



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ИФВЭ 2002–40  
ОМВТ

В.Н. Ларин

# ПАКЕТ 'PhysicalConstantValues' ДЛЯ СИСТЕМЫ Mathematica

Протвино 2002

**Аннотация**

Ларин В.Н. Пакет 'PhysicalConstantValues' для системы *Mathematica*: Препринт ИФВЭ 2002–40. – Протвино, 2002. – 8 с., библиогр.: 6.

Представляется специализированный пакет для применения в среде системы *Mathematica*. Пакет включает базу данных, содержащую 100 значений физических постоянных (в основном, рекомендованных CODATA и/или Particle Data Group), программы интерпретации значений констант и презентативного представления данных. Его можно рассматривать как расширение стандартного пакета *Mathematica* Miscellaneous'PhysicalConstants' — он содержит больше постоянных и предоставляет более полный набор данных (среднее значение, стандартное отклонение и относительная ошибка).

**Abstract**

Larin V.N. The 'PhysicalConstantValues' Package for *Mathematica* System: IHEP Preprint 2002–40. – Protvino, 2002. – p. 8, refs.: 6.

This report is announcement of the specialized package for application into *Mathematica* environment. The package consists of the data base, containing 100 physical constant values (recommended by CODATA and/or Particle Data Group in the main), interpreter of the constant values and data presentation module. This package one can consider as enhancement of the *Mathematica* standard package Miscellaneous'PhysicalConstants'. It includes more constants and presents more complete data set (mean value, uncertainty, relative uncertainty).

E-mail: larin@mx.ihep.su

Предлагаемый вашему вниманию пакет является расширенным аналогом стандартного пакета *Mathematica* `MiscellaneousPhysicalConstants` [1] (далее MPC-пакет). Идея его создания подсказана работой, выполняемой автором в рамках проекта `StandardPhysicalConstants` [2]. Основная цель разработки пакета — увеличить по сравнению со стандартным пакетом объем предоставляемой информации как по количеству постоянных (51 — в MPC-пакете, 100 — в описываемом пакете <sup>1</sup>), так и по числу величин, характеризующих их значение. Если пакет `PhysicalConstants` предоставляет лишь средние значения постоянных, то пакет `PhysicalConstantValues` (далее PCV-пакет) помимо этой информации дает величины стандартных отклонений и относительных ошибок, что необходимо для реальных научных расчетов.

Список физических постоянных PCV-пакета содержит все константы, представленные в стандартном пакете, а также ряд постоянных из регулярного обзора Particle Data Group [3]. Представленные в пакете данные содержат в основном рекомендованные CODATA<sup>2</sup> значения постоянных [4]. Некоторые значения извлечены из других источников, рекомендованных на сайте NIST<sup>3</sup> [5] (например, [3]).

## Инициализация пакета

В системе *Mathematica* предусмотрено несколько способов доступа ко внешней информации, в том числе и к *пакетам* (см., например, [6]). Простейший способ загрузить пакет — использовать в текущей сессии *Mathematica* команду `Get["имя_файла"]` или эквивалентную ей инструкцию `<<имя_файла`, где `имя_файла` в общем случае является *полным* именем, например,

```
In[1] := <<d:\PCV\PhysicalConstantValues.m
```

Для того чтобы использовать только *короткое* имя файла, можно, например, поместить пакетный файл в специальную директорию `Autoload` (создается при установке системы). После этого команда загрузки пакета будет выглядеть так:

```
In[1] := <<PhysicalConstantValues.m
```

---

<sup>1</sup>Текущее число значений для 93 постоянных, 7 из которых представлены в двух вариантах единиц измерения.

<sup>2</sup>The Committee on Data for Science and Technology.

<sup>3</sup>National Institute of Standards and Technology (USA).

О других возможностях можно получить информацию в системном Help Browser или в документации по системе *Mathematica* (например, [6]).

Успешное завершение инициализации пакета подтверждается сообщением, содержащим наименование пакета, текущую дату и время окончания загрузки.

## ‘PhysicalConstantValues’ Package Version 1.1 (24.04.2002)

DATE: 27.4.2002  
TIME: 14:48

Теперь можно получить всю имеющуюся в пакете информацию о постоянных, источниках данных, а также о программных модулях, реализованных в пакете.

### Системные имена постоянных

Для того чтобы получить значение постоянной, как и в случае использования стандартного MPC-пакета, нужно просто ввести системное имя константы. В отличие от стандартного, имена в PCV-пакете начинаются с символа нижнего регистра (например, `ElectronMass` — в MPC-пакете, но `electronMass` — в PCV-пакете). Заметим также, что имена ряда констант изменены по сравнению со стандартным пакетом с тем, чтобы приблизить их к рекомендуемым CODATA наименованиям постоянных.

Ниже приведены системные имена доступных в PCV-пакете постоянных. Имена “точных” констант выделены жирным шрифтом. Значком <sup>⊕</sup> отмечены постоянные, отсутствующие в стандартном пакете.

#### Список системных имен постоянных

<b>accelerationOfGravity</b>	ageOfUniverse
ageOfUniverseInGYear <sup>⊕</sup>	astronomicalUnit <sup>⊕</sup>
atomicMassConstant <sup>⊕</sup>	avogadroConstant
baryonDensityOfUniverse <sup>⊕</sup>	bohrMagnetron <sup>⊕</sup>
bohrMagnetronIneV <sup>⊕</sup>	bohrRadius
boltzmannConstant	classicalElectronRadius
comptonWavelength	comptonWavelengthReduced <sup>⊕</sup>
conductanceQuantum	constantOfGravitation
conversionConstant <sup>⊕</sup>	conversionConstantSquare <sup>⊕</sup>
cosmicBackgroundTemperature	deuteronMagneticMoment
deuteronMass	earthMass
earthRadius	earthSchwarzschildRadius <sup>⊕</sup>
<b>electricConstant</b>	electronChargeToMassQuotient <sup>⊕</sup>
electronGFactor	electronMagneticMoment
electronMass	electronMuonMassRatio <sup>⊕</sup>

elementaryCharge	faradayConstant
fermiCouplingConstant <sup>⊕</sup>	fineStructureConstant
galacticUnit	galacticUnitInParsec <sup>⊕</sup>
galaxyVelocityWithRespectToCBR <sup>⊕</sup>	hubbleConstant
icePoint	<b>impedanceOfVacuum<sup>⊕</sup></b>
inverseFineStructureConstant <sup>⊕</sup>	jansky <sup>⊕</sup>
localDiskDensity <sup>⊕</sup>	localDiskDensityInGeV <sup>⊕</sup>
localHaloDensity <sup>⊕</sup>	localHaloDensityInGeV <sup>⊕</sup>
<b>magneticConstant</b>	magneticFluxQuantum
meanSiderealDay <sup>⊕</sup>	molarGasConstant
molarVolume	muonGFactor
muonMagneticMoment	muonMagneticMomentAnomaly <sup>⊕</sup>
muonMagneticMomentToBohrMagneton <sup>⊕</sup>	muonMass
muonProtonMagneticMomentRatio <sup>⊕</sup>	neutronComptonWavelength
neutronMagneticMoment	neutronMass
normalizedBaryonDensity <sup>⊕</sup>	nuclearMagneton <sup>⊕</sup>
nuclearMagnetonIneV <sup>⊕</sup>	parsec <sup>⊕</sup>
planckConstant	planckConstantReduced
planckLength <sup>⊕</sup>	planckMass
planckMassInGeV <sup>⊕</sup>	planckTime <sup>⊕</sup>
pressurelessMatterDensity <sup>⊕</sup>	protonChargeToMassQuotient <sup>⊕</sup>
protonComptonWavelength	protonMagneticMoment
protonMagneticMomentToBohrMagneton <sup>⊕</sup>	protonMass
rydbergConstant	rydbergEnergy <sup>⊕</sup>
sackurTetrodeConstant	scaledCosmologicalConstant <sup>⊕</sup>
siderealYear <sup>⊕</sup>	solarConstant
solarLuminosity	solarMass <sup>⊕</sup>
solarRadius	solarSchwarzschildRadius
solarVelocityAroundGalaxyCenter <sup>⊕</sup>	solarVelocityWithRespectToCBR <sup>⊕</sup>
<b>speedOfLightIn Vacuum</b>	speedOfSound
stefanBoltzmannConstant	strongCouplingConstant <sup>⊕</sup>
tauMass <sup>⊕</sup>	thomsonCrossSection
tropicalYear <sup>⊕</sup>	wavelengthOfeVOverc0Particle <sup>⊕</sup>
wBozonMass <sup>⊕</sup>	weakMixingAngle
wienDisplacementLawConstant <sup>⊕</sup>	zBozonMass <sup>⊕</sup>

Как видно из таблицы, имена некоторых постоянных имеют достаточно большую длину, что создает определенные неудобства при их вводе. С тем, чтобы упростить процедуру ввода имен постоянных, в пакет включена “*палитра*” (“*palette*”) системных имен (файл Palette.nb). После загрузки этого файла имена постоянных можно просто копировать в текущую “*записную книжку*” (“*notebook*”), щелкнув по соответствующей “кнопке” палитры.

## Представление данных

В пакете 'PhysicalConstantValues' реализовано два способа представления данных: *стандартное*, которое осуществляется по умолчанию, и *презентативное* — с использованием функции Presentation.

### Стандартное представление

В этом представлении данные выводятся в виде стандартного списка трех величин, характеризующих значение постоянной:

{среднее\_значение, стандартное\_отклонение, относительная\_ошибка}.

В большинстве случаев результат будет выглядеть следующим образом:

```
In[2] := protonMagneticMoment
Out[2] = { $\frac{1.410606633 \times 10^{-26} \text{Joule}}{\text{Tesla}}$ ,  $\frac{5.8 \times 10^{-34} \text{Joule}}{\text{Tesla}}$ ,  $4.1 \times 10^{-8}$ }
```

При решении конкретных задач может возникнуть необходимость обращения к любому элементу этого списка. Штатные средства системы *Mathematica* позволяют реализовать это. Например,

```
In[3] := First[protonMagneticMoment]
Out[3] =  $\frac{1.410606633 \times 10^{-26} \text{Joule}}{\text{Tesla}}$ 

In[4] := protonMagneticMoment[[2]]
Out[4] =  $\frac{5.8 \times 10^{-34} \text{Joule}}{\text{Tesla}}$ 
```

Однако следует иметь в виду, что если первый элемент списка всегда представляет значение постоянной, то два других могут не содержать указанной информации. В первую очередь, это относится к “точным” постоянным, например, к скорости света в вакууме.

```
In[5] := speedOfLightInVacuum
Out[5] = { $\frac{299792458 \text{ Meter}}{\text{Second}}$ , Exact, Exact}
```

Имеется также группа “неоцененных” постоянных, неопределенность значения которых не приводится в использованных автором источниках [3]–[5]. В этом случае два последних элемента списка представляются *нулем*.

```
In[6] := solarSchwarzschildRadius
Out[6] = {2953.25008 Meter, 0, 0}
```

Значения большинства постоянных выражены в СИ. Некоторые из них представлены также с использованием специальных единиц, что отражено в системном имени таких постоянных (сравните, например, `bohrMagneton` и `bohrMagnetonIneV`). Значения отдельных постоянных представлены только в специальных единицах.

### Презентативное представление

Это представление может использоваться при документировании решения конкретной задачи в среде *Mathematica* или для получения дополнительной справочной информации. Заметим, однако, что это представление адекватно реализуется только при использовании штатного “процессора диалога” (“*front-end*”) системы *Mathematica*. Реализуется это представление с помощью функции `Presentation[имя_постоянной]`. Например:

```
In[7] := Presentation[ageOfUniverse]

age of the universe ( $t_0 = (3.79 - 5.68) \times 10^{17}[s]$ )
```

Value	Uncertainty	Relative uncert.
$4.735 \times 10^{17}$ Second	$9.45 \times 10^{16}$ Second	0.20

```
Out[7] = {4.735 × 1017 Second, 9.45 × 1016 Second, 0.20}
```

В этом примере демонстрируется также результат автоматической “грубой” оценки “средних” и “ошибок” для постоянных, значения которых лежат в некотором интервале от *Min* до *Max* ( $Value=(Max+Min)/2$ ;  $Uncertainty=(Max-Min)/2$ ).

Для отмены одновременного вывода стандартного представления ввод команды следует, как обычно, заканчивать символом `;`.

```
In[8] := Presentation[zBozonMass];

Z0 bozon mass ( $m_Z = 91.1882(22)[GeV/c_0^2]$ )
```

Value	Uncertainty	Relative uncert.
$\frac{91.1882 \text{ GeV}}{c_0^2}$	$\frac{0.0022 \text{ GeV}}{c_0^2}$	0.000024

Кроме того, используя функцию `Presentation[]` без параметра, можно получить полную таблицу системных имен и значений постоянных, представленных в PCV-пакете. Ниже приведены фрагменты этой таблицы.

In[9] := Presentation[ ]

*Physical Constant Table*

1	accelerationOfGravity	$g$	9.80665	$m s^{-2}$
2	ageOfUniverse	$t_O$	$(3.79-5.68) \times 10^{17}$	$s$
3	ageOfUniverseInGYear	$t_{O,GY}$	(12-18)	$Gyr$
4	astronomicalUnit	$au$	149597870660(20)	$m$
...	...	...	...	...
98	weakMixingAngle	$\sin^2 \Theta_W$	0.2230(4)	
99	wienDisplacementLawConstant	$b$	$2.8977686(51) \times 10^{-3}$	$m K$
100	zBozonMass	$m_Z$	91.1882(22)	$GeV/c_0^2$

Разумеется, всегда можно реализовать свое собственное представление данных с использованием штатных средств системы *Mathematica*. Самый простой способ — использовать стандартный вывод списка в табулированной форме с помощью команды `TableForm`.

In[10] := TableForm[muonMagneticMomentAnomaly]

Out[10]//TableForm=

0.00116591602
$6.4 \times 10^{-10}$
$5.5 \times 10^{-7}$

Или более “изящно” с использованием *опций* (и/или *стилей*) функции `StyleForm`:

```
In[11] := Print[StyleForm[TableForm[wBozonMass,
TableHeadings->{{StyleForm["Value",FontWeight->"Bold",
FontSize->11],
StyleForm["Uncertainty",FontWeight->"Bold",
FontSize->11],
StyleForm["Relative uncertainty",FontWeight->"Bold",
FontSize->11]},None}],
FontSize->9,FontWeight->"Bold"]];
```

<b>Value</b>	<b><math>\frac{80.419 \text{ GeV}}{c_0^2}</math></b>
<b>Uncertainty</b>	<b><math>\frac{0.056 \text{ GeV}}{c_0^2}</math></b>
<b>Relative uncertainty</b>	<b>0.00070</b>



## Доступ к дополнительной информации

Информацию о “стандартных” именах постоянных, используемом источнике данных по конкретной константе, источнике или способе оценки неопределенности значений постоянных можно получить, введя знак вопроса (?), следом за которым указывается имя постоянной, аббревиатура источника или наименование функции. Например:

```
In[12] := ?galacticUnit
        Name: solar distance from galactic center. Source: PDG Data (?PDG).
        Status: INEXACT. Uncertainty calculation method: PDG Data, standard
        calculation for galactic unit and parsec as independent variables
        (unit transformation). Correlations: UNKNOWN).

In[13] := ?PDG
        P.J.Mohr and B.N.Taylor (NIST), Physical Constants; D.E.Groom,
        Astrophysical Constants. In 'Review of Particle Physics. Particle
        Data Group'. Eur. Phys. J. C15, 1 (2000).

In[14] := ?Presentation
        Presentation[ ] presents full constant table in tabular form.
        Presentation[cname] (where 'cname' is package name of constant)
        presents standard name of constant and its value in tabular form.
```

## Заключение

Эту работу можно рассматривать как сигнальную информацию о создании первой версии специализированного пакета 'PhysicalConstantValues'. В дальнейшем планируется расширение списка постоянных, а также сопровождение пакета в смысле обновления представленных в нем данных по мере поступления информации о *рекомендованных (согласованных)* значениях постоянных. Однако развитие каких-либо функциональных возможностей пакета в настоящее время не планируется. Достаточно развитый инструментарий для проведения расчетов с привлечением рекомендованных значений постоянных, включая корреляции, реализуется в настоящее время в пакете 'StandardPhysicalConstants' [2]. Тем не менее, автор рассмотрит любые замечания и предложения по улучшению заявленных возможностей представленного пакета.

В заключение выражаю благодарность В.В. Ежеле за конструктивные обсуждения мотивации создания пакета, содержания и структуры базы данных физических постоянных.

## Список литературы

- [1] *Mathematica 4 Add On Packages.*
- [2] V.V. Ezhela, V.N. Larin, *The Physical Constants for Mathematica. Proc. of the IV International Mathematica Symposium.* Ed. Y. Tazawa, Tokyo Denki University Press, 263 (2001).

- [3] Review of Particle Physics. Particle Data Group. *Euro. Phys. J. C* **15**, 73 (2000).
- [4] P.J. Mohr, B.N. Taylor, *Rev.Mod.Phys.* **72**, 351 (2000).
- [5] <http://physics.nist.gov/constants>; <http://physics.nist.gov/cuu>.
- [6] S. Wolfram, *The Mathematica Book*, 4th ed. Wolfram Media/Cambridge University Press, 1999.

*Рукопись поступила 19 ноября 2002 г.*

В.Н. Ларин.  
Пакет 'PhysicalConstantValues' для системы *Mathematica*.

Оригинал-макет подготовлен с помощью системы  $\text{\LaTeX}$ .  
Редактор Н.В.Ежела. Технический редактор Н.В.Орлова.

---

Подписано к печати 20.11.2002. Формат  $60 \times 84/8$ . Офсетная печать.  
Печ.л. 1. Уч.-изд.л. 0,8. Тираж 130. Заказ 177. Индекс 3649.

---

ГНЦ РФ Институт физики высоких энергий  
142284, Протвино Московской обл.

