точкой для пошагового уточнения. Здесь еще говорят о проектировании, управляемом интерфейсами (*interface-driven design*), а также о проектировании по контрактам (*design by contract*).

Создание программы должно начинаться с задания интерфейсов процедур (прежде всего экспортируемых) и пред- и пост-условий — точно так же как решение любой задачи начинается с ее постановки.

Проектирование интерфейсов и задание пред- и пост-условий — ключевой элемент постановки задачи в программировании.

Выполнение **пунктов 2 - 4** позволяет сохранять интеллектуальный контроль за правильностью создаваемой программы, помогая устранять ошибки (как синтаксические огрехи вроде опечаток — п.3, так и смысловые — п.4) на возможно более ранней стадии.

Рекомендация **пункта 5** имеет смысл только в контексте **пп.2 - 4**: она бессмысленна, если процесс разработки не удовлетворяет требованиям **пп.2 - 4** (а также при работе с медленными компиляторами для сложных языков).

Здесь — одно из важнейших преимуществ, доставляемое минимализмом языка Оберон/Компонентный Паскаль и четкостью его дизайна, обеспечивающего исключительную быстроту компилятора. Быстрый компилятор подобного типа был впервые построен Виртом для предшественника Оберона — языка Модула-2 с систематическим применением принципа пошагового уточнения.

Правило 5 означает, в частности, что если компилятор обнаружил несколько ошибок, то устранять их нужно, как правило, по одной (обычно начиная с первой), каждый раз повторяя компиляцию (см. Сообщения компилятора об ошибках).

- Пошаговое уточнение считается самым полезным приемом систематического создания программ (Э.Дейкстра. Дисциплина программирования. М., Мир, 1978, с. 274). Весьма популярные в последнее время "гибкие" методологии (*Extreme Programming* и т.п.) во многом являются организационным воплощением идеи пошагового уточнения на уровне больших программных проектов.
- Чтобы применять методы типа пошагового уточнения требуется известная дисциплина и квалификация программистов — отсюда необходимость систематического "правильного" обучения. Однако в настоящее время признано, что резкое повышение эффективности программирования при использовании методов этой категории более чем окупает усилия, необходимые для их освоения.

Ф о р м а т д о к у м е н т о в Б л э к б о к с а

Когда мы пишем программу в окошке системы Блэкбокс, то мы создаем "документ" в особом формате.

Такие документы хранятся на диске в файлах с расширениями *.odc* (исторически это означает *Oberon DoCument*; напомним, что Компонентный Паскаль является уточнением Оберона).

В основном мы работаем с текстовыми документами, но есть и другие разновидности документов: например, вид и формат любых диалогов в Блэкбоксе (кроме стандартных диалогов операционной системы) также задаются документами (т.наз. формы — Forms).

- *Компилятор игнорирует любое форматирование (цвет, шрифт и т.п.), а также любые вставные визуальные объекты (о которых см. ниже), в том числе такие, которые сами по себе являются текстовыми документами.*

Импорт/экспорт стандартных текстовых файлов

Текстовые документы можно импортировать в документы Блэкбокса из файлов других форматов (см. диалог Файлы --> Открыть...), а также экспортировать в файлы других форматов (Файлы --> Сохранить как...).

Чаще всего приходится иметь дело с обычными текстовыми файлами в разных кодировках, экспорт и импорт которых производятся стандартными действиями, одинаковыми для всех программ под MS Windows.

- *Не путать экспорт/импорт файлов с экспортом/импортом процедур и т.п. из модулей!*

Блэкбокс допускает простой механизм добавления новых внешних форматов (т.наз. конвертеры — см. модуль Converters).

Например, несложно добавить конвертеры для кодировки KOI8-R и т.п. Однако написание нового конвертера может быть непростым делом, например, для файлов Microsoft Office (в стандартной дистрибуции Блэкбокса такие конвертеры отсутствуют; для переноса текстов между Блэкбоксом и программами MS Office с сохранением форматирования можно использовать формат rtf — Rich Text Format).

Вставные визуальные объекты (views или «вьюшки»)

Текстовые документы Блэкбокса могут содержать как разнообразное форматирование (см. Редактирование и форматирование), так и "плавающие" в тексте "картинки" — визуальные объекты не обязательно текстовой природы (общий термин Блэкбокса для обозначения таких объектов — view).

Такие документы называются "составными" (compound documents). В частности, в документ Блэкбокса можно вставлять обычным образом (Файлы --> Вставить) любые картинки, которые можно вставить в документы MS Word — картинки, нарисованные в программах типа Paint, цифровые фотографии и т.п.

В этом отношении документы Блэкбокса подобны, например, документам программы Microsoft Word, однако построены документы Блэкбокса гораздо более экономно и гибко. При этом программист может добавлять к ним новые свойства и новое поведение ("функциональность"), хотя для этого требуется известная квалификация.

Примером специального визуального объекта, имеющего не только изображение, но и поведение, является так называемый командер (см. ниже) для запуска программ.

При клике мышкой по такому командиру Блэкбокс сообщает о факте клика командиру (точнее, процедуре, определенным образом связанной с ним) и последний может "среагировать" так, как его запрограммировали:

- командир смотрит на свой "контекст";
- определяет, что это текстовый документ;
- читает символы, следующие сразу за ним;
- анализирует, составляют ли они допустимое имя процедуры;
- отдает команду Блэкбоксу выполнить эту процедуру.

Что произойдет дальше, зависит уже не от командира, а от того, найдет ли Блэкбокс эту процедуру и что она сделает при вызове.

Другой пример — маркеры [ошибок компилятора](#), также являющиеся вставными визуальными объектами с поведением (см. Сообщения компилятора об ошибках).

В качестве визуального объекта можно также вставлять и другие текстовые документы.

Попробуйте скопировать любой фрагмент текста — например, с этой странички — и вставить его в Рабочий журнал Блэкбокса посредством команды меню Правка --> Вставить объект.

В этом случае вставляемый текстовый фрагмент будет содержаться внутри особого окошка фиксированного размера (этот размер можно менять мышкой; если окошка не видно, то кликните во вновь появившийся текст).

Окошко стоит в основном тексте как одна большая буква, не смешиваясь с основным текстом, но допуская редактирование (достаточно кликнуть мышкой внутрь такого фрагмента и что-нибудь напечатать).

Можно внутрь вставленного таким образом фрагмента вставить другие фрагменты, картинки и т.п. — никаких специальных ограничений для этого нет.

Использование рабочего журнала

Рабочий журнал (Log) представляет собой текстовый документ в стандартном формате Блэкбокса. Печать из процедур модуля [StdLog](#) всегда осуществляется в конец рабочего журнала.

Можно в любой момент очистить его командой меню Инфо --> Очистить журнал.

В рабочем журнале можно делать любое [форматирование](#) и редактирование: печатать туда текст с клавиатуры и менять его произвольным образом.

Поэтому его удобно использовать для оформления результатов не слишком большого объема. Установку положений табуляции для выравнивания можно делать стандартными средствами, имеющимися в Блэкбоксе (вставкой соответствующих линеек; см. модуль TextRulers и документацию к нему).

Приятно выделять части содержимого рабочего журнала цветом, например, при исследовании алгоритмов, когда производится выдача результатов нескольких модификаций одного и того же алгоритма, и т.п.

- Следует помнить, что рабочий журнал открывается как "временный" документ, т.е. при закрытии Блэкбокса система не напоминает о его сохранении и его содержимое теряется.

Для сохранения информации достаточно открыть новый документ (Ctrl+N или Файл --> Новый), скопировать туда нужную информацию

из журнала (например, с помощью стандартных комбинаций Ctrl+C, Ctrl+V) и затем сохранить получившийся новый документ.

Средства модуля StdLog

Модуль StdLog позволяет печатать информацию в рабочий журнал (об использовании рабочего журнала см. [здесь](#)). Ниже описаны простейшие и наиболее часто используемые средства этого модуля.

Напомним: чтобы использовать средства модуля StdLog в создаваемой программе, нужно импортировать его с помощью инструкции `IMPORT StdLog`. Удобно вводить сокращенное имя: `IMPORT Log := StdLog`, и обращаться к процедурам в виде `Log.Int(4)` и т.д. (см. [примеры](#)).

Печать всегда идет в конец рабочего журнала.

Печать основных типов

В StdLog есть простые процедуры для печати всех основных типов Компонентного Паскаля.

Каждая такая процедура имеет имя, соответствующее названию типа, и единственный параметр соответствующего типа, передаваемый по значению (т.е. на его место можно ставить любое выражение соответствующего типа, включая переменные и константы).

Чаще всего используются следующие процедуры:

- **Int** для печати значений любых целых типов (INTEGER, LONGINT, SHORTINT, BYTE). Сначала печатается пробел, потом, если число отрицательное, минус, потом значащие цифры.

Примеры:

```
StdLog.Int ( 0 ) напечатает цепочку '0',  
StdLog.Int ( -123 ) напечатает цепочку '-123',  
StdLog.Int ( MIN(LONGINT) ) напечатает цепочку '-9223372036854775808'  
(минимальное длинное целое).
```

- **Real** для печати значений для вещественных типов (REAL, SHORTREAL). Печатаются все ненулевые значащие цифры после десятичной точки.

Примеры:

```
StdLog.Real ( 123 ) напечатает цепочку ' 123.0' (целое значение  
автоматически преобразуется в вещественное, которое и печатается),  
StdLog.Real ( -123/1000000000 ) напечатает цепочку '-1.23E-7'  
(операция / имеет вещественный результат),  
StdLog.Real ( Math.Pi ( ) ) напечатает цепочку ' 3.141592653589793' (число  
пи; получается вызовом функции Pi без параметров в модуле Math).
```

Реже используются процедуры:

- **Bool** для логических значений типа BOOLEAN,
- **Set** для типа SET,
- **Char** для отдельных литер CHAR. Эту процедуру можно использовать для печати любых символов в шрифтах стандарта Unicode:

`StdLog.Char("")` напечатает простую одиночную кавычку (фактический параметр представляет собой простую одиночную кавычку, заключенную в простые двойные; простые — те, что есть на стандартной клавиатуре, в отличие от типографских кавычек в шрифтах Unicode; ср. примеры ниже),

`StdLog.Char("")` напечатает простую двойную кавычку (фактический параметр представляет собой простую двойную кавычку, заключенную в простые одиночные; литерные строки в Компонентном Паскале можно заключать как в двойные, так и в одиночные кавычки),

`StdLog.Char(2018X)` и

`StdLog.Char(2019X)` напечатают открывающую и закрывающую одиночные кавычки (в шрифтах Unicode),

`StdLog.Char(201CX)` и

`StdLog.Char(201DX)` напечатают открывающую и закрывающую двойные кавычки (в шрифтах Unicode).

Переход на новую строку и табуляция

Переход на новую строку в рабочем журнале осуществляется выполнением процедуры **StdLog.Ln** без параметров.

Символ табуляции печатается в помощью процедуры **StdLog.Tab** без параметров. Символы табуляции особенно полезны в сочетании со средством Блэкбокса под названием "линейки" — "rulers" (см. документацию к модулю TextRulers).

Печать литерных цепочек

Очень полезна процедура **StdLog.String**, единственный параметр которой может быть задан цепочкой литер, например, `StdLog.String("Привет!")`.

Фактический параметр может быть также задан произвольным литерным массивом (ARRAY OF CHAR), тогда значение массива интерпретируется как цепочка литер по правилам Компонентного Паскаля (см. [Сообщение о языке ...](#) и [разд. 6.6](#)).

В модуле есть процедуры, позволяющие управлять представлением целых и вещественных чисел (IntForm и RealForm), а также процедуры, выполняющие ряд других функций.

Полную информацию о модуле можно получить, выбрав (например, двойным кликом мышкой) имя модуля StdLog в любом открытом документе Блэкбокса (например, напечатав идентификатор StdLog в рабочем журнале), и выполнив команду меню Инфо --> Документация.

Если нужно только посмотреть интерфейс модуля (видимые снаружи объекты — сигнатуры процедур и т.п.), то выбрав его имя, достаточно нажать Ctrl+D (из меню: Инфо --> Клиентский интерфейс).

Документация на русском языке

На момент написания данного текста закончен полный первичный перевод на русский язык всей документации Блэкбокса. Этот перевод включен во все конфигурации Блэкбокса от проекта Информатика-21 вместе с соответствующими командами меню.

Следует иметь в виду, что редактирование столь большого объема документов, насыщенного нестандартной терминологией и выполненного большой командой переводчиков, требует больших усилий и потребует еще какого-то времени, чтобы добиться согласованности терминологии. Но даже не вполне отшлифованный перевод является большим подспорьем.

Справки по интерфейсам модулей

Наиболее часто приходится справляться насчет деталей интерфейсов модулей, которыми требуется воспользоваться и назначение которых уже известно.

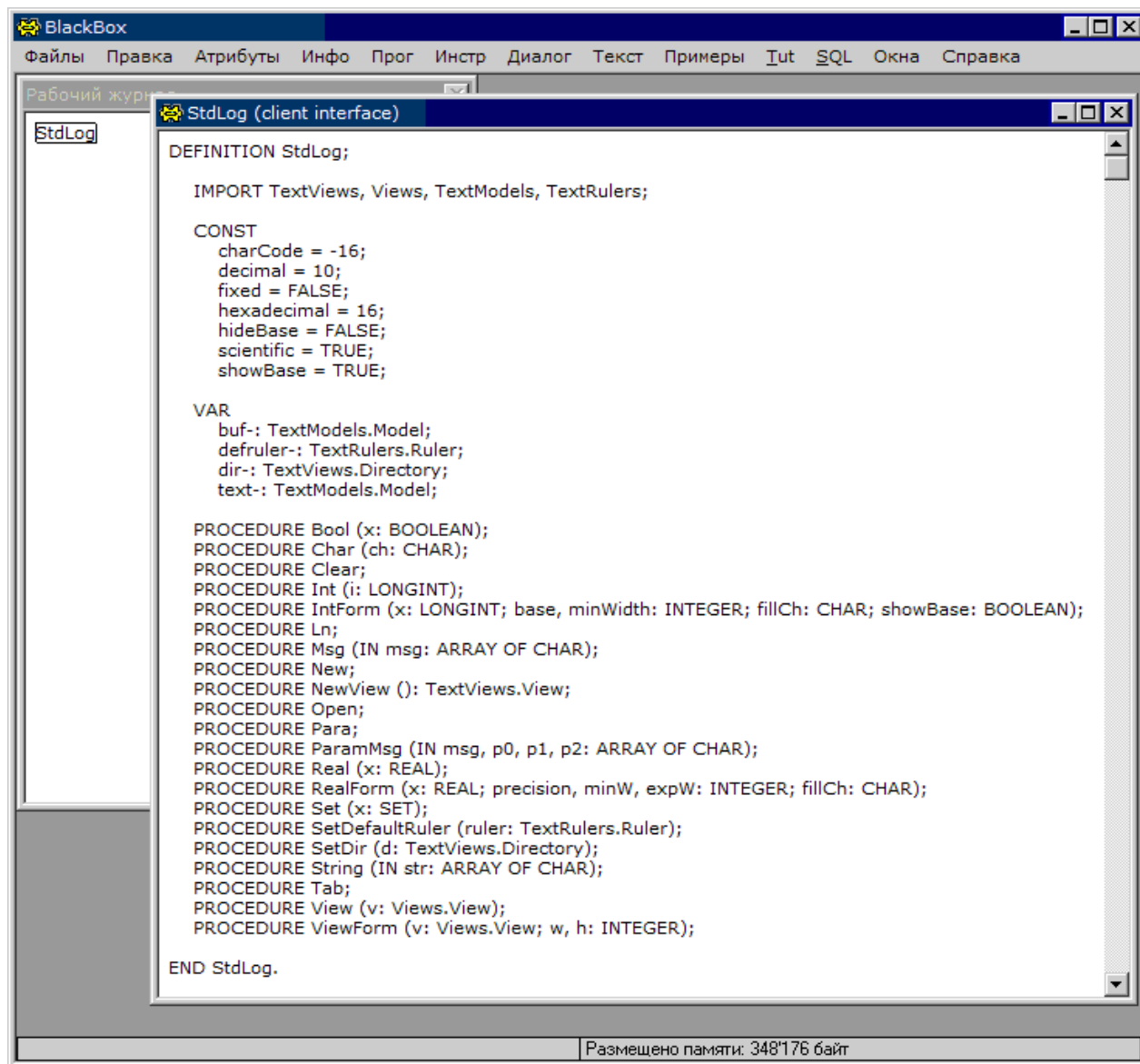
Например, модуль StdLog содержит средства печати в рабочий журнал, причем предусмотрены процедуры для значений разных основных типов языка (INTEGER, REAL и т.д.).

Достаточно в любом открытом текстовом документе Блэкбокса (например, в рабочем журнале) написать идентификатор модуля, выбрать его (например, дважды кликнув по нему мышкой) и нажать Ctrl+D (из меню: Инфо --> Клиентский интерфейс; в оригинале Info --> Client Interface). В ответ на это Блэкбокс найдет модуль, выяснит его интерфейс и представит последний в новом окошке в виде текстового документа:

На рисунке ниже показаны внешние интерфейсы модуля:

1. все модули, которые импортируются в данный (оператор IMPORT);
2. экспортируемые константы (раздел CONST);
3. экспортируемые переменные (раздел VAR); все они в данном случае экспортируются только для чтения (минусы в качестве значков экспорта после идентификаторов);
4. экспортируемые процедуры вместе с полными описаниями формальных параметров.

В общем случае могут экспортироваться определенные в модуле типы данных (на жаргоне объектно-ориентированного программирования — классы) вместе со связанными с ними процедурами (методами).



После изучения интерфейсов можно искать — если нужно — документацию по конкретной процедуре.

Документация по конкретному модулю

Чтобы открыть документацию по конкретному модулю (если таковая имеется), достаточно в любом открытом текстовом документе Блэкбокса (например, в рабочем журнале) написать идентификатор модуля.

Выбрать его (например, дважды кликнув по нему мышкой) и выполнить команду меню Инфо --> Документация (в оригинале Info --> Documentation).

Блэкбокс найдет соответствующий текст и откроет его в отдельном окошке в режиме браузера; в этом режиме "работают" гиперссылки (см. модуль StdLinks), обычно отмеченные голубым цветом и подчеркиванием.

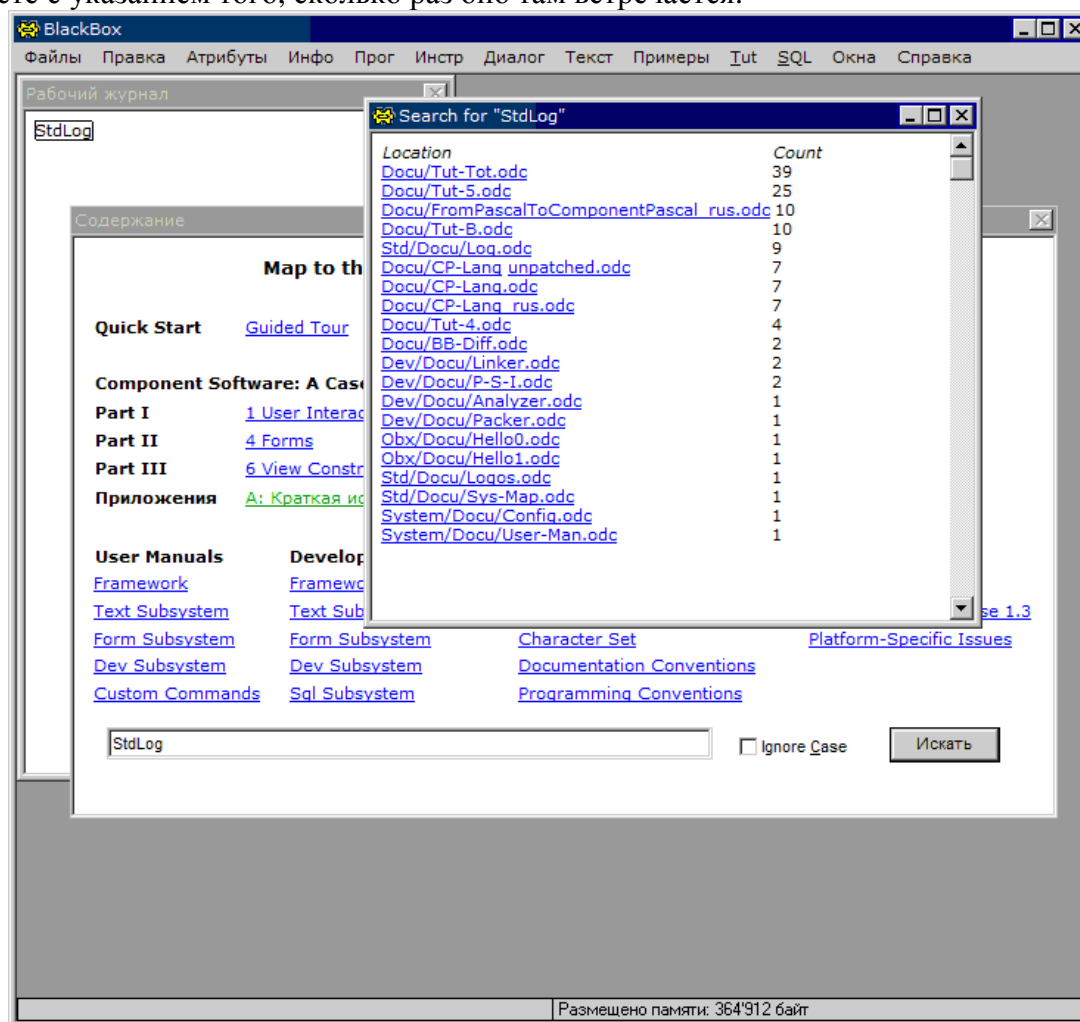
Об используемых в документации соглашениях можно прочесть в разделе документации Documentation Conventions (нажать F1 и искать там).

Общая документация и поиск в ней

Нажатие F1 в Блэкбоксе открывает (в режиме браузера) документ с гиперссылками, по которым можно найти всю документацию, поставляемую в оригинальной дистрибуции.

В русифицированной версии там же добавлены гиперссылки на переведенные документы. Там же внизу есть мини-диалог для поиска в документации.

Например, напечатав там имя модуля StdLog и кликнув по кнопке Искать, получим новое окно с гиперссылками на все модули в папках Docu, где встречается это имя, вместе с указанием того, сколько раз оно там встречается:



Примеры программ

1. Примеры программ "школьного" типа даны в подсистеме i21примеры (см. исходные тексты в папке BlackBox\i21примеры\Mod\).
2. В документации Блэкбокса (F1) содержится целая книга с примерами.
3. Несколько полезных текстов есть в папке BlackBox\i21sys\Mod\.
4. Большое количество очень полезных примеров поставляется в подсистеме Obx (см. документы в папке BlackBox\Obx\Mod\).
5. Исходники Блэкбокса — богатейший источник нетривиальных примеров.

Работа с текстами программ

Форматирование текста

Программисты не просто постоянно читают свои и чужие программы на бумаге и на экране монитора, они их тщательно исследуют символ за символом, проводя за этим занятием огромную часть своего рабочего времени.

Систематическое использование [отступов](#), следование определенным [соглашениям](#) по использованию пробелов, выбор [шрифта](#), использование [цвета](#) и т.п. — все это настолько существенно облегчает работу при минимуме усилий, что не может считаться второстепенными факторами.

Примерно треть человеческого мозга вовлечена в обработку зрительной информации — глупо "отключать" от мыслительного процесса эту треть.

Прежде всего отметим, что текстовый редактор Блэкбокса является весьма мощным:

- Во-первых, его команды следуют стандартам MS Windows (использование Shift+стрелки для выделения фрагмента текста, комбинации клавиш Ctrl+X, Ctrl+C, Ctrl+V для манипуляций с фрагментами текста, и т.д.).
- Во-вторых, **допускается произвольное количество отмен (Ctrl+Z или Правка --> Отменить)**, так что редактируемый документ всегда можно вернуть в то состояние, в котором он был на момент последнего выполнения команды Файлы --> Сохранить (Ctrl+S).
- В-третьих, документы Блэкбокса являются [составными](#).
- В-четвертых, все средства редактора доступны из программ, написанных на Компонентном Паскале, т.е. сам Компонентный Паскаль играет роль полноценного и весьма эффективного макроязыка для редактора.

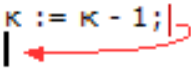
Отступы

Форматирование текста программ с помощью отступов — важнейший способ выявления структуры программ. См., например, [простейшую программу](#), в которой имеется два уровня отступов: содержимое модуля сдвинуто на один отступ относительно открывающего (MODULE Привет;) и закрывающего (END Привет.) операторов, а тело процедуры (состоящее из одного оператора StdLog.String("Привет!")) сдвинуто еще на один отступ относительно "скобок" BEGIN и END. См. также другие примеры программ на Компонентном Паскале.

Блэкбокс предоставляет два простых и удобных средства для управления отступами. (Предполагается, что отступы делаются с помощью табуляции (клавиша Tab), а не пробелами.)

Во-первых, если мы только что закончили печатать очередную строку и курсор стоит в конце строки, то нажатие клавиши Enter не только приведет к созданию новой строки, но и вставит в ее начале столько же символов табуляции, сколько их было в начале у предыдущей:

```
PROCEDURE КопироватьХвост ( VAR откуда, куда: ARRAY OF INTEGER );  
  VAR о, к: INTEGER;  
  BEGIN  
    о := LEN( откуда ); к := LEN( куда );  
    WHILE о >= 0 DO  
      куда[ к ] := откуда[ о ];  
      к := к - 1;  
    END  
  END КопироватьХвост;
```



На картинке переход курсора показан красной стрелкой.

Во-вторых, нередко возникает необходимость менять уровень отступа для группы строк (например, после того, как группа строк была вынесена во вновь создаваемую процедуру). Это удобно делать с помощью функциональных клавиш F11 и F12.

Сначала с помощью мышки выделим нужные строки (достаточно кликнуть мышкой в любое место первой строки и, не отпуская кнопки, "потянуть" курсор мышки в любое место последней строки). После этого нажатие F11/F12 будет сдвигать выделенные строки влево/вправо на один отступ (в начале строк будет удаляться/вставляться один символ табуляции).

Соглашения по оформлению программ

Хорошие соглашения по оформлению программ описаны в документации Блэкбокса (F1, Programming conventions), где даны примеры хорошего и плохого оформления отдельных элементов программ.

Кроме того, можно поизучать тщательно написанные примеры программ в подсистеме Form (документы в папке Form\Mod\).

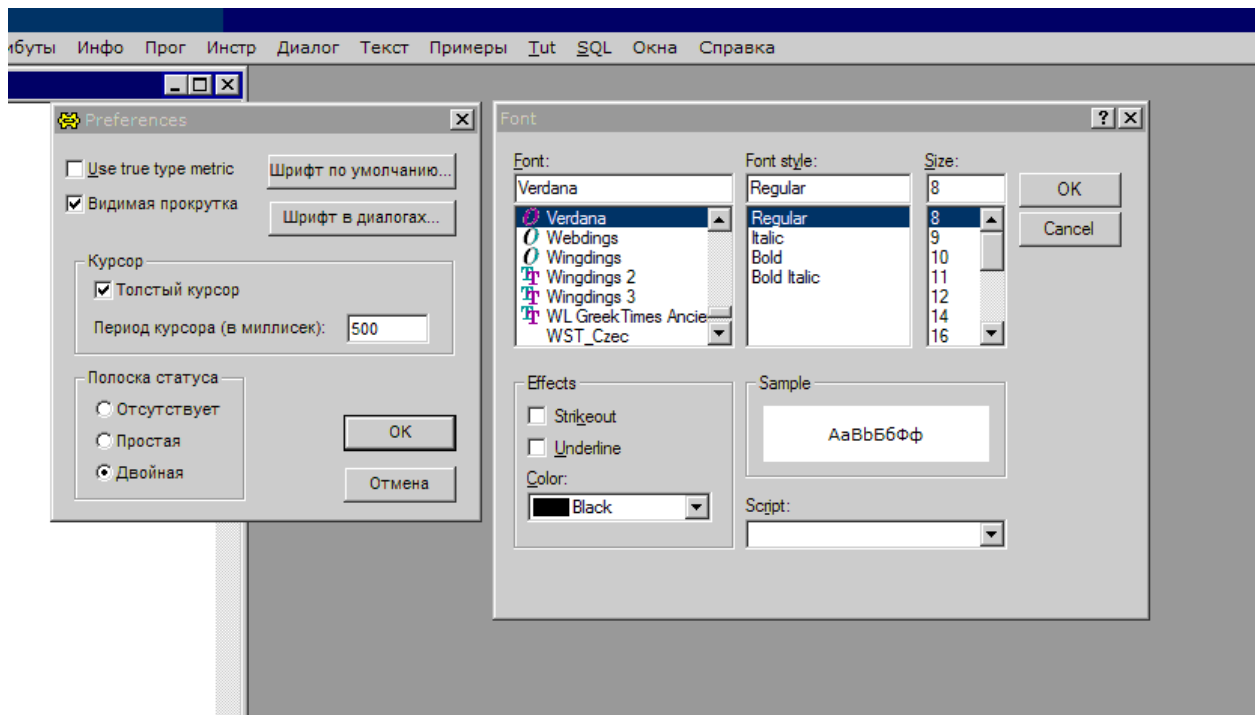
Шрифт по умолчанию

Блэкбокс использует шрифт Ариал по умолчанию во всех вновь создаваемых документах. Этот выбор обусловлен соображениями переносимости.

На экране лучше смотрится, например, шрифт Verdana, особенно при малой величине букв (скажем, 8 пунктов — ведь на экране желательно уместить побольше текста, поэтому выбирают шрифт помельче).

В школе при работе с небольшими программами можно предпочесть более крупный шрифт — например, 12 пунктов.

Чтобы поменять шрифт, используемый по умолчанию в текстовых документах Блэкбокса, нужно выполнить команду меню Правка --> Настройки..., после чего откроется примерно такой диалог, как показан в левой части картинки:



Клик по кнопке Шрифт по умолчанию... вызовет стандартный диалог операционной системы (показан справа). Выбрав шрифт и размер, кликнуть ОК в обоих диалогах.

Полоску статуса в школьных условиях можно предпочесть "простую" — например, чтобы видеть полностью сообщения компилятора (их можно сделать более подробными, отредактировав файл Dev\Rsrc\Errors.odc).

При серьезной работе полоску статуса лучше выбрать двойную (как показано на левом диалоге). В левой половине Блэкбокс пишет сообщения компилятора и т.п., а в правой сообщает о размере памяти, распределенной под данные (динамические структуры данных, созданные загруженными модулями, например, для открытых документов, и т.п.).

Использование цвета и т.п.

Цвет — мощная помощь в разметке визуальной информации, но от излишней пестроты "рябит в глазах", что тоже не хорошо.

В Компонентном Паскале — в отличие от менее продуманных языков — нет нужды выделять ключевые слова цветом, т.к. они пишутся большими буквами (см. Ключевые слова из прописных букв). Это позволяет эффективно задействовать цвет для более полезных целей.

Например, удобно использовать цвет для новых, еще не проверенных вставок в программный текст. Можно определенным цветом выделять комментарии, и т.п.

Хорошо выделять, скажем, красным цветом символы экспорта (звездочки и минусы после идентификаторов) в виду их большой важности (см. Примеры программ на Компонентном Паскале).

Цвет (как и шрифт, размер, и т.п.) выделенного фрагмента текста легко менять командами меню (Атрибуты --> Красный и т.д.).

Кроме того, рекомендуется использовать курсив для комментариев, а жирным шрифтом выделять идентификаторы процедур в их заголовках, а также операторы

RETURN и **EXIT**, т.к. последние могут передавать управление за пределы программных конструкций, внутри которых они находятся (см. Примеры программ...).

Копирование атрибутов текста

Предположим, Вы уже задали определенные атрибуты для некоторого фрагмента текста (цвет, шрифт, размер, курсив ...), и теперь хотите, чтобы другой фрагмент имел точно такие же атрибуты.

Этого можно добиться стандартным способом (таким же, как, например, в MS Word): скопировать атрибуты одного фрагмента текста (Ctrl+Shift+C, или из меню Правка --> Копировать атрибуты), а затем выделить нужный фрагмент и применить к нему скопированные атрибуты (Ctrl+Shift+V или Правка --> Применить атрибуты).

Можно повторять этот процесс, применяя скопированные атрибуты к другим фрагментам текста.

Наконец, можно открыть несколько окон на один и тот же документ (Окна --> Новое окно). Каждое окно может показывать свой фрагмент текста независимо от остальных окон. Однако следует помнить, что закрытие первичного окна (первого окна, в котором был показан документ) приводит к закрытию всех вторичных окон; это поведение отличается от некоторых других программ.

Ключевые слова из прописных букв

В Компонентном Паскале ключевые слова должны быть набраны большими буквами. Чтобы облегчить эту задачу, в пакете русификации предусмотрено специальное средство: нажатие клавиши F5 приводит к тому, что:

1. Все маленькие буквы (латинские и/или русские) влево от курсора до первого символа, не являющегося маленькой буквой (чаще всего это пробел), преобразуются в большие. Например: then превращается в THEN, а a1bc --> a1BC.
2. Если превращаемое слово является первым ключевым словом оператора IF, WHILE, PROCEDURE ... и т.п., то происходит подстановка всего "скелета" из ключевых слов для данного оператора.

Вот пример такой подстановки (слева — до, справа — после подстановки; положение курсора показано вертикальной черточкой):

<code>procedure </code>	<code>PROCEDURE ();</code>
	<code>VAR</code>
	<code>BEGIN</code>
	<code>END ;</code>

При этом пустая строка между BEGIN и END содержит ровно столько (невидимых) символов табуляции, чтобы начало печатаемого в ней текста было углублено на один отступ вправо относительно слов PROCEDURE, BEGIN и END — на ту же глубину, что и ключевое слово VAR.

Обратите внимание, что курсор после подстановки стоит так, чтобы можно было немедленно печатать идентификатор-имя процедуры.

Для тех — и только тех, — кто чувствует себя уверенно с Компонентным Паскалем и Блэкбоксом:

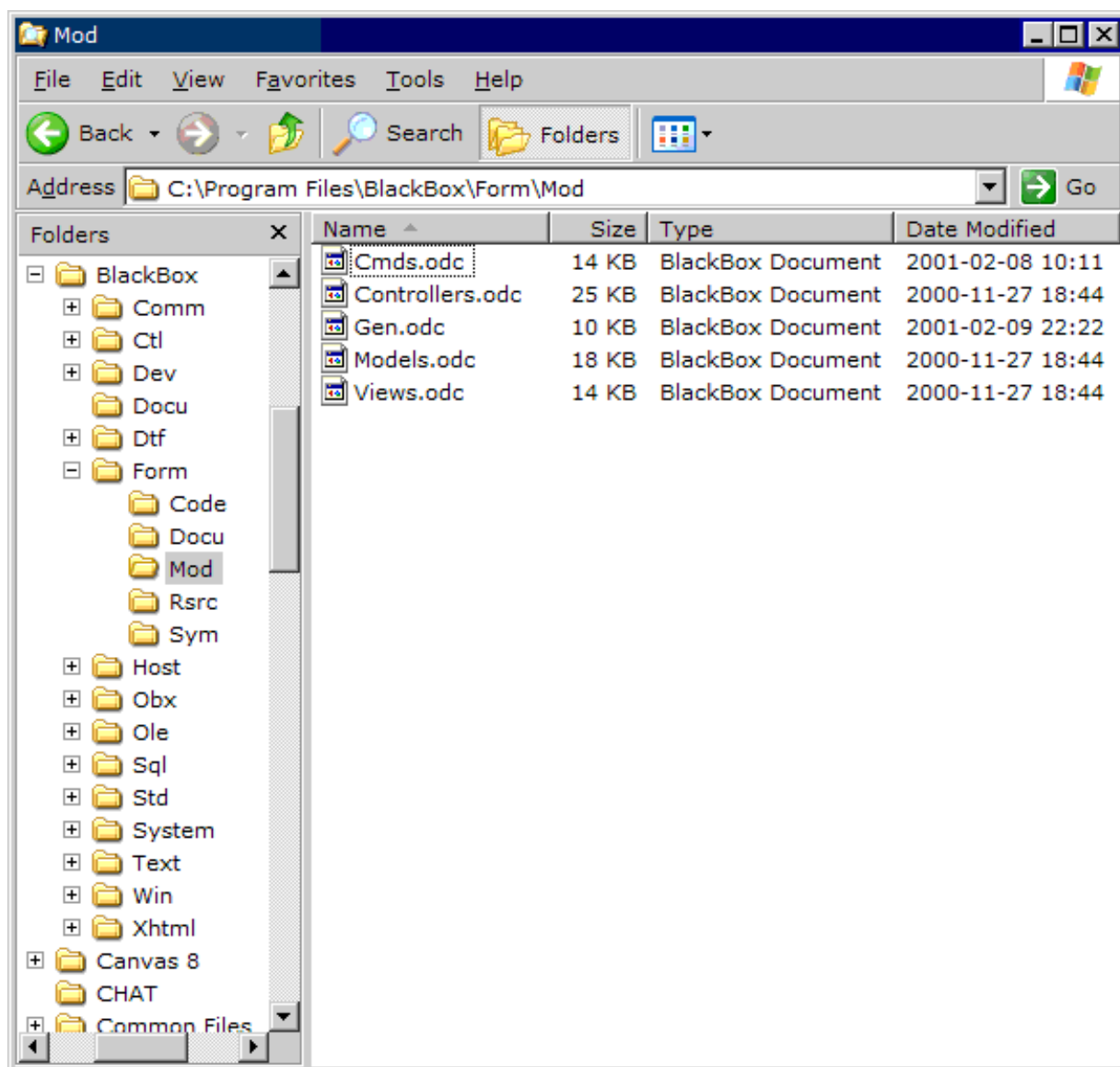
Текст процедуры, осуществляющей такие подстановки, содержится в модуле i21sysEdit (файл i21sys\Mod\Edit.odc).

Имя процедуры — CapitalizeExpand (см. в теле процедуры оператор IF с большим количеством проверок типа ELSIF string\$ = ...).

Имея исходный текст в качестве образца, процедуру нетрудно модифицировать так, чтобы добавить новые подстановки или подправить уже имеющиеся под свой вкус. После этого достаточно скомпилировать ее и [перезагрузить модуль](#) i21sysEdit (о перезагрузке модулей см. Загрузка и перезагрузка модулей).

Организация файлов Блэкбокса

Будем предполагать, что Блэкбокс был установлен в первичную директорию, заданную по умолчанию — C:\Program Files\BlackBox\ — структура которой и показана на следующей картинке (окно Проводника/Windows Explorer):



Первый загружаемый EXE-файл (BlackBox.exe) находится в папке BlackBox, но это нам сейчас не важно (Здесь и ниже будем указывать имя папки сокращенно, опуская C:\Program Files\).

Все файлы, с которыми работает Блэкбокс, распределены по так называемым **подсистемам**, каждой из которых соответствует отдельная папка в папке BlackBox.

Имя подсистемы совпадает с именем соответствующей папки: Comm, Ctl, ... Xhtml. (Например, подсистема Comm содержит программы для коммуникации с внешним миром по Интернету в соответствии с протоколом TCP/IP; подсистема Text содержит средства работы с текстами — правка, форматирование и т.п.; и т.д.)

Имя каждого модуля (идентификатор, стоящий в программном тексте после ключевого слова MODULE) в данной подсистеме должно начинаться с имени подсистемы (см. об этом [ниже](#)).

В каждой подсистеме могут иметься еще до **5 стандартных папок**, как это показано на картинке для подсистемы Form:

- 1) В папке **Mod** (modules) хранятся **исходные тексты модулей**, входящих в подсистему. Это документы Блэкбокса в его стандартном формате; файлы имеют расширение .odc.
Например, для подсистемы Form имеется 5 исходников, как показано на картинке. Каждый файл должен содержать текст одного модуля в начале текста. После точки, закрывающей модуль, может быть что угодно — любые тексты, картинки и т.п. Имя модуля должно состоять из имени подсистемы и имени соответствующего файла (см. [ниже](#)).
Поэтому можно, например, говорить о модуле Cmds подсистемы Forms: программный текст этого модуля хранится в файле Cmds.odc в папке BlackBox\Forms\Mod\.
- 2) В папке **Code** (code files) хранятся т.наз. **кодовые файлы** (расширения .ocf), содержащие оттранслированные машинные коды для каждого из модулей данной подсистемы.
Например, модулю Cmds, текст которого хранится в файле Cmds.odc в папке Mod, соответствует кодовый файл Cmds.ocf в папке Code.
Кодовые файлы Блэкбокса аналогичны динамически загружаемым библиотекам (DLL) ОС MS Windows, но, в отличие от последних, построены предельно экономно.
- 3) В папке **Sym** (symbol files) хранятся т.наз. **символьные файлы** (расширения .osf), содержащие информацию о внешних интерфейсах соответствующих модулей.
Например, модулю Cmds соответствует символьный файл Cmds.osf в папке Sym. Символьные файлы Блэкбокса аналогичны header-файлам языков C/C++, но, в отличие от последних, создаются компилятором автоматически.
Это исключает целый класс серьезных ошибок и сильно повышает надежность как самого Блэкбокса, так и создаваемых в нем программ. Более того, как компилятор, так и загрузчик проверяют согласованность соответствующих кодовых и символьных файлов, и обмануть систему нелегко.
 - Чтобы пользоваться процедурами и другими ресурсами, предоставляемыми каким-то модулем, достаточно иметь

соответствующие кодовый и символьный файл. Исходный текст не нужен.

Например, почти все подсистемы, входящие в дистрибуцию Блэкбокса, не содержат даже папок Mod. (Полные исходные тексты подсистемы Form включены в дистрибуцию в качестве примеров.) Вообще чтобы добавить новую подсистему в Блэкбокс, достаточно скопировать в папку Блэкбокс соответствующую папку, содержащую, как минимум, кодовые и символьные файлы. После этого можно сразу пользоваться средствами соответствующих модулей.

- Папки Code и Sym создаются Блэкбоксом автоматически. Так что программисту достаточно создать папку Mod, а в ней — файлы с исходными текстами модулей.

- 4) В папке **Docu** (documentation) хранится **документация**. Подразумевается, что для каждого модуля подсистемы есть соответствующий файл в папке Docu. Например, модулю Cmds соответствует файл с документацией Cmds.odc в папке Docu. Разумеется, там может храниться и дополнительная документация, описывающая подсистему в целом, а не отдельные модули.

О том, как организована документация в Блэкбоксе, см. соответствующий раздел. При программировании для своих личных нужд редко возникает необходимость создавать папку Docu.

- 5) В папке **Rsrc** (resources) обычно хранятся **вспомогательные ресурсы** — формы диалогов, тексты сообщений об ошибках и т.п.

Например, сообщения компилятора об ошибках хранятся в виде текста в файле Errors.odc в папке Rsrc подсистемы Dev.

Русификация этих сообщений сводилась к замене английских сообщений на русские в этом тексте. Заметим, что благодаря чрезвычайной легкости создания графических диалогов в Блэкбоксе нередко удобно создавать диалоги для вспомогательных задач. Поэтому создавать папку Rsrc приходится чаще, чем папку Docu.

- Все файлы, описанные выше, могут быть открыты в Блэкбоксе. Что при этом будет показано, зависит от типа файла.

Программист, проектируя новую подсистему, волен придумать в ней дополнительные папки для своих нужд.

В папке BlackBox могут содержаться две папки Code и Sym, не входящие ни в какую подсистему. В них хранятся кодовые и символьные файлы модулей, имена которых не следуют соглашениям Блэкбокса.

Соглашения об именах модулей и именах соответствующих файлов в Блэкбоксе

В некоторых важных случаях Блэкбокс должен уметь найти исходный текст модуля. Например, при аварийной остановке тестируемой программы Блэкбокс пытается открыть исходный программный текст модуля, в котором произошла ошибка, и показать оператор, вызвавший ее. Это будет возможным, если следовать соглашениям об именах модулей и файлов.

В Блэкбоксе принято соглашение, что имя модуля содержит в качестве префикса имя своей подсистемы.

Блэкбокс определяет наличие префикса по следующему п р а в и л у:

Если в идентификаторе модуля прописная (большая) буква следует за строчной (малой) буквой, цифрой или символом подчеркивания (который разрешен в идентификаторах), то все, что предшествует этой прописной букве считается именем подсистемы.

Часть идентификатора, начинающаяся с этой прописной буквы, считается именем файла данного модуля (т.е. используется для имен кодовых и символьных файлов, а также для поиска документации и исходных текстов).

Заметим еще, что в Блэкбоксе имена модулей по соглашению начинаются с прописной буквы.

П р и м е р :

Имя модуля CommObxStreamsClient разбивается на префикс Comm (имя подсистемы) и собственно имя модуля и соответствующих файлов — ObxStreamsClient.

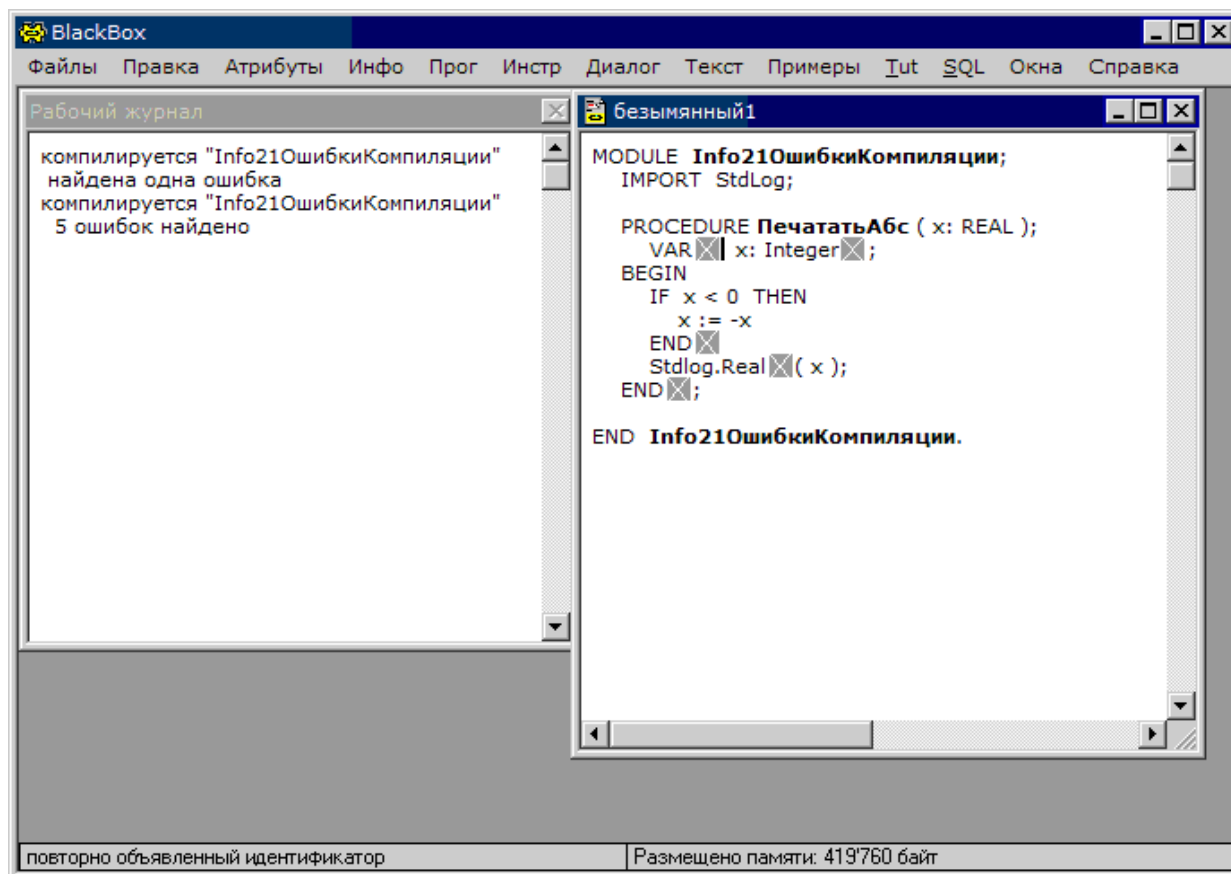
Тогда:

исходный текст хранится в Comm/Mod/ObxStreamsClient.odc,
кодовый файл — в Comm/Code/ObxStreamsClient.ocf,
а символьный файл — в Comm/Sym/ObxStreamsClient.ocf.

К о м п и л и р о в а н и е и о т л а д к а

Сообщения компилятора об ошибках

Вот что получается, если попытаться скомпилировать командой Ctrl+K простой модуль с синтаксическими ошибками (правое окошко):



В рабочем журнале слева есть две записи о двух попытках компиляции с указанием количества ошибок, найденных компилятором каждый раз. Только вторая запись имеет отношение к текущему состоянию окошка с текстом модуля справа: каждой из 5 ошибок соответствует черный квадратик.

По завершении компиляции курсор стоит сразу после первой ошибки (вертикальная линия). В самом низу в статусной полоске слева видно сообщение компилятора о данной ошибке: "повторно объявленный идентификатор". Действительно, идентификатор `x` уже был описан в качестве формального параметра процедуры.

Устраняйте самую первую ошибку — и сразу компилируйте снова, нажимая `Ctrl+K` (см. [заповеди](#).)

Не следует пытаться сразу устранить все ошибки: компилятор после первой ошибки может "сбиться" и неправильно интерпретировать дальнейший текст — например, увидеть ошибки там, где их на самом деле нет, или пропустить настоящие ошибки. Разумеется, некоторые очевидные ошибки можно устранить одновременно.

Скорость компиляции достаточно велика, чтобы при такой методе неудобств не возникало.

Чтобы все-таки посмотреть, что за ошибки нашел компилятор в остальных случаях, достаточно кликнуть (один раз) мышкой по любому черному квадрату: в левой части статусной полоски возникнет соответствующее сообщение.

Вот пять этих сообщений для пяти ошибок, показанных на картинке (в квадратных скобках — пояснения):

1. повторно объявленный идентификатор [Смысл этого сообщения уже обсуждался выше.];

2. необъявленный идентификатор [Ключевые слова должны целиком писаться заглавными буквами; здесь явно имелось в виду INTEGER.];
3. пропущена ";" [Этот END закрывает оператор IF. Обычно после каждого оператора стоит точка с запятой, а опустить ее можно только в том случае, если дальше следует другое END.];
4. идентификатор не обозначает тип записей [Пример, когда компилятор "сбился": в начале конструкции подразумевался идентификатор StdLog с заглавной L, обозначающий импортируемый модуль (см. оператор IMPORT в начале модуля), а вся конструкция StdLog.Real должна была обозначать вызов процедуры Real, содержащейся в этом модуле.

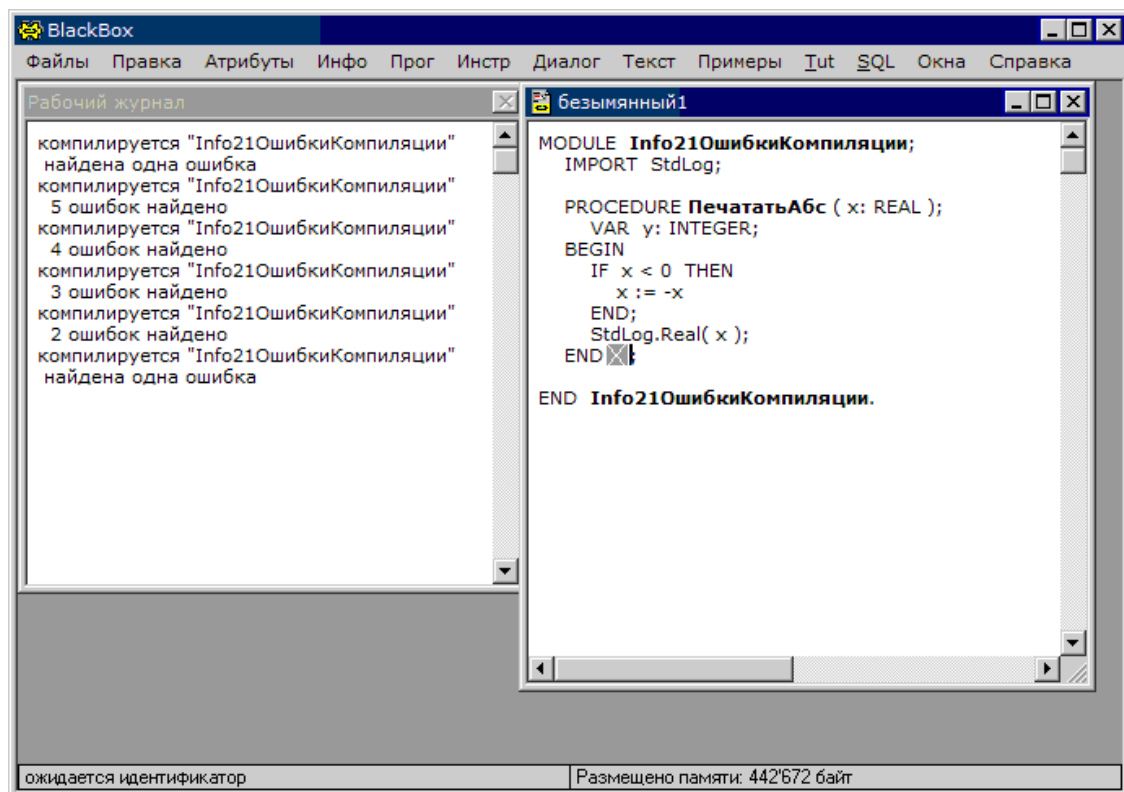
Но компилятор воспринял конструкцию как левую часть присваивания полю Real переменной-записи Stdreal, что синтаксически выглядит так же. Поскольку Stdreal не была объявлена как запись, то и полей у нее быть не может.

В подобных случаях (их в Компонентном Паскале немного) для каждого сообщения компилятора полезно было бы иметь список типичных ошибок, способных породить данное сообщение. Пока, к сожалению, такого списка не составлено.]

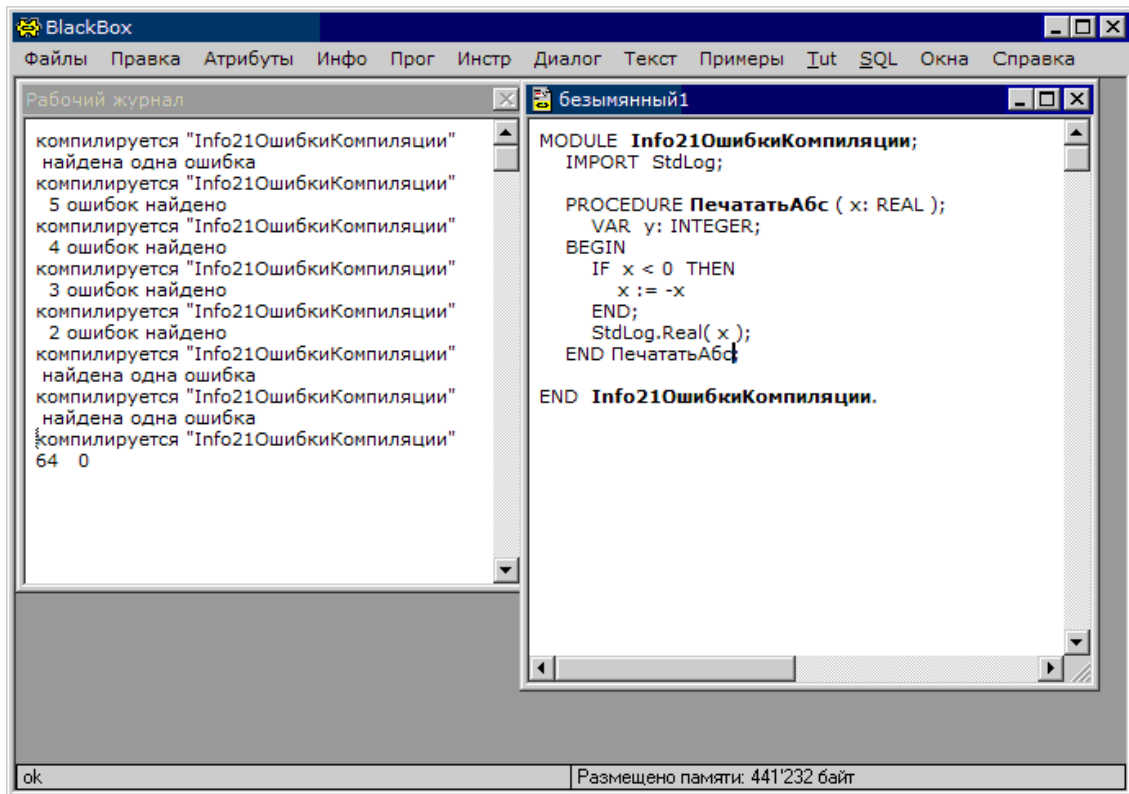
5. ожидается идентификатор [В Компонентном Паскале/Обероне после END, закрывающего тело процедуры, должно быть повторено ее имя.]

После устранения первых трех ошибок (каждый раз производилась компиляция, что видно из записей в рабочем журнале), будет видно, что после вставки точки запятой (ошибка 3 в первоначальном списке), компилятор точнее интерпретирует данную ошибку (зато он перестал видеть пятую ошибку из списка).

Исправляя Stdlog на StdLog и компилируя, получаем:



Компилятор снова увидел ошибку 5 из списка. Остается ее исправить (достаточно скопировать в это место имя процедуры) и нажать Ctrl+K:



В рабочем журнале теперь нет сообщения о найденных ошибках — зато указан размер получившегося машинного кода (64 байта; второе число — 0 — относится к глобальным переменным модуля, объявляемым до всех процедур модуля; таких переменных в данном примере нет).

- Никакой классификации ошибок компиляции на "предупреждения", "ошибки", "критические ошибки" и т.п., в Блэкбоксе не делается: безусловная защита от больших и мелких ошибок программиста является высшим приоритетом. Все потенциальные источники ошибок, которые могут быть обнаружены компилятором, должны быть устранены как можно раньше: почистить код, устранив "предупреждения", выходит несравненно дешевле, чем вылавливать в большой программе ошибки, индуцированные «предупреждениями» — или проводить расследование, выясняя причины катастрофы стоимостью сотни миллионов долларов (например катастрофа ракетоносителя Ариан-5).

Загрузка и перезагрузка модулей

Минимальные сведения

Нередко (а в школьном курсе практически всегда) программист работает с единственным модулем. Последовательность действий для такого случая и главный практический рецепт (нажимать Ctrl при клике по командиру) уже были описаны в разделе «Простейший цикл разработки программы».

Информация, данная ниже, нужна лишь в более сложных ситуациях, когда работа идет с несколькими модулями одновременно.

Когда происходит загрузка модуля в оперативную память

Откомпилированные модули в Обероне/Компонентном Паскале загружаются в память в следующих случаях (если модуль еще не загружен):

1. **Явная загрузка** — при первом обращении к процедуре, содержащейся в модуле, с помощью [командира](#), из диалога или из меню. Именно это имеет место в простейших случаях типичных школьных программ. (Напомним, что вызываемая процедура должна быть экспортирована, т.е. в ее заголовке сразу после идентификатора должна стоять звездочка.)
2. **Неявная загрузка** — осуществляется автоматически, если некоторый модуль импортируется из загружаемого, и если при этом этот некоторый модуль еще не загружен в память. Например, в примере «Привет» импортируется модуль StdLog. Если StdLog еще не загружен, то перед тем как загрузить модуль Привет, будет загружен модуль StdLog. А если StdLog импортирует какие-то другие модули, то они будут загружены в память еще до StdLog. И так далее.

Загруженный модуль остается в памяти до тех пор, пока он не будет явно выгружен по команде программиста (см. ниже).

Что происходит при загрузке модуля

При загрузке модуля (назовем его *Данный*) прежде всего происходит проверка и неявная загрузка нужных модулей, как описано выше в п.2.

После загрузки модуля *Данный* происходит невидимое для программиста редактирование его "внешних связей" (линкование — *linking*), т.е. запись в соответствующие ячейки памяти адресов импортированных модулей (уже находящихся в памяти), а также соответствующих дескрипторов типов и т.п.

Это позволяет в дальнейшем осуществлять вызов процедур из этих модулей без дополнительных накладных расходов по сравнению с технологией статического линкования.

Наконец, в качестве последнего шага происходит выполнение тела модуля (необязательный фрагмент текста, подобный выполняемому телу процедур; см. Примеры программ...; в простых случаях этот фрагмент отсутствует).

Там обычно происходит инициализация глобальных переменных модуля, сохраняющих свои значения между вызовами процедур модуля пока модуль находится в памяти.

В Компонентном Паскале предусмотрена также *возможность включать в модуль аналогичный фрагмент, выполняемый перед выгрузкой модуля из памяти* (см. документацию).

Как выгрузить старую и загрузить новую версию разрабатываемого модуля

Прежде всего следует помнить, что *нельзя выгрузить модуль, если его импортируют другие модули, находящиеся в памяти* (т.е. если у него есть клиенты; см. также [ниже](#)).

1. Уже описан способ, когда при вызове новой версии модуля кликом по командиру, из памяти выгружается старая версия модуля перед загрузкой новой — для этого достаточно при клике нажимать на клавишу Ctrl.
2. Если открыт документ с исходным текстом данного модуля и этот документ находится в фокусе (является активным; другими словами нажатие буквенных

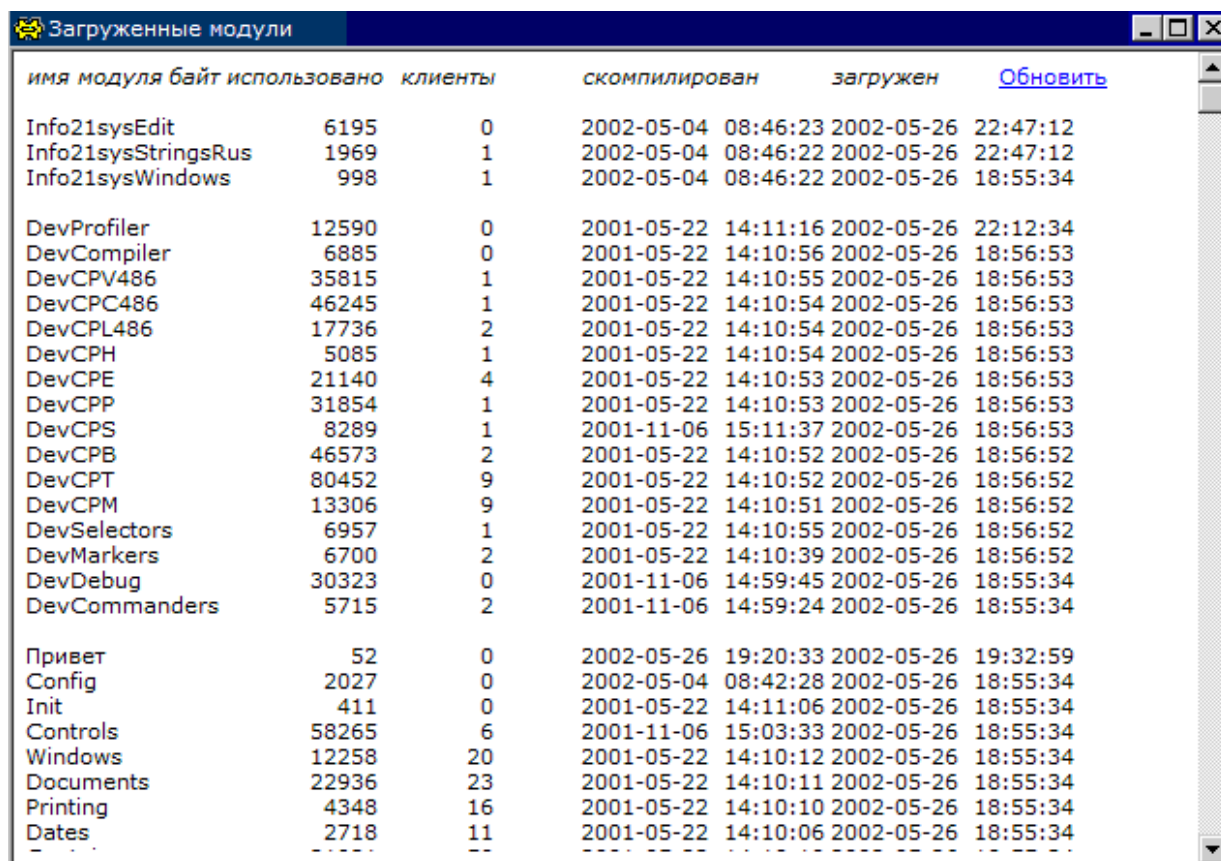
клавиш вызвало бы печать в текст данного модуля), то этот модуль можно выгрузить из памяти командой меню Прог --> Выгрузить.

3. Еще одна удобная возможность — команда меню Прог --> Компилировать и выгрузить (Ctrl+Shift+K), которая компилирует новую версию модуля и выгружает из памяти старую.
4. Наконец, в любом окне, где в тексте есть имя модуля, который требуется выгрузить (часто это рабочий журнал, где имя модуля появляется в сообщениях Блэкбокса, например, после компиляции), можно дважды кликнуть по имени и выполнить программу меню Прог --> Выгрузить модули из списка.

Как проверить, какие модули загружены

Команда меню Инфо --> Загруженные модули заставляет Блэкбокс сгенерировать и открыть в новом окошке документ, содержащий список всех модулей, находящихся в данный момент в памяти.

Начало списка выглядит примерно так (состав списка и порядок модулей в нем может меняться):



имя модуля	байт использовано	клиенты	скомпилирован	загружен	Обновить
Info21sysEdit	6195	0	2002-05-04 08:46:23	2002-05-26 22:47:12	
Info21sysStringsRus	1969	1	2002-05-04 08:46:22	2002-05-26 22:47:12	
Info21sysWindows	998	1	2002-05-04 08:46:22	2002-05-26 18:55:34	
DevProfiler	12590	0	2001-05-22 14:11:16	2002-05-26 22:12:34	
DevCompiler	6885	0	2001-05-22 14:10:56	2002-05-26 18:56:53	
DevCPV486	35815	1	2001-05-22 14:10:55	2002-05-26 18:56:53	
DevCPC486	46245	1	2001-05-22 14:10:54	2002-05-26 18:56:53	
DevCPL486	17736	2	2001-05-22 14:10:54	2002-05-26 18:56:53	
DevCPH	5085	1	2001-05-22 14:10:54	2002-05-26 18:56:53	
DevCPE	21140	4	2001-05-22 14:10:53	2002-05-26 18:56:53	
DevCPP	31854	1	2001-05-22 14:10:53	2002-05-26 18:56:53	
DevCPS	8289	1	2001-11-06 15:11:37	2002-05-26 18:56:53	
DevCPB	46573	2	2001-05-22 14:10:52	2002-05-26 18:56:52	
DevCPT	80452	9	2001-05-22 14:10:52	2002-05-26 18:56:52	
DevCPM	13306	9	2001-05-22 14:10:51	2002-05-26 18:56:52	
DevSelectors	6957	1	2001-05-22 14:10:55	2002-05-26 18:56:52	
DevMarkers	6700	2	2001-05-22 14:10:39	2002-05-26 18:56:52	
DevDebug	30323	0	2001-11-06 14:59:45	2002-05-26 18:55:34	
DevCommanders	5715	2	2001-11-06 14:59:24	2002-05-26 18:55:34	
Привет	52	0	2002-05-26 19:20:33	2002-05-26 19:32:59	
Config	2027	0	2002-05-04 08:42:28	2002-05-26 18:55:34	
Init	411	0	2001-05-22 14:11:06	2002-05-26 18:55:34	
Controls	58265	6	2001-11-06 15:03:33	2002-05-26 18:55:34	
Windows	12258	20	2001-05-22 14:10:12	2002-05-26 18:55:34	
Documents	22936	23	2001-05-22 14:10:11	2002-05-26 18:55:34	
Printing	4348	16	2001-05-22 14:10:10	2002-05-26 18:55:34	
Dates	2718	11	2001-05-22 14:10:06	2002-05-26 18:55:34	

Первые две колонки — имена загруженных модулей и их размеры в байтах (включая память, занятую под их глобальные переменные).

Важная третья колонка указывает, сколько модулей импортирует данный (другими словами, сколько у данного модуля модулей-"клиентов", использующих содержащиеся в нем средства — процедуры и т.п.).

Дальше указаны дата и время последней компиляции и загрузки для каждого модуля.

Гиперссылка [Обновить](#) вверху справа позволяет обновлять информацию в этом окошке одним кликом, не закрывая его.

- Выгрузить можно только модули, не имеющие на данный момент клиентов. Другими словами, выгружать модули нужно в порядке обратном по сравнению с их загрузкой. Попытка выгрузить модуль, имеющий ненулевое количество клиентов, порождает в рабочем журнале сообщение **'не удалось выгрузить модуль ...'**

Обычно в окошке 'Загруженные модули' модули, связанные между собой отношениями импорта, группируются. Пример такой группы — первые три модуля в списке (i21sys...).

Такие модули легко выгрузить одновременно следующим образом:

- Достаточно в этом окошке выделить мышкой соответствующие строки (вместе с цифровой информацией), а затем выполнить команду меню Прог --> Выгрузить модули из списка.

Блэкбокс будет их выгружать в том порядке, в каком они встречаются в тексте. Поскольку в списке они упорядочены так, что модули-клиенты стоят всегда выше тех модулей, которые они импортируют, то выгрузка модулей будет происходить в правильном порядке.

Вместо выделения нужных модулей в окошке 'Загруженные модули' можно также создать отдельный документ, в котором записать (в правильном порядке) имена модулей, с которыми ведется работа.

Выделяя весь документ (Ctrl+A), а затем выполняя Прог --> Выгрузить модули из списка, можно заставить Блэкбокс выгрузить только требуемые модули.

- Обычная ошибка — выполнять команду меню Прог --> Выгрузить вместо Прог --> Выгрузить модули из списка, и наоборот.

Аварийная остановка программы

Аварийная остановка ("авост", "облом" и т.п.) программы на Блэкбоксе может произойти по ряду причин.

Простейший пример — деление на нуль. Другой пример — оператор HALT, намеренно использованный программистом и имитирующий аварийную остановку. Другие ситуации описаны ниже.

Общая идея состоит в следующем (см. ниже Пример аварийной остановки):

1. Модуль, в котором произошла ошибка, просто остается в памяти, так что его процедуры можно вызывать снова (см. Загрузка и перезагрузка модулей).

Однако вызов любых процедур (в т.ч. и той, в которой произошла ошибка) будет осуществляться как обычно — т.е. с первого выполняемого оператора. Блэкбокс не предусматривает возможность продолжить выполнение прерванной процедуры.

2. Блэкбокс открывает окошко со специальной диагностикой, представляющей собой документ Блэкбокса с особыми гиперссылками.

Предоставляемая диагностика дает возможность получить, кликая мышкой, полную удобочитаемую информацию о состоянии глобальных и локальных переменных всех модулей и процедур в цепочке вызовов, приведших к аварийной остановке. (Поэтому еще говорят: "Блэкбокс выбросил потроха".)

Кроме того, с помощью простого клика мышкой можно посмотреть те операторы в программных текстах, где произошла ошибка — но только если исходные тексты

хранятся в соответствии с [соглашениями](#) (см. Организация файлов...), принятыми в Блэкбоксе.

Разумеется, для модулей, поставляемых в дистрибуции Блэкбокса без исходных текстов — как и для других модулей, чьи исходные тексты хранятся отдельно, эта возможность не работает.

Следует подчеркнуть следующее:

- Никакого особого отладочного режима в Блэкбоксе нет и со стороны программиста **не нужно никаких специальных усилий** (кроме клика мышкой), чтобы найти то место в программе, где произошел авост. (Однако авост будет локализован неправильно, если текст модуля изменился после последней компиляции.)
- Принятый подход является весьма удобным гибридом между архаичным дампом памяти и обычным пошаговым отладчиком. Расшифровывать дампы нелегко, а практика отладки как попало написанных программ наугад с помощью пошагового отладчика порочна и неприемлема [по ряду причин](#) (см. О дисциплине программирования).

Основные ситуации, приводящие к аварийной остановке программы

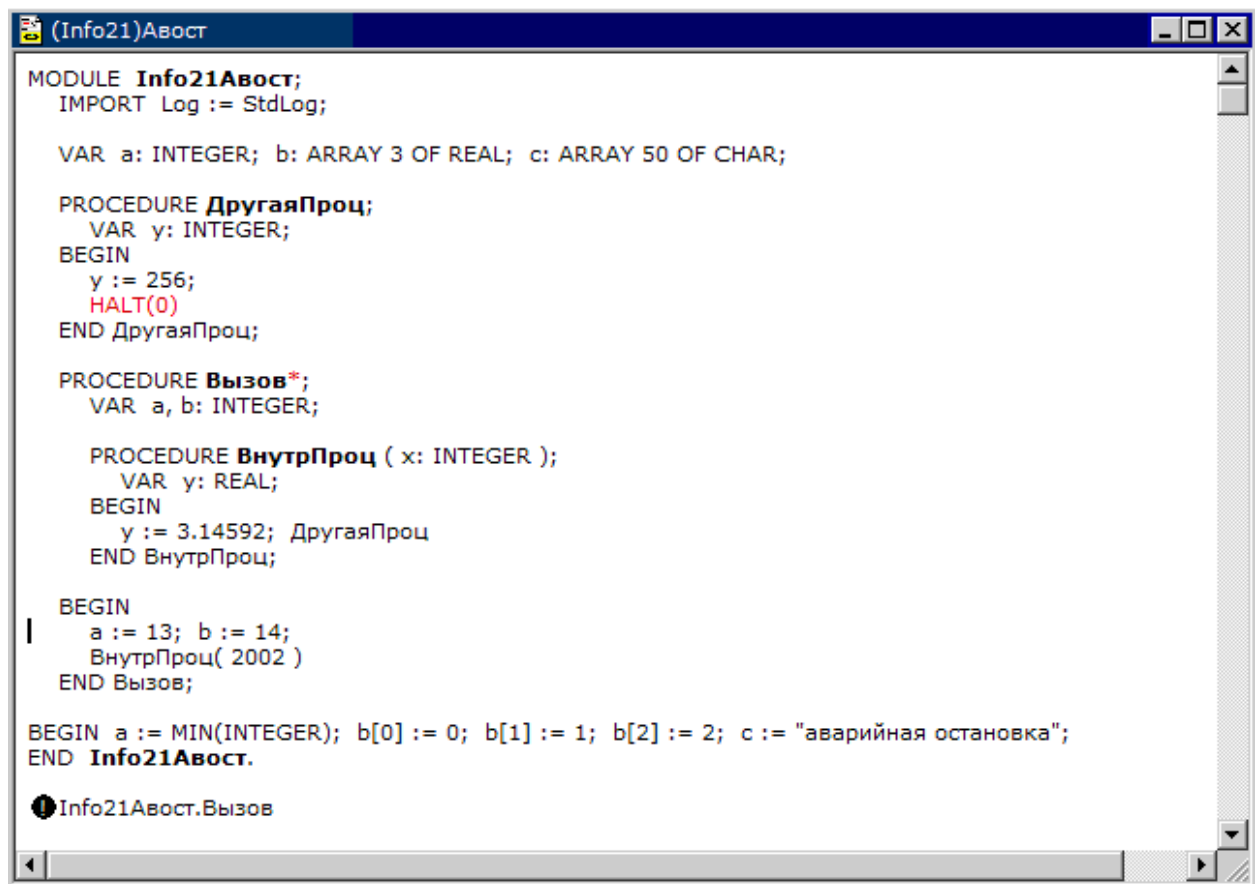
1. Логическое выражение в первом аргументе процедуры ASSERT имеет результат FALSE.
Эта процедура предназначена для контроля пред- и пост-условий, а также инвариантов циклов и т.п.; программиста.
Аварийная остановка в этом случае означает, что предположения программиста о поведении программы в данной точке не соответствуют логическому условию в процедуре ASSERT — либо программа не делает того, что требует программист, либо программист допустил ошибку в записи условия.
2. Попытка выйти за границы массива — обычно в результате неправильно заданного условия окончания цикла.
3. Попытка разыменования указателя, имеющего значение NIL в данной точке программы — либо из-за того, что указатель не был надлежащим образом инициализирован (не была вызвана процедура NEW), либо из-за того, что неправильно контролируется обход динамической структуры (например, ссылку на NIL обычно содержит последний элемент линейного списка).
4. Программа выполнила процедуру HALT, которая по определению служит для вызова аварийной остановки.
5. В правой или (реже) левой части оператора присваивания оказалась не выполненной охрана типа (динамический тип переменной оказался несоответствующим типу, указанному в охране).
6. В операторе CASE или WITH не предусмотрен вариант ELSE, а при выполнении программы ни один из явно указанных вариантов выбора не реализовался.

Пример аварийной остановки

Пусть имеется следующий модуль, показанный на картинке (текст имеется в пакете русификации).

Клик по командиру внизу за текстом модуля вызывает процедуру Вызов, которая вызывает свою внутреннюю процедуру ВнутрПроц.

Эта процедура в свою очередь вызывает процедуру ДругаяПроц. Процедура ДругаяПроц содержит оператор HALT(0), который имитирует аварийную остановку (числовой параметр предусмотрен для удобства программиста и особой роли не играет).



```
MODULE Info21Авост;
  IMPORT Log := StdLog;

  VAR a: INTEGER; b: ARRAY 3 OF REAL; c: ARRAY 50 OF CHAR;

  PROCEDURE ДругаяПроц;
    VAR y: INTEGER;
  BEGIN
    y := 256;
    HALT(0)
  END ДругаяПроц;

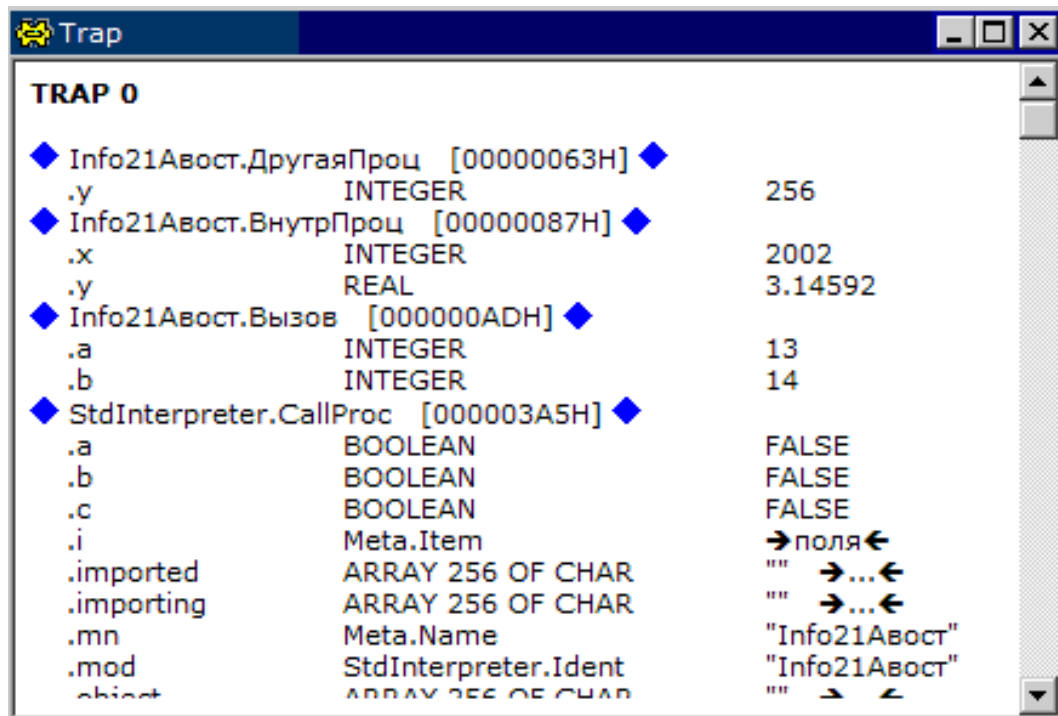
  PROCEDURE Вызов*;
    VAR a, b: INTEGER;

    PROCEDURE ВнутрПроц ( x: INTEGER );
      VAR y: REAL;
    BEGIN
      y := 3.14592; ДругаяПроц
    END ВнутрПроц;

  BEGIN
    a := 13; b := 14;
    ВнутрПроц( 2002 )
  END Вызов;

  BEGIN a := MIN(INTEGER); b[0] := 0; b[1] := 1; b[2] := 2; c := "аварийная остановка";
  END Info21Авост.
```

Выполнение HALT(0), кроме собственно аварийной остановки, открывает диагностическое окошко примерно следующего вида (Trap = ловушка):



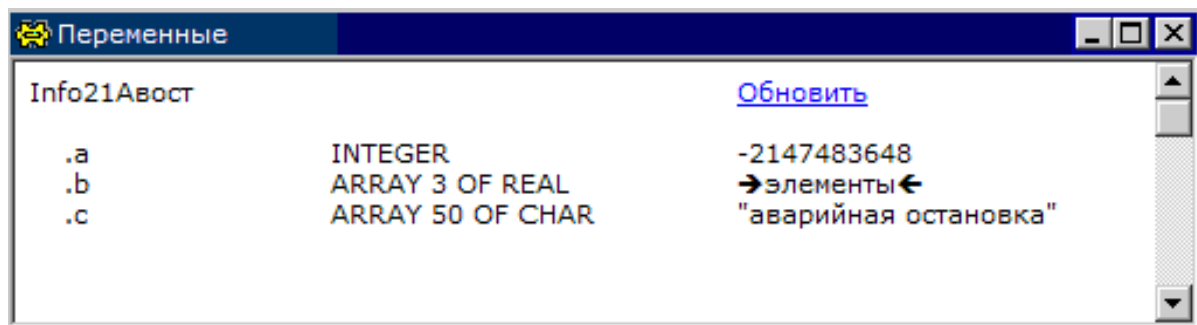
В окошке представлена вся цепочка вызовов, приведшая к авосту (включая и системные процедуры Блэкбокса, которые, собственно, и осуществили вызов после клика по командиру).

После имени каждой процедуры дан алфавитный список ее внутренних переменных вместе с их типами и значениями в читабельной форме.

Слева и справа от имени каждой процедуры — синие ромбы, являющиеся гиперссылками (гиперссылками являются и черные стрелки; см. об этом дальше).

Клик по ромбу слева от имени процедуры — скажем, ДругаяПроц — открывает окошко, в котором показаны значения глобальных переменных модуля, в котором определена данная процедура.

В нашем конкретном случае это модуль Info21Авост:



Глобальные переменные модуля объявляются в нем до всех процедур (см. выше текст модуля).

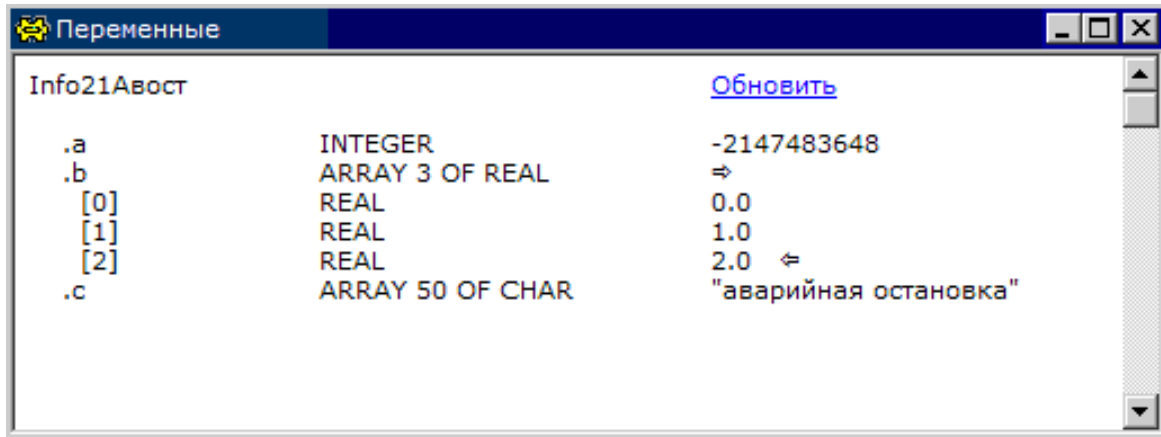
В данном случае интересно посмотреть, как показаны массивы.

Массивы литер (ARRAY OF CHAR) играют особую роль в Компонентном Паскале, т.к. служат для хранения литерных цепочек.

Например, массиву **c** в тексте модуля была присвоена литерная цепочка "аварийная остановка", которая непосредственно показана в диагностическом окошке.

Все другие массивы трактуются более единообразно.

Например, в нашем случае переменная **b** это массив из трех целых. Клик по любой из черных стрелок раскрывает список значений элементов массива:



Клик по любой белой стрелке закрывает список, возвращая картинку в предыдущее состояние.

Черные и белые стрелки — визуальное оформление т.наз. "складок" — folders — стандартного средства, которое можно использовать в любых документах Блэкбокса, в т.ч. в текстах программ. Например, для "упрятывания" длинных комментариев или временной вставки/удаления фрагментов программ, предназначенных, скажем, для отладочных проверок и т.п.

Если же в окошке Тгар кликнуть по синему ромбу справа от имени процедуры (скажем, первой в списке), то откроется текст соответствующего модуля (если он еще не был открыт), в котором будет выделен оператор, вызвавший авост. В данном случае это будет оператор HALT(0).

Если же Блэкбокс по какой-то причине не найдет текста модуля (например, в случае модуля StdInterpreter в показанной цепочке вызовов), то сначала Блэкбокс предложит программисту самому "вручную" открыть текст модуля (Блэкбокс вызовет стандартный диалог операционной системы для открытия файла).

А если программист откажется (Cancel, Отмена и т.п.), то в рабочем журнале появится сообщение "исходник для StdInterpreter не найден".

- Диагностические окна позволяют исследовать произвольные динамические структуры данных, созданные программой перед авостом.
- Значения глобальных переменных любого загруженного модуля можно исследовать в любой момент и без авоста: достаточно в любом окне (например, в рабочем журнале или в окне со списком загруженных модулей: Инфо --> Загруженные модули) выделить имя нужного модуля (скажем, двойным кликом) и выполнить команду меню Инфо --> Глобальные переменные.

Примеры программ на Компонентном Паскале

Приводимые примеры покажут читателю, как выглядят простейшие программы на Компонентном Паскале.

Исходные тексты всех примеров находятся в папке i21примеры\Mod\ во всех комплектах от Информатики-21. Имена модулей на приводимых ниже картинках могут слегка отличаться от имен в текущих комплектах.

Их можно непосредственно открывать из Блэкбокса обычным порядком (Ctrl+O и т.д.). Там же (i21примеры\Docu*.odc) можно найти документы, детально описывающие разработку этих модулей методом пошагового уточнения.

Функция, проверяющая простоту задаваемого целого:

```
MODULE ПошаговаяПростые;  
  IMPORT Math;  
  
  PROCEDURE Простое* ( n: INTEGER ): BOOLEAN;  
    VAR кандидат: INTEGER; корень: REAL;  
  BEGIN  
    кандидат := 2;  
    корень := Math.Sqrt( n );  
    WHILE (кандидат <= корень) & ~( n MOD кандидат = 0 ) DO  
      кандидат := кандидат + 1  
    END;  
    RETURN ~(кандидат <= корень)  
  END Простое;  
  
END ПошаговаяПростые;
```

Звездочка после имени процедуры в заголовке — символ экспорта — делает процедуру видимой и доступной из других модулей.

Проверка эквивалентна задаче поиска (в данном случае, поиск делителя) и выполняется по стандартной схеме для таких задач.

Уплотнение цепочки литер, чтобы исключить идущие подряд пробелы:

```

MODULE ПошаговаяУплотнение;
  IMPORT StdLog;

  PROCEDURE Проверить ( VAR a: ARRAY OF CHAR );
    VAR кандидат: INTEGER;
  BEGIN
    кандидат := 0;
    WHILE (кандидат < LEN(a)) & (a[кандидат] # 0X) DO
      кандидат := кандидат + 1
    END;
    ASSERT( кандидат < LEN(a) )
  END Проверить;

  PROCEDURE Уплотнить* ( VAR a: ARRAY OF CHAR );
    VAR i, j: INTEGER;
  BEGIN Проверить( a );
    i := 0; j := 0;
    WHILE a[j] # 0X DO
      i := i + 1;
      IF (a[i] # ' ') OR (a[j] # ' ') THEN
        j := j + 1;
        a[j] := a[i]
      END
    END
  END Уплотнить;

  PROCEDURE Демо* ( цепочка: ARRAY OF CHAR );
    VAR a: ARRAY 200 OF CHAR;
  BEGIN
    a := цепочка$;
    StdLog.String('до сжатия:'); StdLog.Ln;
    StdLog.String(a); StdLog.Ln;
    Уплотнить( a );
    StdLog.String('после сжатия:'); StdLog.Ln;
    StdLog.String(a); StdLog.Ln;
  END Демо;

END ПошаговаяУплотнение.

```

Процедура Проверить проверяет наличие в массиве литер специальной литеры-ограничителя, задаваемой 16-ричным кодом 0X.

Сортировка вставками

```

MODULE ПошаговаяВставки;
  IMPORT StdLog, In;

  PROCEDURE Вставить ( VAR a: ARRAY OF INTEGER; i: INTEGER );
    VAR t: INTEGER;
  BEGIN
    IF a[i] < a[i-1] THEN
      t := a[i]; a[i] := a[i-1]; a[i-1] := t;
      IF i - 1 # 0 THEN
        Вставить( a, i - 1 )
      END;
    END;
  END Вставить;

  PROCEDURE Сорт* ( VAR a: ARRAY OF INTEGER );
    VAR i: INTEGER;
  BEGIN
    FOR i := 1 TO LEN(a) - 1 DO
      Вставить( a, i )
    END;
  END Сорт;

  PROCEDURE Демо*;
    VAR x, n: INTEGER; a: POINTER TO ARRAY OF INTEGER;
  BEGIN In.Open; n := 0; In.Int( x );
    WHILE In.Done DO
      INC( n ); In.Int( x )
    END;
    NEW( a, n );
    In.Open; n := 0; In.Int( x );
    WHILE In.Done DO
      a[n] := x; INC( n ); In.Int( x )
    END;
    Сорт( a );
    FOR n := 0 TO LEN(a) - 1 DO
      StdLog.Int( a[n] )
    END;
  END Демо;
END ПошаговаяВставки.

```

Разумеется, можно обойтись и без рекурсии в процедуре Вставить (это так называемая хвостовая рекурсия, которая легко заменяется на цикл WHILE).

Процедура Демо показывает использование средств модуля In. Их следует использовать в преподавании вместо ввода с клавиатуры старого Паскаля.

В процедуре Демо сначала подсчитывается количество чисел в потоке ввода (первый цикл WHILE), затем размещается массив нужной длины (процедура NEW(a, n)).

Затем производится повторное считывание чисел из потока ввода (In.Open и второй цикл WHILE) и их запись в размещенный массив.

Наконец, вызывается процедура сортировки и производится печать отсортированного массива в [рабочий журнал](#) (специальное окошко для системных сообщений, обычно постоянно открытое при работе в Блэкбоксе).