

Отзыв официального оппонента Васильева Геннадия Ивановича

на диссертационную работу **Германенко Алексея Владимировича** «Исследование солнечных космических лучей и проникающих излучений в атмосфере арктических и субарктических регионов земли», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «приборы и методы экспериментальной физики»

Диссертационная работа А.В. Германенко посвящена задачам мониторинга потоков проникающих излучений в приземном слое атмосферы в высоких широтах и разработке методики моделирования радиационно-опасных потоков солнечных космических лучей по данным нейтронных мониторов.

Цель работы - создание аппаратно-программного комплекса мониторинга нейтронной, низкоэнергичной заряженной и низкоэнергичной электромагнитной компонент проникающих излучений в приземном слое атмосферы в высоких широтах, анализ наблюдаемых на созданном комплексе вариаций излучения и разработка методики прогноза радиационно-опасных потоков солнечных космических лучей по данным нейтронных мониторов на основе методики оперативного расчёта параметров солнечных космических лучей (СКЛ).

Данная диссертационная работа базируется на большом экспериментальном материале, полученном на двух экспериментальных комплексах в течение последних 10 лет. Проведены расчёты и представлены результаты определения барометрического и температурного коэффициентов для используемых в работе детекторов излучения, применяемых в экспериментальных комплексах.

Для проведения исследований диссертантом: 1) Разработана и создана комплексная установка мониторинга основных компонентов вторичных космических лучей; 2) Проведена проверка и наладка всех электронных схем; 3) Разработаны системы измерения и передачи в систему регистрации «телеметрической» информации (температура, давление, осадки); 4)

Разработаны необходимые программы регистрации, обработки и визуализации данных.

Разработка и создание новых экспериментальных установок на сегодняшний день является актуальной задачей, и в данной работе она выполнена с использованием современной электроники, включая использование микроконтроллеров и одноплатных компьютеров.

Для созданной установки автором разработано программное обеспечение, производящее запись, первичную обработку и визуализацию экспериментальных данных на компьютере и представление данных в сети Интернет.

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений и определяется как теоретическими вопросами, связанными с исследованием процессов, происходящих в земной атмосфере при прохождении через неё потоков космических лучей и электромагнитных излучений, так и практической необходимостью таких исследований для прогнозирования возможных радиационных угроз в процессе растущей хозяйственной деятельности в высоких широтах.

Новизна и научная значимость работы заключается в обнаружении эффекта возрастания гамма-излучения при осадках. Увеличение плотности ионизирующего излучения в нижнем слое атмосферы оказывает воздействие на скорость протекания метеорологических процессов. Второй аспект значимости состоит в разработке методики оперативного прогноза радиационно-опасных потоков солнечных космических лучей во время экстремальных вспышек на Солнце с использованием данных мировой сети нейтронных мониторов в режиме реального времени.

К недостаткам работы можно отнести:

1. Во введении не упоминаются измерения релятивистских солнечных протонов на космических аппаратах (PAMELA, GOES), хотя в третьей главе для сравнения расчётного и реально измеренного спектров используются данные GOES.

2. В первой главе упоминается разработка специального программного обеспечения для измерительного комплекса, но отсутствуют подробные описания алгоритмов работы программ.

3. В третьей главе на рисунках 3.3 и 3.5 не отмечены погрешности расчётного и измеренного спектров медленной компоненты РСП.

4. Активное использование автором сокращений и аббревиатур затрудняет чтение текста.

Указанные недостатки не меняют общей положительной оценки работы.

Наиболее важными результатами диссертации представляются:

1. Создание аппаратно-программного комплекса для мониторинга сложного состава проникающих излучений в атмосфере. Комплексы установлены в двух высокоширотных пунктах: Апатиты (субарктическая зона) и Баренцбург (арктическая зона). Проведены работы по калибровке и тестированию устройств комплекса. Посредством модельных расчетов методами Монте-Карло при помощи пакета GEANT4 рассчитаны функции отклика входящих в комплекс детекторов.

2. Проведение мониторинга гамма (рентгеновского) излучения и его спектрального состава в приземном слое атмосферы в двух высокоширотных пунктах: Апатиты и Баренцбург. Показано существование избыточного гамма (рентгеновского) фона, связанного с атмосферными осадками. Показано, что это излучение не связано с загрязнением осадков радионуклидами. Исследованы особенности данного излучения и предложена вероятная модель его генерации в атмосфере.

3. Предложена система оперативного прогноза радиационной опасности, связанной с потоками солнечных космических лучей (СКЛ) во время событий GLE, основанная на данных мировой сети нейтронных мониторов. Разработана методика определения параметров потока релятивистских СКЛ по данным сети нейтронных мониторов, позволяющая в реальном времени вычислять эти характеристики с достаточной для прогноза точностью.

