



# GNAT Pro – Ада-технология для серьезных проектов.

---

**Сергей Рыбин**  
rybin@adacore.com

**Вадим Годунко**  
godunko@adacore.com

Минск, 18 ноября 2009 г.

## GNAT – реализация Ады 83/95/2005 в семействе компиляторов GNU GPL

- **Компилятор переднего плана для Ады + кодогенератор GCC;**
- **Распространяется под лицензиями GPL/GMGPL:**
  - все исходные коды всех компонент бесплатно доступны любому, получившему компилятор законным образом
- **Разрабатывается и сопровождается с 1995 года компанией AdaCore.**
- **Распространяется как:**
  - GNAT Pro (AdaCore);
  - GAP (AdaCore);
  - GNAT GPL (AdaCore);
  - версии, подготовленные, собранные и распространяемые другими людьми, сообществами, организациями...

## Типичные заблуждения, связанные с семейством компиляторов GNU GPL

- **«если бесплатное – значит, некачественное!»**
  - опровергается результатами тестирования (как тестированием производительности, так и тестированием соответствия реализуемым стандартам);
- **«если разрабатывается неким сообществом, значит, отсутствует поддержка пользователей!»**
  - технология GNAT Pro предполагает предоставление технической поддержки не только для компилятора Ады, но и для компилятора Си/Си++;
  - существует возможность получить техническую поддержку для любого компилятора семейства GNU;
  - разработка компиляторов семейства GNU осуществляется организационно оформленными командами и включает все необходимые процедуры контроля качества;
- **«многоязыковые системы программирования – миф!»**
  - семейство компиляторов GNU – одно из лучших решений для мультязыковых проектов;

**Лучшее подтверждение высокого качества компиляторов семейства GNU GPL – список пользователей этой технологии!**

## Типичные заблуждения, связанные лицензиями GPL/LGPL, open source и free software

- **Смешение понятий «GPL», «free software», «freeware», «shareware»**
  - “freeware” и “shareware” не имеют никакого отношения к GNAT Pro, равно как и к «GPL» и «free software»;
  - ни одно из этих понятий не означает автоматически, что соответствующий программный продукт распространяется бесплатно (или не бесплатно);
- **«Free software – это бесплатное программное обеспечение!»**
  - Richard Stallman: ***"Free software is a matter of liberty, not price. To understand the concept, you should think of 'free' as in 'free speech', not as in 'free beer'".***
  - ***«free» означает свободу доступа к исходному коду программы, и ничего другого!***

# Что практику надо знать про GPL, open source и free software (1)

- При любом способе распространении программного GPL продукта получивший продукт вправе потребовать, а предоставивший продукт обязан (бесплатно) предоставить все исходные коды программ;
- Оригинальный или модифицированный GPL код может далее распространяться только под лицензией GPL;
- Если программа использует хотя бы один модуль, находящийся под действием GPL, она вся попадает под действие GPL («GPL-инфицирование»);
- Лицензия GPL не препятствует наложению дополнительных лицензионных соглашений на код, а также не ограничивает условия распространения программ (за исключением доступности исходного кода)
  - GPL программу можно продавать, дарить или вовсе не распространять;
  - продав/подарив GPL программу, вы можете потребовать, чтобы купивший/получивший ее не распространял далее эту программу (дополнительное соглашение, не имеющее отношения к лицензиям GPL )
  - и т.п.

## Что практику надо знать про GPL, open source и free software (2)

- **Использование GPL инструмента для работы с программным кодом не приводит к GPL-инфицированию этого кода (код не попадает автоматически под GPL);**
- **Но если в компиляторе библиотека периода выполнения находится под лицензией GPL, практически любая откомпилированная и собранная программа окажется GPL-инфицированной!**
- **Разница между GPL и GMGPL (GNAT Modified GPL) - GMGPL содержит следующий параграф:**

```
-- As a special exception, if other files instantiate generics from this --  
-- unit, or you link this unit with other files to produce an executable, --  
-- this unit does not by itself cause the resulting executable to be --  
-- covered by the GNU General Public License. This exception does not --  
-- however invalidate any other reasons why the executable file might be --  
-- covered by the GNU Public License. --
```
- **Библиотеки GNAT Pro находятся под GMGPL, это предотвращает GPL-инфицирование разрабатываемых программ!**

## Что практику надо знать про GPL/LGPL, open source и free software (3)

- **GNAT Pro = GPL компилятор + GMGPL библиотеки:**
  - отсутствует GPL-инфицирование разрабатываемых программ;
- **GNAT GPL = GPL компилятор + GPL библиотеки:**
  - если разрабатываемая Ада-программа использует библиотеки, она автоматически попадает под действие GPL;
- **Автор кода вправе наложить лицензионные ограничения GPL или GMGPL на свой код. Но если код оказался под GPL или GMGPL – это навсегда (включая любые модификации этого кода).**
- **GPL и GMGPL – всего лишь один из многих видов лицензионных соглашений, не препятствующий применению других лицензий или иных соглашений.**

## GNAT Pro - индустриальная Ада-технология

- **Система программирования GNAT Pro:**
  - на каких платформах реализована?
  - насколько хорош компилятор?
  - что предлагается помимо собственно реализации языка?
  - на каких условиях распространяется?
  - кем, где и зачем используется?
- **Поддержка пользователей**
  - куда пользователю обращаться с вопросами и проблемами?
  - и что он получит в ответ?

**GNAT Pro – это не столько Ада-компилятор и набор инструментов, сколько комплекс услуг, предлагаемых командам, занятым разработкой и сопровождением программного обеспечения на языке Ада.**



## GNAT Pro – поддерживаемые платформы

- **Linux: x86 GNU Linux (32 bits)**
  - **Linux: x86-64 GNU Linux (64 bits)**
  - **Linux: HP Integrity Itanium GNU Linux**
  - **Linux: SGI Altix Itanium GNU Linux**
  - **Solaris: SPARC Solaris (32 bits)**
  - **Solaris: SPARC Solaris (64 bits)**
  - **Solaris: x86 Solaris/Trusted Solaris (32 bits)**
  - **Windows: x86 Windows (32 bits, скопо – 64 bits)**
  - **Windows: .NET on Windows**
  - **Mac OS X: x86-64 Mac OS X (64 bits)**
  - **Mac OS X: PowerPC Mac OS X**
  - **HP-UX: PA-Risc HP-UX**
  - **HP-UX: Itanium HP-UX**
  - **Tru64: Alpha Tru64**
  - **OpenVMS: Alpha OpenVMS**
  - **OpenVMS: Itanium OpenVMS**
  - **IRIX: MIPS IRIX**
  - **AIX: PowerPC AIX (32 bits)**
  - **LynxOS: x86 LynxOS 4.x**
- **Кросс-компиляторы для :**
    - Embedded Linux
    - PikeOS
    - Nucleus OS
    - LynxOS
    - VxWorks

## GNAT Pro – индустриальное использование

- **Список клиентов (фрагмент):**

ABB  
 Alcatel Space  
 Air Traffic Control Netherlands  
 BNP Paribas  
 Boeing  
 BAE Systems  
 Ericsson Microwave System  
 Eurocontrol  
 Eurocopter  
 Eurotunnel  
 General Dynamics  
 Havelsan  
 Hewlett-Packard  
 Honeywell  
 Indra  
 Lockheed Martin  
 MBDA  
 Ministry of Defense, the Netherlands  
 NATO  
 Paranor  
 Philips Semiconductors ITEC  
 PostFinance  
 Raytheon  
 Rockwell Collins  
 Saab  
 Siemens Transportation Systems  
 SGI  
 Sema Group  
 Thales

- **Проекты:**

- Lockheed Martin – модернизация транспортного самолета C-130J;
- Thales – система определения положения в пространстве для Airbus A350;
- Thales – встроенное ПО для перископов подводных лодок;
- Lockheed Martin – система предупреждения конфликтов при управлении воздушным движением;
- Raytheon – боевое корабельное ПО;
- Boeing - 787 Dreamliner
- BAE Systems – бортовое ПО для европейского истребителя (Eurofighter Typhoon )
- MBDA – встроенное ПО для компонент международной космической станции;

*Вся информация – с*

<http://www.adacore.com/home/company/customers>

*и*

<http://www.adacore.com/home/company/customers/featured-projects>

## GNAT Pro - компилятор

- **Ada front-end (реализован на 95% на Аде + 5% Си-кода) + общий кодогенератор GNU GCC;**
  - общий кодогенератор существенно облегчает работу над мультязыковыми проектами;
  - GNAT Pro – среда разработки на Аде/Си/Си++
- **Существует как в обычном (native), так и в кросс-вариантах;**
- **Удовлетворяет (как минимум!) стандартным индустриальным требованиям (ресурсоемкость, скорость компиляции, качество кода):**
  - косвенное доказательство эффективности – использование метода «раскрутки» при (регулярном) построении компилятора;

## GNAT Pro - компилятор

---

- **Полная поддержка всех редакций стандарта Ады;**
- **Полезные расширения стандарта (в рамках, определяемых стандартом языка)**
  - прагмы и атрибуты для «тонкого» управления связью модулей, реализованных на разных языках, доступа к машинно-зависимым характеристикам и т.п.;
- **Богатый набор параметров компиляции**
  - управление уровнем оптимизации, тонкая настройка механизма генерации предупреждений и контроля стиля кодирования и др.
- **Исчерпывающая документация**

## GNAT Pro – интегрированная среда разработки

---

- **Два варианта на выбор (Ада/Си/Си++):**
  - GPS (реализована на базе GtkAda);
  - GNATbench (Ada plug-in для Eclipse);
- **Многоплатформность**
  - интерфейс и функциональность среды одинаковы на всех платформах, где среда реализована

## GNAT Pro – инструментарий (1)

- **CodePeer** – статический анализ графа потока данных и потока управления программы, позволяющий обнаруживать такие (потенциально) опасные ситуации, как:
  - использование неинициализированных переменных;
  - переполнения (численные и переполнения структур данных);
  - некорректное использование указателей;
  - недоступный код и др.
- **gnatstack** – статический анализ размера стека:
  - определение максимального стека размера для каждой точки входа;
  - выявление потенциально опасных вызовов, которые могут привести к неограниченному росту стека;
- **gnatelim** – выявление неиспользуемых подпрограмм:
  - список неиспользуемых подпрограмм передается компилятору, что приводит к уменьшению размера исполняемого кода;

## GNAT Pro – инструментарий (2)

- **gnatpp** – конфигурируемый инструмент реформатирования Ада-кода, интегрирован с GPS и GNATbench;
- **gnatmetric** – инструмент подсчета метрик:
  - классические метрики (число строк, объявлений, операторов...);
  - метрики сложности;
  - объектно-ориентированные метрики;
- **gnatprep** – препроцессор для Ада-кода;
- **gnatmem** – выявление ситуаций, приводящих к «утечкам памяти»;

## GNAT Pro – инструментарий (3)

---

- **gnatcheck** – контролер стиля кодирования, содержит более 60 правил, расширяемый по запросам пользователей;
- **gnathtml** – конвертация Ада-кода в формат HTML;
- возможность использования стандартного инструментария gcc (**gcov**, **gprof**);



## SPARK – корректность программы «по построению»

- **(Основанная на Аде) практическая технология доказательного программирования:**
  - язык, объединяющий исполняемый код (подмножество Ады) и логические утверждения, позволяющие формулировать утверждения о свойствах исполняемого кода (пре- и пост-условия, инварианты циклов и др.);
  - Spark Examiner: инструмент проверки корректности SPARK-кода;
  - успешное применение в ряде промышленных проектов;

## SPARK – пример

• **Сортировка массива с доказательством корректности (из книги John Barnes, *High Integrity Software. The Spark Approach to Safety and Security*. Addison-Wesley, 2003):**

```
package Array_Uutilities is
  Max_Table_Size : constant := 100;
  type Base_Index_Type is range 0..Max_Table_Size;
  subtype Index_Type is Base_Index_Type range
    1..Max_Table_Size;
  type Contents_Type is range -1000 .. 1000;
  type Array_Type is array (Index_Type) of
    Contents_Type;

  --# function Ordered(A : Array_Type; L,U : Index_Type)
  --#   return Boolean;
  --# function Perm (A, B : Array_Type) return Boolean;

  procedure Sort (Table : in out Array_Type);
  --# derives Table from Table;
  --# post Ordered (Table, 1, Max_Table_Size) and
  --#   Perm (Table,Table~);
end Array_Uutilities;
```

```
package body Array_Uutilities is
  --# function Partitioned(A : Array_Type;
  --#   L, M, U : Index_Type) return Boolean;

  procedure Sort (Table : in out Array_Type) is
    Key : Index_Type;

    --# function The_Smallest (A : Array_Type;
    --#   L,U : Index_Type) return Index_Type;

    function Find_Smallest
      (Arr : Array_Type; L,U: Index_Type)
        return Index_Type
      --# pre 1 <= L and L <= U and U <= Max_Table_Size;
      --# return The_Smallest(Arr,L,U);
    is
      K : Index_Type;
    begin
      K := L;
      for I in Index_Type range L + 1..U loop
        if Arr (I) < Arr (K) then
          K := I;
        end if;
        --# assert 1 <= L and L+1 <= I and
        --#   I <= U and U <= Max_Table_Size and
        --#   K in Index_Type and
        --#   K = The_Smallest(Arr,L,I);
      end loop;
      return K;
    end Find_Smallest;
```

## SPARK – пример (окончание)

```
package body Array_Uutilities is
  ...

  procedure Swap_Elements (T   : in out Array_Type;
                          I, J : in   Index_Type)
    --# derives T from T,I,J;
    --# post T = T~[I => T~(J); J => T~(I)] and Perm(T,T~);
  is
    Temp : Contents_Type;
  begin
    Temp := T(I); T(I) := T(J); T(J) := Temp;
  end Swap_Elements;

  begin -- Sort
    for Low in Index_Type range 1 .. Max_Table_Size - 1 loop
      Key := Find_Smallest(Table,Low,Max_Table_Size);
      if Key /= Low then
        Swap_Elements(Table,Low,Key);
      end if;
      --# assert 1 <= Low and Low <= Max_Table_Size-1 and
      --#   Ordered(Table,1,Low) and
      --#   Partitioned(Table,1,Low,Max_Table_Size) and
      --#   Perm(Table,Table~);
    end loop;
  end Sort;
end Array_Uutilities;
```

## Специализированные библиотеки (1)

- **AWS – Ada Web Services**
  - библиотека для создания Web-приложений на Аде;
  - поддержка протоколов SOAP, SMTP, LDAP, Jabber;
  - поддержка HTTPS/SSL;
- **PolyORB – набор решений для построения распределенных приложений;**
  - основан на технологии CORBA;
  - предлагает различные решения для обеспечения безопасности коммуникаций;
  - позволяет создавать приложения для работы в реальном времени;
- **XML Ada:**
  - анализатор текстов на XML;
  - Поддержка SAX 2.0 и DOM 2.0;
  - Поддержка Unicode (UTF-8 и UTF-16);
- **GtkAda – библиотека для построения графических пользовательских интерфейсов:**

## Специализированные библиотеки (2)

- **ASIS – Ada Semantic Interface Specification:**

- доступ к синтаксису и семантике программных модулей на языке Ада;
- позволяет быстро разрабатывать инструменты статического анализа Ада-кода;

Пример – фрагмент кода gnatcheck, который обнаруживает оператор выхода из цикла (exit), в котором не указано имя покидаемого цикла:

```
procedure Rule_Check_Pre_Op
  (Rule    : in out EXIT_Statements_With_No_Loop_Name_Rule_Type;
   Element :      Asis.Element;
   Control : in out Traverse_Control;
   State   : in out Rule_Traversal_State)
is
  pragma Unreferenced (Rule, Control);
begin

  if Asis.Elements.Statement_Kind (Element) = Asis.An_Exit_Statement
    and then
      Asis.Elements.Is_Nil (Asis.Statements.Exit_Loop_Name (Element))
    then
      State.Detected := True;
    end if;

end Rule_Check_Pre_Op;
```

## Поддержка сертификации разрабатываемых программ (1)

- **Конфигурируемые библиотеки периода исполнения:**
  - Zero Foot Print (ZFP) – минимальная библиотека, не содержащая исполняемого кода;
  - Certified Profile – сертифицированное расширение ZFP, достаточное для многих аэрокосмических приложений;
  - Ravenscar Profile – расширение ZFP, позволяющее создавать сертифицируемые многопроцессные приложения;
- **обоснование отсутствия переполнения стека при выполнении программы (gnatstack);**
- **контроль стиля кодирования:**
  - gnatcheck:
    - набор правил, расширяемый по запросу пользователей;
    - квалифицированные версии для конкретных стилей кодирования;
  - помощь в оптимизации требований стиля кодирования;

## Поддержка сертификации разрабатываемых программ (2)

- **поддержка тестирования (DO 178B, уровни C, B, A) – couverture:**
  - контроль выполнения критериев полноты структурного тестирования разного уровня;
  - выполнение тестирования встраиваемого кода на инструментальной машине в режиме эмуляции;
  - проверка выполнения критериев полноты без инструментирования (изменения) тестируемого кода;
- **traceability: когда покрытие исходного кода гарантирует эквивалентное покрытие объектного кода?**

## GNAT Pro – контроль качества

- **Регулярные запланированные релизы;**
- **Постоянно пополняемая тестовая база:**
  - ACATS;
  - комплекты тестов пользователей;
  - каждая обнаруженная проблема в технологии – причина добавить как минимум один тест;
- **Все усовершенствования происходят не скачкообразно, а в режиме постоянно обновляемой текущей версии, которая ежедневно полностью строится с нуля;**
- **Ежедневное автоматизированное полное тестирование текущей версии технологии на полном тестовом наборе;**
- **До пользователей доходят только те версии, которые успешно прошли через процедуру контроля качества;**



## Условия распространения GNAT Pro

- **Распространяется методом подписки на услуги AdaCore;**
- **Подписка включает в себя:**
  - доступ к версии GNAT-технологии, распространяемой под лицензией GPL/GMGPL (позволяющей разрабатывать продукты, которые уже не обязаны удовлетворять GPL!);
  - доступ к исходным текстам всех компонент GNAT Pro, на которые распространяется подписка;
  - возможность регулярно получать новые релизы всех компонент технологии;
  - возможность пользоваться оперативной технической поддержкой в режиме 24x7x365;
- **Стоимость годовой подписки зависит от набора компонент и решений GNAT Pro, стоимость базового годового контракта сопоставима с годовой зарплатой одного разработчика.**

# GNAT Pro – техническая поддержка (1)

- **Оперативность:**

- вопросы задаются по электронной почте или через специализированный web-интерфейс (GNAT Tracker);
- гарантированное время ответа – 2 рабочих дня, на практике 80% запросов получают ответ в течение одного рабочего дня.

- **Техническая поддержка включает:**

- ответы на вопросы по языкам и стандартам, реализуемым компонентами GNAT Pro (Ада, ASIS, SPARK, ...);
- помощь в установке и настройке программных компонент GNAT Pro;
- помощь в выборе наиболее эффективных способов использования GNAT Pro в том или ином проекте;
- в случае обнаружения дефекта в технологии:
  - помощь в нахождении оперативных решений, позволяющих обойти дефект (workaround);
  - если это невозможно – предоставление версий компонент технологии с исправленными дефектами (wavefronts), такие компоненты всегда проходят стандартную процедуру контроля качества;

## GNAT Pro – техническая поддержка (2)

---

- **Запросы пользователей – источник развития GNAT Pro:**
  - приветствуются любые предложения по улучшению технологии и добавлению в нее новых возможностей (enhancement requests);
  - многие из таких предложений реализуются;
- **Оперативная реализация дополнительных возможностей:**
  - как правило, в форме отдельного контракта;
  - возможна в том числе и разработка программных компонент для пользователей;

# GNAT Tracker

---

- **Вся техническая поддержка в одном инструменте!**
- **Web-интерфейс, позволяющий**
  - задавать вопросы и сообщать об обнаруженных проблемах в режиме online (включая загрузку тестов, демонстрирующих обнаруженную проблему);
  - просматривать полную историю, связанную с решением той или иной проблемы;
  - получать релизы GNAT Pro, при необходимости – версии компонент технологии с исправленными ошибками;
  - получать полную документацию по GNAT Pro и языку Ада;
  - получать информацию о последних изменениях в технологии;

## GNAT Pro – техническая поддержка (3)

---

- **Бизнес-модель, используемая AdaCore, делает техническую поддержку приоритетным направлением деятельности компании;**
- **Стоимость технической поддержки многократно компенсируется:**
  - сокращение сроков выполнения проектов;
  - повышение качества результатов;
  - минимизация рисков, связанных с использованием тех или иных компонент технологии;
  - гарантия использования согласованных друг с другом версий программных компонент технологии, прошедших жесткую процедуру контроля качества;

## GNAT – если не Pro, то что (1)?

- **Кроме GNAT Pro, AdaCore предлагает GNAT GPL:**
  - набор основных компонент GNAT-технологии без каких-либо ограничений по функциональности;
  - проходит ту же процедуру контроля качества, что и GNAT Pro;
  - доступен (абсолютно бесплатно) для MS Windows, Microsoft .NET, Linux Mac OS, Solaris;
  - распространяется полностью под GPL (позволяет создавать только GPL-программы);
- **GAP (GNAT Academic Program): версия GNAT для университетов**
  - GNAT GPL + (ограниченная) техническая поддержка + обмен информацией между участниками программы;
  - включает GNAT-on-MINDSTORMS (среда программирования роботов Lego MINDSTORMS)
  - более 150 университетов из 25 стран;
    - Белоруссия – Высший государственный колледж связи;
    - РФ - Московский, Ярославский, Томский университеты;
    - Украина – Национальный технический университет (Киев), Черновицкий и Харьковский университеты);

## GNAT – если не Pro, то что (2)?

- **GNAT из других источников?**

- Исходные тексты основных компонентов GNAT-технологии доступны;
- Помимо AdaCore, GNAT собирается и распространяется другими людьми и организациями (в частности, FSF);
- этим может заняться любой желающий ☺;
- существуют модификации, разработанные вне AdaCore (например, есть реализации для архитектур, не поддерживаемых AdaCore);
- На ваш страх и риск...
  - мы ничего не знаем о согласованности версий используемых компонент, процедуре сборки, применяемой процедуре контроля качества и т.п.
  - и поэтому мы не в состоянии не только осуществлять техническую поддержку подобных продуктов, но даже отвечать на какие-либо вопросы по ним
  - но мы принимаем к сведению и анализируем сообщения об обнаруженных ошибках...

## Итак:

- **Использование GNAT Pro в индустриальном (по задачам/требованиям/масштабу/бюджету) проекте – разумное, эффективное и недорогое (!!!) решение;**
- **GAP – удобная, эффективная и бесплатная возможность использовать в учебном процессе и исследовательских проектах мощную индустриальную технологию;**
- **GNAT GPL от AdaCore - возможность экспериментировать с языком и технологией вплоть до реализации реальных проектов, используя систему программирования, прошедшую жесткий контроль качества**