

включены в задания (подобраны преподавателем). В дальнейшем, когда у студентов уже появляется определенный опыт, им рекомендуется подбирать тестовые примеры самостоятельно.

Практическая возможность решения различных задач, для которых трудно или практически невозможно предложить аналитическое решение, подчеркивает научную значимость численных расчетов и особенности полученных с их помощью результатов, раскрывает перед студентами младших курсов методологическую важность математического моделирования в физике. Данное пособие закладывает основу для дальнейшего изучения методов математического моделирования и применения в них численного решения задач, которые развивается и закрепляется на старших курсах и в научно-исследовательской работе студентов.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В АТМОСФЕРЕ ЗЕМЛИ (монография)

Сокуров В.Ф.

*Таганрогский государственный  
педагогический институт, Таганрог,  
e-mail: cosmicrays2008@yandex.ru*

В настоящее время существуют определенные трудности в изучении космических частиц сверхвысоких энергий. В частности, не решена проблема первичного энергетического спектра в диапазоне высоких и сверхвысоких энергий. Поэтому, весьма актуальным следует признать цикл работ автора по новым методам исследования характеристик потока космических лучей.

В монографии рассмотрены радиационные процессы, возникающие при прохождении электромагнитных лавин, развивающихся при взаимодействии частиц сверхвысоких энергий с атмосферой Земли.

Наиболее прямым методом исследования энергетического спектра космических лучей сверхвысоких энергий является метод регистрации по потоку излучения Вавилова – Черенкова, генерируемого развивающейся релятивистской электромагнитной лавиной от первичных частиц.

В.Ф. Сокуровым создан и внедрен в эксплуатацию высокочувствительный детектор черенковского излучения в атмосфере (большой оптический детектор – БОД). Детектор сконструирован на основе синтеза апертур 63-х фотоумножителей типа ФЭУ-110 с применением разработанного автором линейного пропускателя. Это позволило увеличить чувствительность детектора по сравнению с детекторами, установленными на установке ШАЛ (г. Якутск), на два порядка.

Детектор работал в комплексе с Якутской установкой ШАЛ и подобной установкой в Самаркандском университете (Узбекистан). Этот

детектор позволяет исследовать плотность потока излучения Вавилова-Черенкова в диапазоне  $2 - 1480$  фотон/см<sup>2</sup>эВ с изломом в области  $60-100$  фотон/см<sup>2</sup>эВ.

Корректные выводы о величине потока черенковского излучения ШАЛ возможны только при наличии контроля прозрачности атмосферы в течение всего периода регистрации. Этот контроль дает возможность корректировать полный поток черенковского излучения ШАЛ и, следовательно, первичный энергетический спектр в интервале  $10^{15}-10^{20}$  эВ.

На основе адекватных измерений В.Ф. Сокуровым разработан новый метод исследования и оперативного контроля прозрачности атмосферы. Этот метод основан на флуктуациях потока черенковских вспышек в атмосфере. С его помощью исследована средняя прозрачность атмосферы над Якутской установкой ШАЛ и над Самаркандской установкой (Узбекистан). Кроме того, осуществляется оперативный контроль прозрачности в пятнадцатиминутные временные интервалы.

С помощью большого оптического детектора впервые по интегральному потоку черенковского излучения измерен энергетический спектр космических лучей в диапазоне  $10^{15}-10^{17}$  эВ. При этом зарегистрирован излом в спектре в области  $(3-5) \cdot 10^{15}$  эВ.

В настоящее время все большее внимание исследователей привлекает очень низкочастотный диапазон радиоизлучения (ОНЧ электромагнитные колебания в диапазоне единиц килогерц). Это связано с тем, что комплекс Земля-ионосфера представляет из себя прекрасный сферический волновод, в котором с очень малым затуханием распространяются КНЧ-ОНЧ радиоволны. Следовательно, их можно принять на очень больших расстояниях от источника излучения.

В настоящей работе при непосредственном участии В.Ф. Сокурова измерен поток очень низкочастотных (ОНЧ) импульсов в приземном слое и им разработана методика обработки данных, позволяющая идентифицировать по потоку ОНЧ излучения энергетический спектр в диапазоне  $10^{18}-10^{19}$  эВ;

Показана возможность измерения энергетического спектра космических лучей предельно высоких энергий достаточно простым и надежным способом.

При этом площадью регистрации детектора ШАЛ становится вся поверхность Земли.

Автором разработан метод исследования энергетического спектра предельно высоких энергий по потоку ионизационного излучения в атмосфере Земли на базе линзы Френеля диаметром 5 м. В фокальной плоскости линзы устанавливается 128 фотоумножителей, каждый из которых контролирует локальный участок пространства. Зенитный и азимутальный углы

определяются по изменению угловой скорости прохождения трека ливня на каждом фотоумножителе. Энергия – по интенсивности излучения. Метод позволяет проследить развитие электромагнитной лавины практически от первого взаимодействия первичной частицы с атмосферой.

Результаты этой работы вызвали большой интерес и одобрение на международной конференции по космическим лучам в г. Денвере в 1973 г. (США).

Результаты работ Сокурова В.Ф. докладывались на российских и международных конференциях, обсуждались на научных семинарах и были опубликованы в отечественных и зарубежных журналах.

Отмеченные выше результаты являются новыми, особый интерес вызывает перспективный метод исследования спектра по потоку ОНЧ излучения. Вклад автора в получение результатов является определяющим. По рассматриваемой теме опубликовано около 100 работ.

Монография представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные автором, имеют существенное значение для науки в целом и для экспериментальной физики в частности.

**ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ  
И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ СТАТИСТИКА  
(учебно-методическое пособие  
модульного типа)**

Хачев М.М., Аджиева А.А., Теммоева С.А.

*Кабардино-Балкарская государственная  
сельскохозяйственная академия, Нальчик,  
e-mail: aida-adzhieva@mail.ru*

Данная работа представляется авторами как учебно-методическое пособие модульного типа.

Учебное пособие – потому, что отбор основного материала проведен в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов второго поколения и Примерной программы дисциплины «Математика» раздел «Теория вероятностей и математическая статистика» по экономическим специальностям Кабардино-Балкарской Государственной Сельскохозяйственной Академии.

Методическое пособие – потому, что по каждой теме достаточно последовательно приводятся образцы решения с необходимым справочным материалом.

Модульный тип – потому, что весь семестровый курс «Теория вероятностей и математическая статистика» в количестве 34 лекционных и 34 практических часов разбит на три модуля: модуль 1 – «Случайные события» (12 часов); модуль 2 – «Случайные величины» (12 часов); модуль 3 – «Математическая статистика» (10 часов).

Каждое занятие приведенных выше модулей содержит краткий справочный теоретиче-

ский материал, образцы решения типовых задач, перечень задач для самостоятельной работы. В конце каждого модуля приводится перечень задач для рейтинговых контрольных работ и приводится перечень основной и дополнительной литературы.

Такой подход к изучению курса «Теория вероятностей и математическая статистика» студентами КБГСХА показал эффективность по сравнению с традиционным методом изучения. Модульная организация учебного процесса позволяет более четко контролировать степень усвоения теоретического материала и вести учет отработки пропущенных студентами занятий.

Модульная организация изучения курса позволяет, также еще дать студентам возможность досрочно получить зачет или экзамен по результатам выполнения рейтинговых контрольных работ.

Опыт работы показал, что такой подход более привлекателен для студентов и минимизирует усилия изучения данного курса.

**ЭЛЕМЕНТЫ И ПРИБОРЫ  
ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ  
(учебное пособие)**

Червяков Г.Г., Осадчего Е.Н.

*Таганрогский технологический институт Южного  
федерального университета, Таганрог,  
e-mail: chervv@fep.tti.sfedu.ru*

Современный этап развития человеческого общества характеризуется всё возрастающим проникновением электроники во все сферы жизни и деятельности людей. Электроника включает в себя три основных области исследований (вакуумную, твердотельную и квантовую электронику), каждая из которых объединяет исследования физико-химических явлений и процессов, имеющих фундаментальное значение, как для разработки электронных приборов, так и для метода расчёта и способа изготовления таких приборов.

Данное пособие посвящено полупроводниковой электронике, которая решает задачи, связанные с изучением свойств полупроводниковых материалов, влиянием на эти свойства примесей и особенностей структуры материала; изучением свойств поверхностей и границ раздела между слоями различных материалов; созданием в кристалле областей с различными типами проводимости; созданием гетеропереходов и многослойных структур; исследованием свойств динамических неоднородностей; созданием функциональных приборов и устройств. Основным направлением твердотельной электроники является полупроводниковая электроника, связанная с разработкой и изготовлением различных видов полупроводниковых приборов: диодов, транзисторов, тиристоров, оптоэлектронных приборов, включая квантовые генераторы.