

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
ИМЕНИ Д.В.СКОБЕЛЬЦЫНА

На правах рукописи

УДК **xxx.xxx**

Золотарев Иван Анатольевич

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ В  
КОСМИЧЕСКОМ АППАРАТЕ ПРИ ПОЛЕТЕ ПО  
ВЫСОКОШИРОТНОЙ ОРБИТЕ**

Специальность 05.26.02 —

«Безопасность в чрезвычайных ситуациях  
(авиационная и ракетно-космическая техника)»

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:  
кандидат физико-математических наук  
Бенгин Виктор Владимирович

Москва — 2016

## Оглавление

|  | Стр. |
|--|------|
| <b>Введение</b> . . . . .  | 4    |
| <b>Глава 1. Обзор Литературы</b> . . . . .   | 6    |
| 1.1 Радиационная обстановка на высокоширотных околоземных орбитах. Вопросы, требующие детального исследования. . . . .             | 6    |
| 1.2 Методы регистрации дозы ионизирующих излучений . . . . .   | 7    |
| 1.3 Приборы, использовавшиеся для дозиметрического контроля в космосе . . . . .  | 8    |
| 1.3.1 Пассивные дозиметры . . . . .  | 8    |
| 1.3.2 Активные детекторы . . . . .   | 8    |
| 1.4 Математическое моделирование дозиметрических проборов для космических условий . . . . .  | 11   |
| 1.4.1 GEANT4 . . . . .   | 12   |
| 1.4.2 FLUKA . . . . .  | 12   |
| 1.4.3 SHIELD . . . . .   | 12   |
| 1.5 Возможности КА Ломоносов в продолжении ряда российских исследований радиационной обстановки . . . . .                          | 12   |
| <b>Заключение</b> . . . . .  | 13   |
| <b>Список литературы</b> . . . . .   | 14   |
| <b>Список рисунков</b> . . . . .   | 15   |
| <b>Список таблиц</b> . . . . .   | 16   |
| <b>Приложение А. Примеры вставки листингов программного кода</b>   | 17   |
| <b>Приложение Б. Очень длинное название второго приложения, в котором продемонстрирована работа с длинными таблицами</b> . . . . . | 23   |
| Б.1 Подраздел приложения . . . . .   | 23   |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| Б.2 | Ещё один подраздел приложения . . . . .   | 25 |
| Б.3 | Очередной подраздел приложения . . . . .  | 29 |
| Б.4 | И ещё один подраздел приложения . . . . . | 29 |

## Введение

Актуальность работы обусловлена планами создания пилотируемого транспортного корабля нового поколения, работающего на высокоширотных и лунных орбитах. Проект транспортного корабля активно разрабатывается с 2010 г. и к настоящему времени, начата работа по выпуску рабочей конструкторской документации на составные части корабля, в том числе и на дозиметр бортовой.

Несмотря на непрерывный дозиметрический контроль всех российских космических миссий, начиная с первого полета человека в космос и заканчивая полетами экспедиций на МКС, не вызывает сомнений необходимость продолжения ряда исследований радиационной обстановки на каждом пилотируемом и на многих беспилотных космических аппаратах.

Именно поэтому необходимо разработать приборы для проведения дозиметрического мониторинга области околоземного пространства, в которой планируется проведение перспективных пилотируемых полетов. *Данная работа направлена на создание основ для осуществления такого мониторинга.*

**Целью** данной работы является разработка методов исследования распределения мощности дозы космической радиации и создание на основе этих методов современных приборов, предназначенных для космических аппаратов работающих на высокоширотных орбитах

*исследование распределения мощности дозы космической радиации на высокоширотной траектории на фазе роста 24-го цикла солнечной активности.*

Для достижения поставленной цели в работе необходимо было решить следующие задачи:

1. Исследовать, разработать, вычислить и т. д. и т. п.
2. Разработать бортовой дозиметр для нового пилотируемого транспортного корабля.
3. Разработать прибор для дозиметрического мониторинга на борту космического аппарата «Ломоносов»
4. разработать прибор для

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Первое положение
2. Второе положение
3. Третье положение
4. Четвертое положение

**Научная новизна:**

1. Впервые ...
2. Впервые ...
3. Было выполнено оригинальное исследование ...

**Научная и практическая значимость ...**

**Степень достоверности** полученных результатов обеспечивается ... Результаты находятся в соответствии с результатами, полученными другими авторами.

**Апробация работы.** Основные результаты работы докладывались на: перечисление основных конференций, симпозиумов и т. п.

**Личный вклад.** Автор принимал активное участие ...

**Публикации.** Основные результаты по теме диссертации изложены в XX печатных изданиях [Sokolov; Gaidaenko; Lermontov; Management ], X из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК [Sokolov; Gaidaenko ], XX — в тезисах докладов [Lermontov; Management ].

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и двух приложений. Полный объём диссертации составляет 29 страниц с 0 рисунками и 2 таблицами. Список литературы содержит 2 наименования.

## Глава 1. Обзор Литературы

### 1.1 Радиационная обстановка на высокоширотных околоземных орбитах. Вопросы, требующие детального исследования.

Исследования радиационной обстановки в космическом пространстве связано с началом полетов автоматических аппаратов и человека в космос. Широкое распространение технологий, связанных с использованием космической техники, а также непрерывные пребывание человека в космическом пространстве во время миссий на космических станциях МИР и МКС позволило выявить ряд опасностей космических полетов, среди которых особое внимание следует уделить радиационной опасности [11].

Запуск 2-го и 3-го спутников Земли, с приборами, изготовленными в НИИЯФ МГУ, показал принципиальную возможность полета человека в космос, однако, как можно заметить из данных полученных при начальных исследованиях радиационной обстановки, на орбите земли существуют отдельные области повышения радиационного фона (Рисунок ...). Существование данных областей связано с неоднородностями магнитного поля Земли и приводит к формированию области повышения потоков частиц в Южно Атлантической области [11], названной Южно-Атлантической Аномалией (ЮАА), как показано в статье Вернова С.Н.[12] . В первом приближении для описания магнитного поля Земли на высотах до 2000 км можно использовать представление модели смещенного диполя, этот подход позволяет учитывать ЮАА [Модель космоса 3 том 20стр].

Рисунок Распределение потоков частиц по данным 2-го корабля-спутника над поверхностью земного шара на высоте 320 км. (цифры у линий дают потоки частиц в  $\text{см}^{-2} \text{с}^{-1}$ ) [11].

Таким образом, магнитное поле Земли экранирует космические аппараты, находящиеся на средних широтах и невысоких орбитах порядка трехсот-четырехсот километров от поверхности Земли (именно на этих высотах поддерживается обращение космических станций). Значительный вклад, до 60%, в дозовую нагрузку аппараты и их экипаж получают в ЮАА [?].

Другими, важными с точки зрения радиационной обстановки, являются приполярные области [Горчаков Е.В. **Внешний радиационный пояс и полярные сияния.** *Искусственные спутники Земли*, 1961, вып. 9, с. 66-70.].

При выборе более высокоширотных и высоких орбит дополнительного внимания требуют области полярных шапок, так как в этих областях границы радиационных поясов Земли ближе к поверхности. Даже на небольших высотах, начиная от 300 км в интервале геомагнитных широт 55-70 наблюдается резкое возрастание интенсивности излучения и частицами, составляющими этот внешний радиационный пояс являются электроны различных энергий, их поток достигает  $10^5 \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1} \text{ стер}^{-1}$  [Исследования космических лучей и земного корпускулярного излучения при полетах ракет и спутников; УФН, т. 70, вып. 4, 585 (1960)]. При солнечных событиях в этих областях создаются условия для многократного повышения потоков частиц, что может привести к необходимости специальных мер по предотвращению чрезмерной радиационной нагрузке на экипаж космического аппарата.

## 1.2 Методы регистрации дозы ионизирующих излучений

Среди методов регистрации ионизирующих излучений можно выделить несколько наиболее используемых:

Газовые ионизационные детекторы, в том числе пропорциональные и газоразрядные счетчики.

Сцинтилляционные детекторы

Полупроводниковые детекторы

Трековые детекторы

Спектрометры заряженных частиц, спектрометры нейтронов и спектрометры

Первые эксперименты в космосе по измерению радиационных условий предполагали использование ионизационных камер достаточно большого размера (десятки  $\text{см}^3$ ) однако

Дописать

## 1.3 Приборы, использовавшиеся для дозиметрического контроля в космосе

### 1.3.1 Пассивные дозиметры

#### Дописать

CR-39 тканеэквивалентный трековый детектор [Zhou, D., O’Sullivan, D., Semones, E., et al. Radiation dosimetry or high LET particles in low Earth orbit. Acta Astronautica 63, 855–864, 2008]

TLD-100, -600, -700, OSLD Люминисцентные детекторы [?]

BR&Bya type NPE FILM фотографическая эмульсия

Pille портативная считывающая система[(Apathy et al., 2002, Apathy et al., 2007]

EVARM детектор MOSFET

Матрешка-Р ионизационная камера [Machrafi, R., Garrow, K., Ing, H., et al. Neutron dose study with bubble detectors aboard the International Space Station as part of the MATROSHKA-R experiment. Radiation Protection Dosimetry 133 (4), 200–207, 2009]

### 1.3.2 Активные детекторы

#### Liulin-4

Детекторы серии Liulin используются с 1988 года, когда их первое поколение было использовано на борту космической станции МИР [Caffrey JA 2011]. Liulin-4 не последний прибор в этой серии, но его простое устройство и компактные размеры обеспечивают удобство использования для многих конкретных задач. Этот спектрометр состоит из единственного кремниевого детектора, зарядочувствительного предусилителя, микроконтроллера и флэш-памяти. На-



сыщенный литием кремниевый детектор имеет толщину 0,3 мм и площадь 2 см<sup>2</sup>. В приборе установлен 12-ти битный АЦП, но только 8 бит из них используется для получения 256 канального спектра энерговыделения за выбранный интервал времени накопления: от 10 до 3539 с. Амплитуда импульса определяется после предусилителя и разделяется по 256 энергетическим каналам, начинающимся с 0,02 МэВ до 20 МэВ. Выделение энергии, большее 20 МэВ записывается в наибольший энергетический канал [Dachev, Ts., 2002] .

Для определения дозы в данном типе детектора энерговыделение в каждом канале определяется умножением счета в детекторе на энергию канала. Эти результаты делятся на массу объема детектора и суммируются для определения общей дозы по всем каналам [Dachev, Ts., 2002]. Записанная форма спектра энерговыделения может предоставить дополнительную информацию относительно природы доминирующего радиационного поля (ЮАА, ГКЛ и др. ), но не является достаточно подробной для определения ЛПЭ воздействующей радиации [Caffrey JA 2011].

Размер и портативность спектрометра типа Liulin-4 делает его жизнеспособным кандидатом для активной персональной дозиметрии во время солнечного события, но ограничения в возможности определения эффективной ЛПЭ и эквивалентной дозы предотвращают вытеснение методов пассивной дозиметрии. Liulin-4 существует во многих модификациях и с многими опциями и может работать как на химическом источнике тока, так и на непрерывном питании, функционировать как с внешним ЖК-дисплеем так и без него, и может включать GPS-приемник [Dachev, Ts., Tomov, B., Matviichuk, Yu., et al. Calibration results obtained with Liulin-4 type dosimeters. *Advances in Space Research* 30 (4), 917–925, 2002.].

## **Полупроводниковый телескоп DOSTEL**

DOSTEL – Дозиметрический телескоп был разработан в 1995 году как малый телескоп частиц для использования на миссиях космических шаттлов к космической станции МИР. Прибор включает в себя два кремниевых детектора по технологии PIPS, расположенных как телескоп [Beaujean, R., и др.

2002]. Каждый детектор имеет толщину 0,315 мм с чувствительной зоной 6,93 см<sup>2</sup>, зазор в 15 мм между детекторами дает геометрический фактор 824 см<sup>2</sup>ср (единица измерения определяется чувствительной площадью детектора и полем зрения) для детектирования совпадающих событий [Beaujean, R., и др. 2002]. Каждый детектор соединен с зарядочувствительным усилителем через интегрирующую емкость, двух стадийным усилителем импульсов, двумя пиковыми детекторами, двумя RC-фильтрами для снижения уровня шумов и 8-ми битным АЦП. Такая компоновка позволяет проводить анализ амплитуд импульсов отдельно для высокого и для низкого энергетического диапазона [Beaujean, R., и др. 2002].

Когда совпадающее событие записано обоими детекторами, становится возможным определить ЛПЭ падающего излучения. Так как известно, что траектория частицы ограничена конусом возможных направлений, средняя толщина детектора может быть использована для оценки длины трека частицы. Делением энерговыделения на среднюю длину свободного пробега, для данного детектора 0,364 мм [Beaujean, R., и др. 2002] с плотностью 2,33 г/см<sup>3</sup> [Knoll GF, Radiation detection and measurement, third edition, Wiley: 2000, p802 на странице 357] можно получить приближенное значение ЛПЭ. Результат таких вычислений нормируется на известный коэффициент для перехода от ЛПЭ кремнии к ЛПЭ в воде, таким образом прибор DOSTEL записывает ЛПЭ в диапазоне от 0,1 до 240 кэВ/мкм [Beaujean, R., Kopp, J., Burmeister, S., et al. Dosimetry inside MIR station using a silicon detector telescope (DOSTEL). Radiation Measurements 35, 433–438, 2002].

#### дописать

RRMD-III Determines path length with PSDs [Doke et al. (2001, 2004)]

Liulin-5 Assumes mean-chord-length across FOV in LET calculation [Semkova et al. (2004, 2007)]

Liulin Phobos Assumes mean-chord-length; orthogonal telescopes [Dachev et al. (2009)]

CPDS Determines path length with PSDs; can determine species for C, N, and O particles [Lee et al. (2007)]

TEPC Assumes mean-chord-length for all angles; LET assumed equal to y (Lineal energy) [Badhwar et al. (1996), Gersey et al.(2002, 2007)]

R-16 Pulse-type ion chamber: 1 pulse per 5 mrad; shallow and deep dose rates; assumes average LET [Mitricas et al. (2002), Badhwar (2000)]

BBND Heavy system; short-term experiment; requires  $^3\text{He}$  Koshiishi et al. (2007), Matsumoto et al. (2001)

#### 1.4 Математическое моделирование дозиметрических проборов для космических условий

Математическое моделирование широко применяется на всех этапах создания исследовательских проборов предназначенных для использования в условиях космоса. В первую очередь оно необходимо на этапе проектирования аппаратуры для выбора характеристик регистрирующих радиацию модулей исходя из поставленных экспериментальных задач [Luszik-Bhadra M. et. al., 2009, HasslerDet. al., 2008]. На последующих шагах разработки аппаратуры математические методы используются при верификации результатов калибровочных и градуировочных испытаний на источниках ИИ и ускорителях заряженных частиц [Zeitlin C. et. al., 2010]. Также одним из основных применений является уточнение функции отклика прибора во время штатной работы [C. Zeitlin et. al., 2010].

Среди математических методов моделирования взаимодействия ИИ и нейтральных излучений с материалами и детектирующими модулями приборов следует отметить наиболее используемые программные пакеты, основанные на методе Монте-Карло:

**GEANT4** description

**SHIELD** description

**PHITS** description

**FLUKA** description

#### **1.4.1 GEANT4**

Данная система математического моделирования разрабатывается для нужд работы ЦЕРН и активно используется в ряде областей науки, медицины и технологии.

#### **1.4.2 FLUKA**

#### **1.4.3 SHIELD**

### **1.5 Возможности КА Ломоносов в продолжении ряда российских исследований радиационной обстановки**

На каждом российском пилотируемом корабле со времен первого полета человека в космос устанавливались дозиметрические приборы, изготовленные в НИИЯФ МГУ, полный список и результаты этих экспериментов можно найти в монографии Ю.И. Логачева 2007г.

## Заключение

Основные результаты работы заключаются в следующем.

1. На основе анализа ...
2. Численные исследования показали, что ...
3. Математическое моделирование показало ...
4. Для выполнения поставленных задач был создан ...

И какая-нибудь заключающая фраза.

## Список литературы

11. *Логачев Ю. И.* Исследования космоса в НИИЯФ МГУ: Первые 50 лет космической эры. — КДУ. — Москва, 2007. — С. 176. — ISBN 9785982274250.
12. Обнаружение внутреннего радиационного пояса на высоте 320 км в районе южно-атлантической магнитной аномалии. / С. Вернов [и др.] // ДАН СССР. — 1961. — Т. 140, № 5. — С. 1041—1044.

## Список рисунков

## Список таблиц

|     |  |    |
|-----|--|----|
| Б.2 | Наименование таблицы средней длины . . . . . | 25 |
|-----|--|----|



## Приложение А

### Примеры вставки листингов программного кода

Для крупных листингов есть два способа. Первый красивый, но в нём могут быть проблемы с поддержкой кириллицы (у вас может встречаться в комментариях и печатаемых сообщениях), он представлен на листинге [A.1](#).

Листинг A.1 Программа “Hello, world” на C++

```

5  #include <iostream>
    using namespace std;

    int main() //кириллица в комментариях при xelatex и lualatex и
        мееет проблемы с пробелами
    {
        cout << "Hello, world" << endl; //latin letters in
            commentaries
        system("pause");
        return 0;
10 }

```

Второй не такой красивый, но без ограничений (см. листинг [A.2](#)).

Листинг A.2 Программа “Hello, world” без подсветки

```

#include <iostream>
using namespace std;

int main() //кириллица в комментариях
{
    cout << "Привет, мир" << endl;
}

```

Можно использовать первый для вставки небольших фрагментов внутри текста, а второй для вставки полного кода в приложении, если таковое имеется.

Если нужно вставить совсем короткий пример кода (одна или две строки), то выделение линейками и нумерация может смотреться чересчур громоздко. В таких случаях можно использовать окружения `lstlisting` или `Verb` без

`ListingEnv`. Приведём такой пример с указанием языка программирования, отличного от заданного по умолчанию:

```
| fibs = 0 : 1 : zipWith (+) fibs (tail fibs)
```

Такое решение — со вставкой нумерованных листингов покрупнее и вставок без выделения для маленьких фрагментов — выбрано, например, в книге Эндрю Таненбаума и Тодда Остина по архитектуре

Наконец, для оформления идентификаторов внутри строк (функция `main` и тому подобное) используется `lstinline` или, самое простое, моноширинный текст (`\texttt`).

Пример [A.3](#), иллюстрирующий подключение переопределённого языка. Может быть полезным, если подсветка кода работает криво. Без дополнительного окружения, с подписью и ссылкой, реализованной встроенным средством.

Листинг A.3 Пример листинга с подписью собственными средствами

```

1  ## Caching the Inverse of a Matrix

2  ## Matrix inversion is usually a costly computation and there
3  ## may be some
4  ## benefit to caching the inverse of a matrix rather than
5  ## compute it repeatedly
6  ## This is a pair of functions that cache the inverse of a
7  ## matrix.

8  ## makeCacheMatrix creates a special "matrix" object that can
9  ## cache its inverse

10 makeCacheMatrix <- function(x = matrix()) {#кириллица в коммента
11   риях npx xelatex b lualatex имеет проблемы с пробелами
12   i <- NULL
13   set <- function(y) {
14     x <- y
15     i <- NULL
16   }
17   get <- function() x
18   setSolved <- function(solve) i <- solve
19   getSolved <- function() i
20   list(set = set, get = get,
21        setSolved = setSolved,
22        getSolved = getSolved)

```

```

}

25  ## cacheSolve computes the inverse of the special "matrix"
    ## returned by
    ## makeCacheMatrix above. If the inverse has already been
    ## calculated (and the
    ## matrix has not changed), then the cachesolve should retrieve
    ## the inverse from
    ## the cache.

30  cacheSolve <- function(x, ...) {
    ## Return a matrix that is the inverse of 'x'
    i <- x$getSolved()
    if(!is.null(i)) {
35      message("getting cached data")
      return(i)
    }
    data <- x$get()
    i <- solve(data, ...)
40    x$setSolved(i)
    i
  }

```

Листинг A.4 подгружается из внешнего файла. Приходится загружать без окружения дополнительного. Иначе по страницам не переносится.

Листинг A.4 Листинг из внешнего файла

```

# Analysis of data on Course Project at Getting and Cleaning
# data course of Data Science track at Coursera.

# Part 1. Merges the training and the test sets to create one
# data set.
5 # 3. Uses descriptive activity names to name the activities in
  # the data set
# 4. Appropriately labels the data set with descriptive variable
# names.

if (!file.exists("UCI HAR Dataset")) {
  stop("You need 'UCI HAR Dataset' folder full of data")
10 }

```

```

library(plyr) # for mapvalues

15 #getting common data
features <- read.csv("UCI HAR Dataset/features.txt", sep=" ",
  header = FALSE,
                        colClasses = c("numeric", "character"))
activity_labels <- read.csv("UCI HAR Dataset/activity_labels.txt
  ", sep="",
20                                header = FALSE, colClasses = c("
                                numeric", "character"))

#getting train set data
subject_train <- read.csv("UCI HAR Dataset/train/subject_train.
  txt",
                        header = FALSE, colClasses = "numeric",
                        col.names="Subject")
25 y_train <- read.csv("UCI HAR Dataset/train/y_train.txt", header
  = FALSE,
                        colClasses = "numeric")
x_train <- read.csv("UCI HAR Dataset/train/X_train.txt", sep="",
  header = FALSE,
                        colClasses = "numeric", col.names=features$V2
                        , check.names = FALSE)

30 activity_train <- as.data.frame(mapvalues(y_train$V1, from =
  activity_labels$V1,
                                                to = activity_labels$
                                                V2))
names(activity_train) <- "Activity"

35 #getting test set data
subject_test <- read.csv("UCI HAR Dataset/test/subject_test.txt"
  ,
                        header = FALSE, colClasses = "numeric",
                        col.names="Subject")

```

```

y_test <- read.csv("UCI HAR Dataset/test/y_test.txt", header =
  FALSE,
40      colClasses = "numeric")
x_test <- read.csv("UCI HAR Dataset/test/X_test.txt", sep="",
  header = FALSE,
      colClasses = "numeric", col.names=features$V2,
      check.names = FALSE)

activity_test <- as.data.frame(mapvalues(y_test$V1, from =
  activity_labels$V1,
45      to = activity_labels$V2
      ))

names(activity_test) <- "Activity"

# Forming full dataframe
50 data_train <- cbind(x_train, subject_train, activity_train)
data_test <- cbind(x_test, subject_test, activity_test)
data <- rbind(data_train, data_test)

# Cleaning memory
55 rm(features, activity_labels, subject_train, y_train, x_train,
  activity_train,
  subject_test, y_test, x_test, activity_test, data_train, data
    _test)

# Part 2. Extracts only the measurements on the mean and
  standard deviation for each measurement.
60
cols2match <- grep("(mean|std)", names(data))

# Excluded gravityMean, tBodyAccMean, tBodyAccJerkMean,
  tBodyGyroMean,
# tBodyGyroJerkMean, as these represent derivations of angle
data, as
65 # opposed to the original feature vector.

# Subsetting data frame, also moving last columns to be first
Subsetted_data_frame <- data[, c(562, 563, cols2match)]

```

```
70 | # Part 5. From the data set in step 4, creates a second,  
    |     independent tidy data set  
    | # with the average of each variable for each activity and each  
    |     subject.  
  
    | library(dplyr) # for %>% and summarise_each  
  
75 |  
    | tidydata <- Subsetted_data_frame %>% group_by(Subject,Activity)  
    |     %>%  
    |         summarise_each(funs(mean))  
  
    | write.table(tidydata, "tidydata.txt", row.names=FALSE)
```

## Приложение Б

Очень длинное название второго приложения, в котором продемонстрирована работа с длинными таблицами

### Б.1 Подраздел приложения

Вот размещается длинная таблица:

| Параметр | Умолч. | Тип | Описание  |
|----------|--------|-----|---|
| &INP     |        |     |   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |

продолжение следует

[illegible]



| (продолжение) |        |     |   |
|---------------|--------|-----|---|
| Параметр      | Умолч. | Тип | Описание  |
|               |        |     | экватора  |
| mars          | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick          | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars          | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick          | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars          | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick          | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars          | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick          | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars          | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |

## Б.2 Ещё один подраздел приложения

Нужно больше подразделов приложения!

Пример длинной таблицы с записью продолжения по ГОСТ 2.105

Таблица Б.2 — Наименование таблицы средней длины

| Параметр | Умолч. | Тип | Описание  |
|----------|--------|-----|---|
| &INP     |        |     |   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |

Продолжение таблицы Б.2

| Параметр | Умолч. | Тип | Описание   |
|----------|--------|-----|--|
|          |        |     | экватора   |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |
|          |        |     | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |
|          |        |     | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |
|          |        |     | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |
|          |        |     | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |
|          |        |     | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |
|          |        |     | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |
|          |        |     | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс                   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )                |
|          |        |     | 1: генерация белого шума                                   |

## Продолжение таблицы Б.2

| Параметр | Умолч. | Тип | Описание  |
|----------|--------|-----|---|
| mars     | 0      | int | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора                              |
| kick     | 1      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс<br>0: инициализация без шума ( $p_s = const$ ) |
| mars     | 0      | int | 1: генерация белого шума  |
| kick     | 1      | int | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора                              |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )   |
| mars     | 0      | int | 1: генерация белого шума  |
| kick     | 1      | int | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора                              |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )   |
| mars     | 0      | int | 1: генерация белого шума  |
| kick     | 1      | int | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора                              |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| &SURFPAR |        |     |   |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )   |
| mars     | 0      | int | 1: генерация белого шума  |
| kick     | 1      | int | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора                              |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )   |
| mars     | 0      | int | 1: генерация белого шума  |
| kick     | 1      | int | 2: генерация белого шума симметрично относительно экватора                              |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |

## Продолжение таблицы Б.2

| Параметр | Умолч. | Тип | Описание  |
|----------|--------|-----|---|
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |
| kick     | 1      | int | 0: инициализация без шума ( $p_s = const$ )<br>1: генерация белого шума<br>2: генерация белого шума симметрично относительно экватора |
| mars     | 0      | int | 1: инициализация модели для планеты Марс  |

### **Б.3 Очередной подраздел приложения**

Нужно больше подразделов приложения!

### **Б.4 И ещё один подраздел приложения**

Нужно больше подразделов приложения!