

## **Введение**

Современные эксперименты в ядерной физике испытывают множество проблем в процессе разработки комплекса программных средств и приложений. Актуальной становится постоянно растущая необходимость в исчерпывающем и точном моделировании регистрации частиц. Цель данного пособия, изучить способы применения современного инструментария математического моделирования Geant4 в решении задач атомной промышленности и ядерной энергетики реально возникающих задачах атомной промышленности и ядерной энергетики.

Название Geant4 произошло от английского Geometry And Tracking (геометрия и трекинг). Geant4 - это инструментарий для моделирования прохождения элементарных частиц через вещество на основе методов Монте-Карло. В сердце данного пакета богатый набор физических моделей, содержащий информацию о взаимодействии частиц с материалами в широком диапазоне энергий. Данные для моделей получены из огромного количества источников по всему миру, и в этом отношении Geant4 представляет собой беспрецедентное хранилище информации, включающее в себя значительную часть всего, что известно о взаимодействиях частиц. Более того, из года в год он продолжает наполняться, разрабатываться и расширяться.

Процесс разработки Geant4 начался в далеком 1993 году в результате двух независимых исследований, проводимых CERN и KEK. Обе группы занимались изучением того, как современные компьютерные технологии могут быть использованы для улучшения уже существующих пакетов математического моделирования, вроде Geant3, являющегося на тот момент эталоном, а также источником идей и ценного опыта. Объединение результатов данных исследований было представлено в CERN Detector Research and Development Committee (DRDC) с целью создания системы моделирования на основе объектно-ориентированных технологий. Так был

создан проект RD44, ставший результатом сотрудничества ученых и инженеров десятков экспериментов, проводимых в Европе, Канаде, России, США и Японии. В декабре 1998 год состоялся релиз первой версии продукта. Вскоре, в январе 1999 года было создано сообщество, целью которого стала дальнейшая разработка и совершенствование продукта. Сам же продукт получил название Geant4.

В рамках данного пособия используется семантика языка C++. Пособие подразумевает, что читатель разбирается в основных принципах объектно-ориентированного программирования (ООП) и, в частности, возможностях и особенностях языка C++. Кроме того, считается, что читатели понимают основы теории вероятности, а также владеют методами математической статистики.

В пособии будут рассмотрены основы инструментария Geant4 на примере простейших учебных задач, в основу которых легли научные работы кафедры № 24 «Прикладная ядерная физика» НИЯУ МИФИ.

В завершении книги читатель найдет подробное руководство по настройке и установке Geant4 на различных операционных системах.

Предполагается, что данное пособие будет полезно для магистров направления обучения 14.04.02 «Ядерная физика и технологии», изучающих курс «Математическое моделирование: Geant4».

### **Запуск простейшего примера**

Первое, с чего стоит начать после завершения установки (а заодно и убедиться, что все настроено и работает правильно) - с запуска одного из встроенных примеров. В комплекте с установленной средой моделирования пользователь получает 3 группы примеров: basic, extended и advanced. Начать, пожалуй, стоит с самого простого примера B1, расположенного в каталоге basic. Данный каталог пользователь может найти в директории с установленным Geant4. Путь будет выглядеть следующим образом:

`${Geant4_install}[/share/Geant4-x/examples/basic/B1`

Примечание: в рамках данного пособия во всех примерах используется среда IDE Clion от JetBrains, поэтому запуск будет рассмотрен в реалиях этой среды (подробнее в Приложении Б):

### Шаг 1. Открытие примера

Откроем проект в Clion:

File > Open...

И укажем **путь** (пусть) к папке с примером.

### Шаг 2. Настройка Cmake

После запуска в консоли может отобразиться сообщение об ошибке, в котором сказано, что не удалось найти расположение файлов Geant4:

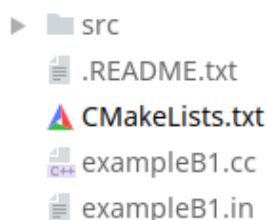
```
CMake Error at CMakeLists.txt:15 (find_package):
  By not providing "FindGeant4.cmake" in CMAKE_MODULE_PATH this project has
  asked CMake to find a package configuration file provided by "Geant4", but
  CMake did not find one.

Could not find a package configuration file provided by "Geant4" with any
of the following names:

  Geant4Config.cmake
  geant4-config.cmake

Add the installation prefix of "Geant4" to CMAKE_PREFIX_PATH or set
"Geant4_DIR" to a directory containing one of the above files.  If "Geant4"
provides a separate development package or SDK, be sure it has been
installed.
```

Эту ошибку легко исправить: следует открыть в корне проекта файл CMakeList.txt



```
► src
  .README.txt
  CMakeLists.txt
  exampleB1.cc
  exampleB1.in
```

`${PATH_TO_GEANT4}`

Затем следует добавить строчку, которая сообщит сборщику путь к Geant4:

Затем следует перезагрузить проект, и ошибка исчезнет.

### Шаг 3. Настройка библиотек Geant4

Если собрать проект, при запуске пользователь увидит следующее сообщение:

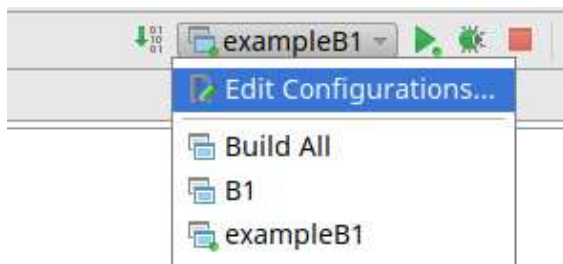


В данном сообщении сказано, что не указаны пути к базам данных Geant4. Найти полный список требований для каждого примера, а также информацию о том, что в нём реализовано, можно получить в приложенном файле README.txt

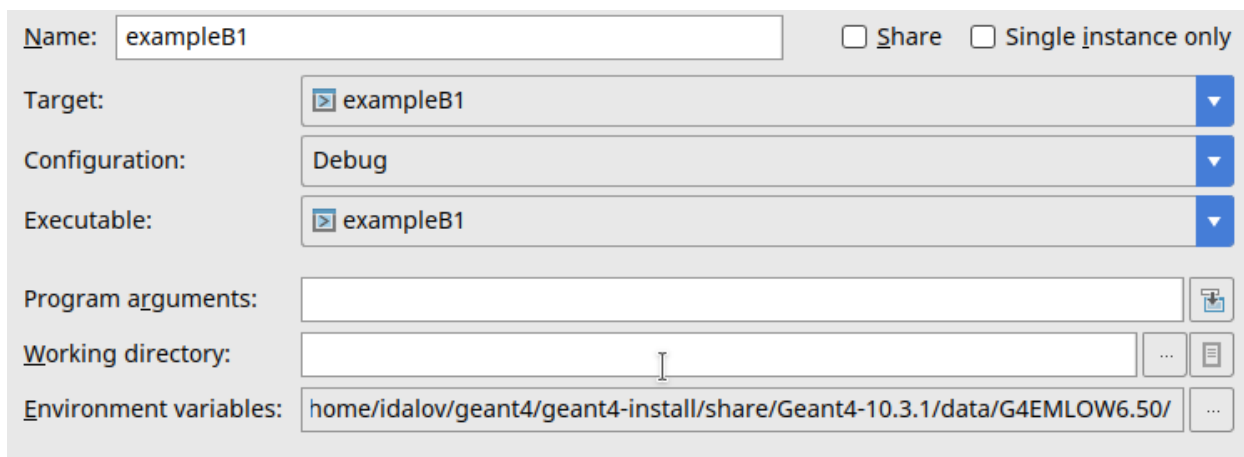
Примечание: В примере B1 для корректной работы необходимы следующие наборы данных с кодовыми названиями G4LEDATA, G4LEVELGAMMADATA, G4NEUTRONXSDATA, G4SAIDXSDATA и G4ENSDFSTATEDATA, но в дальнейшем рекомендуется включать все возможные библиотеки, так как зависимости для каждого из рассматриваемых примеров в данной книге указываться не будут.

Указать пути к необходимым данным в Clion можно следующим образом:

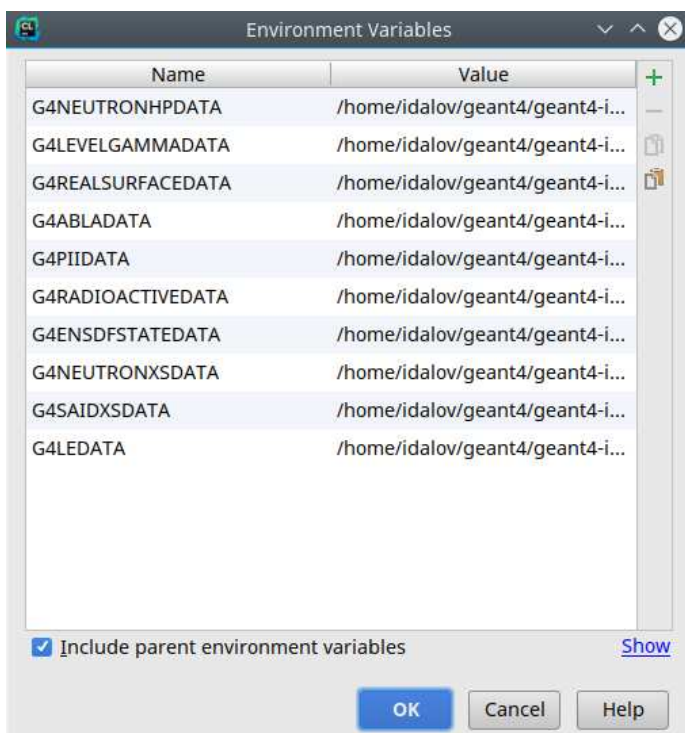
### Шаг 3.1 Открываем меню Edit Configurations...



Шаг 3.2 В открытом окне указываем путь к необходимым данным, нажав на «...», как указано на рисунке:



Шаг 3.3 Указываем необходимые пути.



## Шаг 4. Запускаем пример

Теперь можно запустить пример. Если все было сконфигурировано верно, то в результате запустится основное рабочее окно Geant4:

