

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА  
**«ВВЕДЕНИЕ В АСТРОФИЗИКУ»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.

## **1. Процессы излучения, перенос излучения**

Интенсивность, поток и плотность энергии излучения. Оптическая толща. Рассеяние излучения. Сила давления света, эддингтоновский предел светимости. Понятие термодинамического и локального термодинамического равновесия. Спектр абсолютно черного тела. Рэлеевское, томсоновское, комптоновское рассеяние. Тормозное излучение, синхротронное излучение, обратный Комптон-эффект.

## **2. Строение звезд, поздние стадии эволюции звезд, аккреция**

Уравнения, описывающие внутреннее строение звезд. Строение звезд различных спектральных классов. Видимые и абсолютные звёздные величины, болометрические величины. Методы определения расстояний до звезд.

Диаграмма Герцшпрунга-Рессела. Методы определения масс звёзд. Двойные звёзды. Переменные звёзды. Цефеиды. Новые звезды.

Вспышки сверхновых звезд и их классификация. Остатки вспышек сверхновых звёзд.

Конечные стадии эволюции звёзд. Белые карлики, нейтронные звёзды, чёрные дыры. Предельная масса белых карликов и нейтронных звезд.

Излучение изолированных нейтронных звезд. Пульсары. Источники мягких повторяющихся гамма-всплесков. Магнетары.

Аккреция газа в двойной системе: образование тонкого диска. Направленные выбросы из аккреционных дисков. Выбросы из ядер галактик и микроквazarов.

## **3. Образование и эволюция галактик и скоплений галактик**

Собственные движения звёзд, лучевые скорости звезд, движение Солнечной системы в Галактике. Теорема вириала и ее применение.

Млечный путь и его строение, звездные скопления рассеянные и шаровые. Спиральная структура Галактики.

Галактики и их классификация. Особенности структуры галактик разных морфологических типов, содержание газа и звездообразование в галактиках. Размеры, светимость, скорость вращения и масса галактик, принципы их оценок. Проблема существования темного гало.

Группы и скопления галактик. Взаимодействующие галактики, межгалактический газ в системах галактик. Видимая и скрытая масса. Горячий газ

в скоплениях галактик и его распределение. Эффект Сюняева - Зельдовича.  
Активные галактические ядра. Квазары.

#### 4. Гравитация

Уравнения поля. Слабое поле. Центральное симметричное поле, черная дыра. Движение в центральном симметричном поле. Гравитационное линзирование. Сильное линзирование, слабое линзирование, микролинзирование. Гравитационные волны.

#### 5. Космология

Основы космологии. Наблюдательные основы космологии. Основные понятия: закон Хаббла, кривизна мира, критическая плотность.

Теория горячей Вселенной. Начальные этапы расширения. Теория раздувающейся Вселенной. Поведение излучения и вещества на начальных этапах расширения Вселенной, первичный нуклеосинтез, реликтовое излучение.

Темная материя и темная энергия. Способы измерения космологических параметров.

#### Рекомендуемая литература

1. *Физика космоса, маленькая энциклопедия, ред. Сюняев Р. А. М.: "Советская энциклопедия", 1986. М.: Век 2, 2006.*
2. *Засов А. В., Постнов К. А., «Общая астрофизика», «Век 2». 2006 г.*
3. *Сажин М. В. «Современная космология в популярном изложении», Едиториал УРСС, 2002 г.*
4. *Зельдович Я.Б., Блинников С.И., Шакура Н.И. Физические основы строения и эволюции звезд. М.: Издательство МГУ, 1981 г.*
5. *Мизнер Ч., Торн К., Уиллер Дж. Гравитация (т.т. 1-3) М.: Мир, 1977 г.*
6. *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Структура и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1975 г.*
7. *Горбунов Д., Рубаков В. Введение в теорию ранней Вселенной: Теория*

*горячего большого взрыва. М.: УРСС, 2008.*

8. *Горбунов Д., Рубаков В. Введение в теорию ранней Вселенной:  
Космологические возмущения, инфляционная теория. М.: УРСС, 2008 г.*

**Составители:**

д.ф. – м.н.

С. Ю. Сазонов

к.ф. – м.н.

Р. А. Буренин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА

**«ФАКТОРЫ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)

01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.

## Факторы космического пространства

1. Факторы космического пространства и их влияние на функционирование приборов космического применения.
2. Космический вакуум.
3. Атмосфера Земли.
4. Атмосфера Луны, Марса, Венеры.
5. Холод и чернота космического пространства.
6. Внешние лучистые потоки.
7. Прямое солнечное излучение.
8. Параметры прямого солнечного излучения у планет солнечной системы.
9. Характеристики Солнца, как источника теплового излучения.
10. Отраженное от планеты солнечное излучение.
11. Собственное излучение планеты.
12. Собственное излучение Земли.
13. Собственное излучение Луны, Марса, Венеры.
14. Характеристики поверхности планет как источника инфракрасного излучения.
15. Высокоэнергичные частицы, коротковолновое излучение, микрометеориты.
16. Математическая тепловая модель приборов.
17. Воздействие космического вакуума на приборы.
18. Воздействие холода и черноты космического пространства на приборы.
19. Воздействие прямого солнечного излучения на приборы.
20. Модель воздействия внешних лучистых потоков на приборы при моделировании условий орбитального полета.
21. Воздействие отраженного от планеты солнечного излучения на приборы.
22. Воздействие собственного излучения планеты на приборы. Понятие планет 1-го, 2-го и 3-го типов.
23. Воздействие высокоэнергичных частиц, коротковолнового излучения и микрометеоритов на приборы.
24. Различие вакуума в космическом пространстве и в наземной моделирующей установке. Понятие высокого низкого и среднего вакуума. Требования к воспроизведению космического вакуума при наземных испытаниях приборов.
25. Методы имитации и моделирования внешних лучистых потоков при наземных испытаниях. Требования к воспроизведению внешних лучистых потоков при наземных испытаниях приборов.

## **Рекомендуемая литература:**

1. Модель космоса, 8-е издание, т.1 Физические условия в космическом пространстве. Под ред. Л.С.Новикова. - М.: Изд-во «Книжный дом Университет», 2007. 872 с.
2. Модель космоса. 8-е издание, т.2: Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов. Под ред. Л.С.Новикова, - М.: Изд-во «Книжный дом Университет», 2007. 1144 с.
3. Моделирование тепловых режимов космического аппарата и окружающей его среды. Под ред. академика Г.И. Петрова. М.: Машиностроение, 1971г. 367 с.
4. Розанов Л.Н. Вакуумная техника. Издание второе. М.: Изд-во «Высшая школа», 1990 г. 317 с.
5. Хэфер Р. Криогенная техника. Основы и применения. Перевод с немецкого А.Б. Грачева и Н.В. Калинина. М.: Энергоиздат, 1983. 251 с.
6. Физические величины. Справочник под ред. И.С .Григорьева, Е.З. Мейлихова. М.: Энергоиздат, 1991 г.
7. Лансберг Г.С. Оптика, 6-е изд. М.: Физматлит, 2003. 848 с.

## **Составитель:**

К.Т.Н.

Н. П. Семена

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА

**«МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.



# МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Введение. От классических методов обработки экспериментальных данных до методов теории динамических систем
  - 1.1. Линейный анализ; усреднение, скользящее среднее, тренды; линейная регрессия
  - 1.2. Спектральный, корреляционный, статистический анализ
  - 1.3. Локализованный спектральный анализ на основе математического аппарата вейвлет-преобразования
  - 1.4. Нелинейный анализ на основе идей теории динамических систем
2. Применение локализованного спектрального анализа для обработки и изучения структуры экспериментальных данных
  - 2.1. Сжатие, фильтрация, кодирование, классификация и распознавание данных; обработка звука и речи; обработка спутниковых изображений
  - 2.2. Локализованный спектральный анализ в геофизике
  - 2.3. Анализ структуры глобального радиотеплового поля Земли по данным спутникового мониторинга; методика широтно-временных диаграмм
3. Основы нелинейной динамики
  - 3.1. Динамические системы и хаос; проблема трех тел в небесной механике; квазипериодическая динамика; генератор Ван-дер-Поля в радиофизике
  - 3.2. Динамические системы в гидродинамике и проблема турбулентности; перенос энергии по масштабам; каскад Колмогорова-Обухова; бифуркации Ландау и сценарий Ландау-Хопфа; переход к хаосу через перемежаемость и через разрушение квазипериодического движения
  - 3.3. Рабочие инструменты нелинейной динамики и абстрактная математика; фракталы; обобщенная размерность; фрактальная геометрия; мультифрактальный термодинамический формализм
4. Аппарат нелинейной динамики в геофизике (метеорологии), оптике, биологии, медицине, космологии
  - 4.1. Методы и алгоритмы анализа свойств сигналов — данных наблюдений; «черный ящик» с наблюдаемой реализацией на выходе; структура и свойства физической системы, породившей сигнал, и возможность сконструировать ее динамическую модель
  - 4.2. Эволюция динамических переменных; пространство состояний, фазовая траектория; простые примеры аттракторов; система Лоренца

- 4.3. Карта динамических режимов и мультистабильность; движение частицы с трением при внешнем воздействии; лазер и нелинейная оптическая система; импульсы и автоколебательная система
- 4.4. Уравнения Реслера для биологических систем
- 4.5. Прикладной хаос: управление — малые возмущения и контролируемые воздействия; полет космического аппарата к Луне с экономией топлива; хранение информации и фрактальная геометрия
- 5. Рабочие инструменты нелинейной динамики; аппарат нелинейной динамики как инструмент изучения экспериментальных данных
  - 5.1. Фрактальная, информационная и корреляционная размерности; мультифрактальный формализм и обобщенные размерности
  - 5.2. Алгоритм Грассбергера-Прокаччия; спектр размерностей; скейлинг-спектр (спектр сингулярностей) мультифракталов
  - 5.3. Метод запаздывания; метод оценки корреляционной размерности; теорема Такенса; теорема о вложении; реконструкция уравнений динамической системы по экспериментальным данным
- 6. Примеры применения аппарата нелинейной динамики: анализ вибрации машин; метеорологические данные; данные о сейсмической активности; данные спутникового мониторинга Земли

**Рекомендуемая литература:**

1. *Анищенко В.С.* Аттракторы динамических систем // Изв. Вузов. Прикладная нелинейная динамика. 1997. Т. 5. № 1. С. 109-127.
2. *Баутин Н.Н., Леонтович Е.А.* Методы и приемы качественного исследования динамических систем на плоскости. —М.: Наука, 1990. 490 с.
3. *Берже П., Помо И., Видаль К.* Порядок в хаосе. О детерминистическом подходе к турбулентности. —М.: Мир, 1991. 384 с..
4. Гидродинамические неустойчивости и переход к турбулентности / Под ред. Х.Суинни и Дж.Голлаба. —М.: Мир, 1984. 344 с.
5. *Каток А.Б., Хасселблат Б.* Введение в современную теорию динамических систем — М.: Факториал, 1999. 768 с.
6. *Кузнецов С.П.* Динамический хаос. —М.: Издательство Физико-математической литературы, 2001. 296 с.
7. *Мун Ф.* Хаотические колебания. —М.: Мир, 1990. 312 с.
8. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Гидродинамика. —М.: Наука, 1986.
9. *Лихтенберг А., Либерман М.* Регулярная и хаотическая динамика. —М.: Мир, 1984.

10. Лоскутов А.Ю. Очарование хаоса // УФН. 2010. Т. 180. С. 1305—1329.
11. Марсден Дж., Мак-Кракен М. Бифуркации рождения цикла и ее приложения —М.: Мир, 1980. 368 с.
12. Пайтген Х.О., Рихтер П.Х. Красота фракталов. —М.: Мир, 1993. 176 с.
13. Федер Е. Фракталы. —М.: Мир, 1991. 254 с.
14. Шустер Г. Детерминированный хаос. —М.: Мир, 1988.
15. *Buzug Th., Pfister G.* Optimal delay time and embedding dimension for delay-time coordinates by analysis of the global static and local dynamical behaviour of strange attractors // *Phys. Rev. A.*, 1992. V 45. P. 7073–7084.
16. *Gershenfeld N.A.* Dimension measurement on high-dimensional systems // *Physica D.* 1992. V. 55. P. 135–154.
17. *Grassberger P., Procaccia I.* Characterization of Strange Attractors // *Phys. Rev. Lett.*, 1983. V. 50. № 5. P. 346–349.
18. *Eraser A.M.* Reconstructing attractors from scalar time series: a comparison of singular systems and redundancy criteria // *Physica D.*, 1989. V. 34. P. 391–404.
19. *Kennel M.B., Isabelle S.* Method to distinguish possible chaos from colored noise and to determine embedding parameters // *Phys. Rev. A.*, 1992. V. 46. P. 3111–3118.
20. *Malraison B., Atten P., Berge P., Dubois M.* Dimension of strange attractors. An experimental determination for the chaotic regime of two convective systems // *J. Phys. Lett.*, 1983. V.44. P. 897–902.
21. *Packard N.H., Crutchfield J.P., Farmer J.D., Shaw R.S.* Geometry from a time series // *Phys. Rev. Lett.*, 1980. V. 45. P. 712.
22. *Rosenstein M.T., Collins J.J., De Luca C.J.* Reconstruction expansion as a geometry-based framework for choosing proper delay times // *Physica D.*, 1994. V. 73. P. 82–98.
23. *Takens F.* Detecting strange attractors in turbulence // *Dynamical Systems and Turbulence. Lecture Notes in Mathematics / Eds. D.A. Rand, L.S. Young* — Berlin: Springer Verlag, 1980. № 898. P. 366–381.

**Составитель:**

д.ф. – м.н.

Н. М. Астафьева

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА  
**«ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПЛАНЕТ»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г

## **«ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПЛАНЕТ»**

1. Излучение как источник информации о физических свойствах космического объекта.
  - 1.1. Теория переноса излучения и источники излучения.
  - 1.2. Отражение и рассеяние солнечной энергии поверхностью небесного тела. Альbedo, фазовая функция. Оппозиционный эффект.
  - 1.3. Взаимодействие электромагнитных волн оптического диапазона с атмосферами планет. Поглощение и рассеяние в атмосфере.
  - 1.4. Взаимодействие излучения с частицами дисперсной фазы.
  - 1.5. Прямые и обратные задачи теории переноса излучения.
  - 1.6. Особенности исследования планет в разных диапазонах спектра.
2. Экспериментальные методы дистанционного зондирования планет.
  - 2.1. Методы, основанные на измерении отраженного или рассеянного солнечного излучения.
  - 2.2. Методы, основанные на регистрации собственного излучения планет в ИК диапазоне.
  - 2.3. Методы, основанные на регистрации ослабления (поглощения) излучения.
3. Приборы для дистанционного зондирования планет в оптическом диапазоне спектра.
  - 3.1. Приемники излучения УФ, видимого и ИК диапазонов.
  - 3.2. Телевизионные камеры, фотометры и радиометры. Поляриметрия.
  - 3.3. Дифракционные спектрометры. Особенности УФ и ИК диапазонов.
  - 3.4. Фурье-спектрометры.
  - 3.5. Акустооптическая фильтрация излучения.
  - 3.6. Спектроскопия высокого разрешения. Эшелле-спектрометры, интерферометры Фабри-Перо, гетеродинные спектрометры.
  - 3.7. Картирующие спектрометры и гиперспектрометры.
  - 3.8. Активные методы оптического зондирования планет. Лидары.
4. Приборы для дистанционного зондирования планет в субмиллиметровом и радиодиапазоне.
  - 4.1. СВЧ-радиометры. Шумовая температура. Основные типы приемников СВЧ-излучения.
  - 4.2. Радары. Основные диапазоны. Фазированные антенные решетки. Применение радаров в зондировании планет Солнечной системы.

- 4.3. Субмиллиметровые приборы. Супергетеродинные приемники. Основные типы детекторов: диоды Шоттки, НЕВ, SIS. Квазиоптика.
5. Приборы для дистанционного зондирования планет с помощью корпускулярного излучения.
  - 5.1. Перенос ионизирующего излучения в твердом теле и атмосферах планет. Элементарные процессы.
  - 5.2. Вторичное (альбедное) рентгеновское и гамма-излучение планеты. Альбедные нейтроны. Детекторы нейтронов и гамма-квантов.
  - 5.3. Рентгеновские и гамма-спектрометры. Отождествление элементного состава поверхности планеты по характеристическому жесткому излучению.
6. Типовые задачи дистанционного зондирования планетных атмосфер в оптическом диапазоне спектра.
  - 6.1. Определение химического состава атмосферы по спектру поглощения. Затменные методы. Преобразование Абеля. Особенности УФ и ИК диапазонов.
  - 6.2. Термическое зондирование атмосферы в тепловом диапазоне
  - 6.3. Спектроскопическое зондирование собственного излучения атмосферы в окнах прозрачности.
  - 6.4. Определение микрофизических свойств аэрозоля по данным дистанционного зондирования.
7. Типовые задачи дистанционного зондирования поверхности планеты.
  - 7.1. Коррекция атмосферных искажений спектра отражения планеты.
  - 7.2. Восстановление тепловой инерции поверхности по данным спектрорадиометрии в тепловом диапазоне.
  - 7.3. Восстановление структурных параметров поверхности по спектрам отражения.
  - 7.4. Контролируемая классификация спектров поверхности. Спектральные библиотеки. Сигнатура класса. Метрика Махалобиса.
  - 7.5. Неконтролируемая классификация спектров поверхности. Факторный анализ и метод главных компонент.
  - 7.6. Обработка гиперспектральных данных. Метод спектральных индексов.
  - 7.7. Методы обработки изображений. Выделение границ множеств, Фурье- и вейвлет-анализ.

## Рекомендуемая литература

в зарубежных изданиях:

1. *Barrie W. Jones. Discovering the Solar System, Second Edition, WILEY Ltd, England, 451 с., 2007.*
2. *de Pater Imke, Jack J. Lissauer, Planetary sciences, Cambridge University press, 528 с., 2004.*
3. *Encrenaz, Th. Searching for Water in the Universe, Springer, 193 с., 2004.*
4. *Encyclopedia of the Solar system (second edition), edited by McFadden L.-A., Weissman P.R., Johnson T.V., Elsevier, 966, 2007.*
5. *Hanel R.A., Conrath B.J., Jennings D.E., Samuelson R.E. Exploration of the Solar system by infrared remote sensing. 2<sup>nd</sup> edition // Cambridge Univ. Press. 2003. Cambridge, UK. 458 pp.*
6. *Hapke B. W. Theory of reflectance and emittance spectroscopy, eds. Arvidson R.E., Rycroft M.J. // Cambridge Univ. Press. 1993. Cambridge, UK. 455 pp.*
7. *McBride N., Gilmour I., An introduction to the solar system, Cambridge University press, 412 с., 2004.*
8. *Mishchenko M.I., Travis L.D., Laris A.A., scattering, absorption and emission of light by small particles, Cambridge University press, 448 с., 2002.*
9. *Rodgers C.D. Inverse methods for atmospheric sounding. Theory and practice. World scientific, 240 с., 2000.*
10. *Sigrist M.W. Air monitoring by spectroscopic techniques, A Wiley-Interscience Publications, 531 с., 1994.*
11. *Starck J.-L. F. Murtagh, Astronomical Image and Data Analysis, Springer, 335 с., 2006.*

в российских изданиях:

1. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. М.: Наука, 1962; М., Эдиториал УРСС, 2001 (2 изд.) .
2. Инфракрасная спектроскопия высокого разрешения. Сборник статей. М.: Мир, 1972. 352 с.
3. Зайдель А.Н., Островский Г.В., Островский Ю.И. Техника и практика спектроскопии. М.: Наука, 1976. 392 с.
4. Лансберг Г.С. Оптика. М.: Физматлит, 2003. 848 с.
5. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. М.: Наука, 1977. 543 с.
6. Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию. М.: Наука, 1979. 478 с.

7. Морозов А.Н., Светличный С.И. Основы Фурье-спектрорадиометрии. М.: Наука, 275 с., 2006. 275с.
8. Сурков Ю.А. Космические исследования планет и спутников. М.: Наука, 1985.
9. Тимофеев Ю.М., Поляков А.В. Математические аспекты решения обратных задач атмосферной оптики. Изд-во СПбу, 2001. 188с.
10. Тимофеев Ю.М., Васильев А.А., Теоретические основы атмосферной оптики. СПб: Наука, 2003. 474с.
11. Тарасов К.И. Спектральные приборы. Л.: Машиностроение, 1977. 368с.

### *Периодические издания*

Астрономический вестник  
Космические исследования  
Оптический журнал  
Applied Optics  
Icarus  
Planetary and Space Science  
Journal Geophysical Research-Planet

### **Составители:**

д.ф. - м.н.

О. И. Кораблев

д.т.н.

А. В. Тавров

к.ф. – м.н.

А. В. Родин



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА

**«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В АСТРОФИЗИКЕ»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.

## «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ В АСТРОФИЗИКИ»

Астрономическая оптика. Телескопы и их основные параметры (разрешающая способность, поле зрения, проникающая сила). Основные типы телескопов (рефракторы, рефлекторы и их схемы, зеркально-линзовые системы). Интерферометр Майкельсона. Солнечные телескопы: целостат, коронограф. Понятие астроклимата. Атмосферное влияние на качество изображения. Методы достижения высокого углового разрешения. Активная и адаптивная оптика.

Радиотелескоп. Основные параметры и методы их определения (эффективная площадь, диаграмма направленности, угловое разрешение, шумовая температура, наведение, помехозащищенность). Апертурный синтез. Абсолютное и относительное измерение потоков радиоизлучения.

Спектральные приборы, и их основные параметры (разрешение, светосила, геометрический фактор). Призменные спектрометры и спектрографы. Дифракционные спектральные приборы. Классический дифракционный спектрограф. Эшелле-спектрограф. Основы Фурье-спектроскопии. Интерферометр Фабри-Перо и интерференционные светофильтры.

Детекторы излучения оптического, ультрафиолетового, инфракрасного, рентгеновского и гамма диапазонов: фотоэлектрические приемники, пропорциональные счетчики, микроканальные пластины, калориметры, полупроводниковые детекторы, приборы с зарядовой связью, сцинтилляционные детекторы, искровые камеры.

Основные параметры детекторов, чувствительность, спектральные характеристики, шумы. Факторы, ограничивающие обнаружение слабых сигналов в различных диапазонах, геометрический фактор (грасп), предел перехода к "путанице". Оптика для ультрафиолетовой, рентгеновской и гамма области (зеркальные телескопы косоугольного падения, телескопы с кодированной апертурой, сотовые и модуляционные коллиматоры).

### Рекомендуемая литература:

1. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. М.: Наука, 1977.
2. Лонгейр М. Астрофизика высоких энергий. М.: Мир, 1984.
3. Худсон Д. Статистика для физиков. М.: Мир, 1970.
4. Zombeck M. Handbook of Space Astronomy and Astrophysics, Cambridge University Press, 2007.

5. Press W., Teukolsky S., Wetterling W., Flannery B. Numerical Recipes (v.1-2), Cambridge University Press, 1986-1992.
6. Физика космоса: маленькая энциклопедия, ред. Сюняев Р. А. М.: Советская энциклопедия, 1986.

**Составители:**

д.ф. – м.н.

М. Н. Павлинский

к.ф. – м.н.

Р. А. Буренин

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА  
**«ПРИБОРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛАЗМЫ СОЛНЦА И  
МАГНИТОСФЕРЫ»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.

## ПРИБОРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛАЗМЫ СОЛНЦА И МАГНИТОСФЕРЫ

1. Оптические измерения фотосферы, хромосферы и короны Солнца. Понятие об оптических методах определения магнитного поля на Солнце. Радиофизические методы исследования солнечной короны.

2. Зондовые методы исследования плазмы. Зонд Ленгмюра. Вольт – амперная характеристика зонда в плазме. Двойной электрический зонд. Электростатический анализатор плазмы. Анализаторы с тормозящим и отклоняющим полем. Магнитные анализаторы. Модуляционные ловушки. Геометрический фактор прибора. Спектральное и угловое разрешение. Времяпролетные анализаторы скоростей ионов.

3. Масс-спектрометрия в исследованиях космической плазмы. Фильтр Вина. Энерго-масс-угловые анализаторы. Анализ зарядового состава ионов.

4. Радиофизические методы исследования ионосферной плазмы. Импульсное радиозондирование с Земли и со спутников. Метод некогерентного рассеяния радиоволн. Метод абсорбционного и рефракционного просвечивания атмосфер планет.

5. Фотометрия полярных сияний свечения атмосферы. Понятие о фототелевизионных измерениях планетарной картины свечения полярных сияний со спутников. Основные эмиссии полярных сияний.

6. Детекторы заряженных частиц и свечения. Коллекторы, ВЭУ, КЭУ, ФЭУ. Микроканальные пластины и ПЗС - матрицы, сцинтилляторы, полупроводниковые детекторы. Методы измерения температуры и скоростей микроскопических движений в ионосфере и верхней атмосфере.

7. Измерения электрических и магнитных полей. Зондовая методика. Бариевые облака. Магнитометры (феррозондовый, индукционный, квантовый). Электрические и магнитные антенны. Понятие об электромагнитной совместимости, о магнитной чистоте космического аппарата.

### Рекомендуемая литература:

1. Горн Л.С., Хазанов Б.И. Современные приборы для измерения ионизирующих излучений, М.: Энергоиздат, 1989.
2. Козлов О.В. Электрический зонд в плазме. М.: Атомиздат, 1969.
3. Джеймс Р. Масс-спектрометрия. М.: Мир, 1969.

4. Методы исследования плазмы. Сб. ст. под ред. В. Лохте-Хольтгревен. М.: Мир, 1971.
5. Мареев Е.К., Чугунов Ю.В. Антенны в плазме.
6. Методы астрономии. Под ред. Хилтнера. М.: Мир, 1967.
7. Каплан С.А. Элементарная радиоастрономия.
8. Готт Ю.В., В.А. Курнаев, О.Л. Вайсберг, Корпускулярная диагностика лабораторной и космической плазмы. МИФИ. 2008.

**Составители:**

д.ф.-м. н., профессор

О. Л. Вайсберг

д.ф.-м. н., профессор

С. И. Климов

д.ф.-м.н., чл.- корр. РАН

А. А. Петрукович

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА

**«ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.

## **«ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**

### **1. Приборы дистанционного зондирования в оптическом диапазоне.**

1.1. Теория и источники излучения; взаимодействие электромагнитных волн с атмосферой Земли; влияние отраженного и рассеянного солнечного излучения.

1.2. Приборы для дистанционного мониторинга Земли в видимом и ИК диапазонах.

1.3. Зависимость яркости наблюдаемых объектов и качества изображений от условий солнечного освещения и наличия облачного или снежного покровов.

1.4. Примеры практического использования спутниковых данных оптического диапазона.

### **2. Дистанционное зондирование растительного покрова и океана в оптическом диапазоне.**

2.1. Сезонная динамика спектрально-отражательных характеристик растительности и других типов земного покрова.

2.2. Оценка структурных характеристик растительного покрова с помощью многоугловых спутниковых наблюдений; вегетационные индексы и биофизические характеристики.

2.3. Детектирование природных пожаров по данным наблюдений в инфракрасном диапазоне спектра.

2.4. Особенности наблюдения океана в видимом диапазоне спектра: влияние яркости отраженного поверхностью и морским дном солнечного излучения, а также излучения подповерхностного слоя моря.

2.5. Определение концентрации хлорофилла «а» по оптическим данным.

2.6. Исследования океана в тепловом инфракрасном диапазоне спектра.

### **3. Основы микроволнового дистанционного зондирования.**

3.1. Радиолокаторы, используемые для аэрокосмического наблюдения Земли.

3.2. Процессы и явления, проявляющиеся в радиолокационных изображениях Земли, методы обработки изображений.

3.3. Физические основы метода спутниковой альтиметрии; геометрия метода.

3.4. Данные спутниковой альтиметрии; поправки на влияние атмосферы и подстилающей поверхности.



3.5. Метод спутниковой скаттерометрии; геометрия обзора.

3.6. Применение спутниковой скаттерометрии.

### **Рекомендуемая литература:**

1. *Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипов И.Г., Турук В.Э.* Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Под ред. В.С. Вербы. — М.: Радиотехника, 2010. 680 с.
2. *Герман М.А.* Космические методы исследования в метеорологии. —Л.: Гидрометеиздат, 1985.
3. *Говердовский В.Ф.* Космическая метеорология с основами астрономии. — СПб, изд. РГТМУ, 1995.
4. *Госсорг Ж.* Инфракрасная термография. —М., Мир, 1988.
5. *Дейвис Ш.М., Ландгребе Д.А., Филлипс Т.Л. и др.* Дистанционное зондирование: количественный подход. —М.: Недра, 1983, 415 с.
6. Дистанционное зондирование в метеорологии, океанографии и гидрологии: Пер. с англ./Под ред. А. Крэкнелла. — М.: Мир, 1984. 535 с.
7. Дистанционное зондирование природных ресурсов из космоса. Тематический выпуск. —ТИИЭР, том 73, вып.,1985.
8. *Калинин Н.А., Толмачева Н.И.* Космические методы исследований в метеорологии. — Пермь, изд. Пермского университета, 2005. 348 с.
9. *Кашкин В.Б., Сухинин А.И.* Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений: Учебное пособие. —М.: Логос, 2001. 264 с.: ил.
10. *Киенко Ю.П.* Введение в космическое природоведение. М.: «Картгеоцентр»-«Геодезиздат», 1994.
11. *Книжников Ю.Ф., Кравцова В.И., Тутубалина О.В.* Аэрокосмические методы географических исследований. Учеб. для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 336 с.
12. *Кондратьев К.Я.* Спутниковая климатология. —Л.: Гидрометеиздат, 1983.
13. *Кондратьев К.Я., Мелентьев В.В.* Космическая дистанционная индикация облаков и влагосодержания атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1986.
14. *Кондратьев К.Я., О.И. Смоктий, В.В. Козодеров.* Влияние атмосферы на исследование природных ресурсов из космоса. Под ред. Марчука Г.И. —М., Машиностроение, 1985.
15. *Кронберг П.* Дистанционное изучение Земли. —М.: Мир, 1988.

16. *Ллойд Дж.* Системы тепловидения. —М.: Мир, 1989.
17. *Мак-Картни Э.* Оптика атмосферы. —М.: Мир, 1979.
18. *Малкевич М.С.* Оптические исследования атмосферы со спутников. —М. Наука, 1973. 303 с.
19. *Мишев Д.* Дистанционное исследование Земли из космоса. —М.: Мир, 1985.
20. *Нелено Б.А., Терехин Ю.В., Коснырев В.К., Хмыров Б.Е.* Спутниковая гидрофизика. —М.: Наука, 1983.
21. *Райзер В.Ю., Черный И.В.* Микроволновая диагностика поверхностного слоя океана. —СПб.: Гидрометеиздат, 1994. 232 с.
22. *Рус У.Г.* Основы дистанционного зондирования. —М.: Техносфера, 2006. 336 с.
23. *Савиных В.П., Малинников В.А. и др.* География из космоса. —М., 1995.
24. *Colwell R.N., Ed.* Manual of Remote Sensing, 2<sup>nd</sup> ed. Falls Church, VA: American Society of Photogrammetry, 1983.
25. *Landgrebe D.A.* Signal Theory Methods in Multispectral Remote Sensing. Wiley-Interscience, 2003.
26. *Robinson I.S.* Measuring the Oceans from space. Springer-Verlag New York, LLC. 2004.
27. Special Issue on the Earth Observing System. (Eos)/ IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol.17, 1982.
28. *Ulaby F.T., R.K. Moore, and A.K. Fund.* Microwave Remote Sensing. Vol. 1-3. Reading, MA: Addison-Wesley, 1981, 1982, 1985.

***Периодические издания и электронный ресурс:***

1. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса
2. Исследование Земли из космоса
3. Физика атмосферы и океана
4. Океанология
5. <http://modis-land.gsfc.nasa.gov/>
6. <http://gis-lab.info>
7. <http://rst.gsfc.nasa.gov/>

**Составители:**

д.т.н., профессор

С. А. Барталёв

к.ф. – м.н., доцент

О. Ю. Лаврова

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА

**«ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ  
КА И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СЪЕМОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва

2018 г.

# «ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ ОРИЕНТАЦИИ И НАВИГАЦИИ КА И ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СЪЕМОЧНЫЕ УСТРОЙСТВА»

1. Основы понятия и величины оптических измерений и приборов космического базирования.
  - 1.1. Электромагнитное излучение. Длина волны. Энергия фотона.
  - 1.2. Интерференция и дифракции электромагнитных волн.
  - 1.3. Понятие светового потока, яркости, освещенности, интенсивности и спектра излучения. Апертура и фокусное расстояние. Угловая разрешающая способность и дифракционный предел. Радиометрическое и спектральное разрешение.
  - 1.4. Приемники излучения УФ, видимого и ИК диапазонов.
  - 1.5. Видеокамеры, фотометры и радиометры.
  - 1.6. Интерферометры и спектрометры различного диапазона длин волн.
  - 1.7. Космические телескопы различных спектров и назначений.
  - 1.8. Общие понятия астрономии. Спектральные классы звезд и их величины. Характерные величины электромагнитного излучения Солнца, звезд, планет и Земли.
  - 1.9. Системы координат. Метаматематический аппарат вращения. Углы ориентации, матрица ориентации, кватернион.
  - 1.10. Эффекты прецессии, нутации, абберации Земли и рефракция света в атмосфере.
  - 1.11. Гравитация и инерция. Описание орбит. Точки Лагранжа.
2. Основы динамики КА и построения их систем управления движением.
  - 2.1. Типы КА. Требования, предъявляемые к системам управления движения различных КА.
  - 2.2. Принципы построения систем управления движением КА. Бортовая вычислительная машина, командные приборы, исполнительные органы.
  - 2.3. Способы автономного определения параметров ориентации и навигации КА.
  - 2.4. Гироскопические измерители и датчики угловой скорости.
  - 2.5. Приборы звездной ориентации.
  - 2.6. Приборы солнечной ориентации.
  - 2.7. Приборы для определения местной вертикали к Земле и другим планетам.
  - 2.8. Магнитометры.
  - 2.9. Системы спутниковой радионавигации.

2.10. Система обеспечения температурной стабилизации КА. Система обеспечения электропитания.

2.11. Пропускная способность радиоканала с точки зрения передачи данных ДЗЗ среднего и высокого разрешения.

3. Особенности устройства и разработки современных оптико-электронных приборов звездной, ориентации, солнечной ориентации, съемки с поверхности планет и с орбитальных станций.

3.1. Выбор основных параметров приборов звездной ориентации. Фоточувствительная матрица, объектив, бленда. Выбор основных параметров приборов солнечной ориентации. Выбор основных параметров систем ДЗЗ среднего и высокого разрешения. Выбор основных параметров камер фото, стерео и видео съемки.

3.2 Оптическая и функциональная схемы оптико-электронных приборов. Аналого-цифровое преобразование и двойная коррелированная выборка. Цифровая электроника прибора (ПЛИС, процессор, интерфейсы). Алгоритмическая обработка видеосигнала с целью решения задачи определения параметров ориентации. Вторичный источник питания. Тепловые режимы прибор звездной ориентации и их конструкция.

3.3 Методики калибровки и проверки точностных характеристик приборов звездной ориентации. Методики калибровки приборов солнечной ориентации и проверка их точностных характеристик. Методики калибровки съемочных устройств. Стенды для геометрической и радиометрической калибровки. Стенды для отработки функционирования.

3.4 Помеховые факторы космического пространства и методы борьбы с ними. Фоновые помехи и угловой движение КА. Космическое радиационное воздействие на оптико-электронные приборы. Радиационные пояса Земли, галактические космические лучи и солнечные космические лучи.

### **Рекомендуемая литература**

1. Якушенко Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. 5 издание. М., Логос, 2004.
2. Авдеев С.П. Анализ и синтез оптико-электронных приборов, СПб, 2000.
3. Парвулюсов Ю.Б., Родионов С.А., Солдатов В.П. Проектирование оптико-электронных приборов. М., Логос, 2000.

4. Федосеев В.И., Колосов М.П. Оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов. Учебное пособие. М., Логос, 2007.
5. Запрягаева Л.А., Свешникова И.С. Расчет и проектирование оптических систем. М., Логос, 2000.
6. Матвеев В.В., Хазанов Б.И. Приборы для измерения ионизирующих излучений, изд. 2, Атомиздат, 1972.
7. Айнбунд М.Р., Поленов Б.В., Вторично-электронные умножители и их применение, М., Энергоатомиздат, 1981.
8. Measurement Techniques in Space Plasmas. Particles, Robert F.Pfaff, Josef E.Borovsky, David T. Young, Editors, Geophysical Monograph 102, AGU, Washington DC, p. 221,1998
9. Ю.В. Готт, В.А. Курнаев, О.Л. Вайсберг, Корпускулярная диагностика лабораторной и космической плазмы, Учебное пособие, под ред. В.А. Курнаева. М:МИФИ, 2008 - 144с.
10. Эльясберг П.Е. Введение в теорию полета искусственных спутников Земли. М.,Наука, 1966
11. Бахшиян Б.Ц. Назиров Р.Р., Эльясберг П.Е. Определение и коррекция движения (гарантирующий подход). М., Наука, 1980.
12. Эскобал П. Методы определения орбит. М., Мир, 1970
13. J.R. Wertz. Spacecraft attitude control and determination.
14. Суханов А.А.. Астродинамика.М., ИКИ РАН, 2010.
15. Херрик С. Астродинамика. М., Мир, 1978
16. Белецкий В.В. Движение спутника относительно центра масс в гравитационном поле. Издательство Московского университета, 1975

**Составители:**

д.т.н., профессор

Г. А. Аванесов

к.ф. – м.н.

А. А. Форш

к.т.н.

Р. В. Бессонов

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ  
КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНА  
**«РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО  
ПРОСТРАНСТВА»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.

## **«РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА (ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ)»**

1. Дистанционное радиозондирование. Радиотехническая система. Задачи статистической теории РТС. Особенности РТС зондирования околоземной и космической сред. Понятие о параметрах, характеристиках и качественных показателях РТС.
2. Виды сигналов. Цели обработки сигналов. Сравнение аналоговой и цифровой обработки сигналов.
3. Теория сигналов. Непрерывные и дискретные представления сигналов. Дискретизация и восстановление сигналов. Теорема Котельникова.
4. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Интерполяция (линейная, квадратичная, кубическая и т.п.).
5. Спектральный анализ. Преобразование Фурье и его свойства. Спектр. Спектральные оценки.
6. Z - преобразование. Соотношение между Z-преобразованием и Фурье преобразованием последовательности. Свойства ДПФ.
7. Цифровые устройства. Логические элементы. Законы алгебры логики. Запоминающие устройства. Программируемые логические интегральные схемы.
8. Цифровые фильтры. Фильтры с импульсными характеристиками конечной длины. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой. Реализация цифровых фильтров.
9. Основные аналоговые компоненты измерительных систем. Операционные усилители. Преобразователи напряжения. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. Мультиплексоры. Смесители. Квадратурные демодуляторы. Синтезаторы частоты.
10. Статистическое описание сигналов, сообщений и помех. Общие определения. Узкополосные сигналы. Статистические модели сигналов, сообщений и помех.
11. Обнаружение сигналов. Постановка задачи обнаружения сигналов. Обнаружение детерминированного сигнала. Обнаружение сигнала со случайными параметрами. Обнаружение сигнала по дискретной выборке. Обнаружение сигнала на фоне негауссовых помех.
12. Оценка параметров сигнала. Общее решение оптимального байесовского оценивания параметров сигнала на основе теории статистических решений. Оценки максимального правдоподобия и их свойства. Граница Крамера-Рао. Оценка параметров сигнала по наблюдениям дискретной выборки.



## **Рекомендуемая литература:**

1. Steven M. Kay Fundamentals of statistical signal processing: estimation theory. –Prentice Hall PRT, Upper Saddle River, NJ 07458.
2. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
3. Богданович В.А., Вострецов А.Г. Теория устойчивого обнаружения, различения и оценивания сигналов. – 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2004.
4. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учеб. пособие для вузов. – М.:Радиотехника, 2003.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. – СПб.: Питер, 2003.
6. Тихонов В.И. Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. – М.: Радио и связь, 1991.
7. Кендал М., Стюарт А. Статистические выводы и связи / Пер. с англ. М.: Мир, 1976.
8. Черногор Л.Ф. Дистанционное радиозондирование атмосферы и космоса: Учебное пособие. – Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2009.

### ***Составители:***

д.ф.-м.н.

И. А. Струков

д.т.н.

А. С. Косов

к.ф.-м.н.

Д. П. Скулачев

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ ИНСТИТУТ  
КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИКИ РАН)

## АННОТАЦИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНА  
**«ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОМ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ»**

Направление подготовки 03.06.01 Физика и астрономия  
направленность (профиль)  
01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики»

Москва  
2018 г.

## «ПЛАНЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТОДОМ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ»

1. Галактические космические лучи (ГКЛ), состав, энергетический спектр, переменность потока.
2. Солнечные протонные события (СПС), рентгеновское и гамма-излучение солнечных вспышек.
3. Вторичное ядерное излучение планет и небесных тел солнечной системы под воздействием ГКЛ и СПС.
4. Радиационный фон на низких околоземных орбитах, радиационные пояса земной магнитосферы.
5. Взаимодействие гамма-излучения и энергичных зараженных частиц с веществом, понятие нейтронного альбеда.
6. Естественная радиоактивность вещества планетных тел, основные линии гамма-лучей калия, тория и урана.
7. Методы регистрации нейтронов и гамма-лучей космическими приборами на орбите и на поверхности небесного тела. Сцинтилляционные детекторы, полупроводниковые детекторы, газонаполненные счетчики.
8. Методы повышения пространственного разрешения космических детекторов нейтронов и гамма-лучей. Коллиматоры нейтронов.
9. Метод активного нейтрон-нейтронного и гамма-нейтронного исследования\состава вещества на поверхности небесных тел. Принцип работы импульсных нейтронных генераторов.
10. Методы экранирования от нейтронного излучения, гамма-лучей и энергичных заряженных частиц в условиях космического аппарата.
11. Основные принципы и методы численного моделирования вторичного нейтронного и гамма-излучения поверхности небесного тела и наведенного Радиационного фона космического аппарата.
12. Методы обработки данных ядерно-физических измерений, оценки значимости полученных результатов, методы проверки моделей и гипотез.
13. Исследования Луны и Марса и других небесных тел методами ядерной физики. Основные полученные результаты и перспективы исследований.
14. Изучение распространенности воды на поверхности небесного тела методом нейтронной спектроскопии.
15. Принципы конструирования ядерно-физических приборов для исследования планет и небесных тел с орбиты и на поверхности, нейтронные и гамма-телескопы, гамма-спектрометры, импульсные нейтронные генераторы.
16. Ядерный метод отбора образцов вещества небесного тела для доставки на землю с целью дальнейших исследований.
17. Понятие космического радиационного фона на поверхности небесного тела, космическая дозиметрия.

## Рекомендуемая литература:

1. Космические исследования планет и спутников, Ю.А. Сурков. – М.: Наука, 1985. 308с.
2. Схемотехника радиометров, Л.С. Горн, Б.И. Хазанов, - М.: Атомиздат, 1977. 287с.
3. Избирательные радиометры, Л.С. Горн, Б.И. Хазанов, - М.: Атомиздат, 1975. 373с.
4. Измерение радиации в космосе, Ю.А. Гальперин, Л.С. Горн, Б.И. Хазанов, - М.: Атомиздат, 1972. 342с.
5. Внелабораторный химический анализ, под редакцией Ю.А. Золотова, - М.: Наука, 2010. 563с.
6. Криология Марса и других планет солнечной системы, И.А. Комаров, В.С. Исаев, - М.: Научный мир, 2010. 232с.

Составитель:

д.ф.-м.н.

И. Г. Митрофанов