

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации**  
**Карнаева Сергея Евгеньевича**  
**«Системы управления ускорительным комплексом ВЭПП-4 и**  
**бустерным синхротроном источника СИ NSLS-II»,**

представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

Развитие многих отраслей научных исследований и технологий требует использования интенсивных пучков заряженных и нейтральных частиц различных энергий. Основными поставщиками таких пучков являются ускорительные установки, представляющие собой совокупность сложных электрофизических устройств, работающих с высокой точностью и стабильностью в тесной взаимосвязи друг с другом. Данная диссертация рассматривает системы управления крупными ускорительными комплексами ВЭПП-4 в ИЯФ СО РАН и NSLS-II в Брукхейвенской лаборатории, США на которых проводятся различные научные эксперименты с использованием пучков заряженных частиц. Системы управления, разработанные и созданные в ходе выполнения диссертационной работы, обеспечивают функционирование и развитие этих комплексов, поэтому актуальность представленной диссертации не вызывает сомнения. В подтверждение тому можно привести пример, что на базе комплекса ВЭПП-4 работает Сибирский центр синхротронного излучения, где сотрудники многих институтов Сибирского отделения РАН с рекордными пространственно-временными точностями проводят свои эксперименты по изучению структуры и свойств вещества, физических процессов и химических реакций.

Уникальность крупных ускорительных установок, постоянно растущие требования к качеству пучков и, соответственно, к точности управления элементами ускорителей приводят к необходимости разработки новых методов управления и диагностики. В представленной диссертационной работе описываются разработанные автором структура контрольно-измерительной аппаратуры и программного обеспечения систем управления, а также новые методы, предложенные и реализованные для управления ускорителями комплекса ВЭПП-4 и бустерным синхротроном комплекса NSLS-II, что свидетельствует о научной новизне работы. Разработанные методы прежде всего касаются взаимодействия с контрольно-измерительной аппаратурой, синхронизации работы устройств и процессов, получения, обработки и визуализации диагностических данных, позволившие, например, для управления бустерным синхротроном реализовать систему непрерывного мониторинга всех параметров устройств и пучка.

Несомненна практическая значимость выполненной работы. Использование методов управления, разработанных в диссертации, будет востребовано для построения систем управления будущими крупными ускорительными комплексами, например, новыми источниками синхротронного излучения, строительство которых планируется в России в ближайшие годы.

Автореферат диссертации четко структурирован, написан ясным языком и дает полное представление о содержании диссертационной работы и личном вкладе автора в полученные результаты: создание систем управления ВЭПП-4 и бустерного синхротрона NSLS-II. Первая глава диссертации содержит анализ общих требований к системе управления ускорительным комплексом и к его программному обеспечению. Вторая глава описывает развитие системы управления ВЭПП-4 и методы, использованные для управления установками и экспериментами, проводимыми на комплексе. Третья глава содержит описание структуры системы управления бустерного синхротрона NSLS-II, а

также описание основных ее подсистем: системы синхронизации, системы управления источниками питания, вакуумной системы, системы диагностики пучка. Четвертая глава включает описание методов обработки контрольно-измерительных данных, реализованных на уровне серверного программного обеспечения, предоставляющего доступ к данным для операторских программ, описание которых содержится в пятой и шестой главах. Пятая глава описывает программы управления, с помощью которых выполняются все операции по настройке работы элементов синхротрона. Шестая глава содержит описание различных сервисных программных систем, позволяющих работать с установкой в целом: системы сохранения/восстановления режима работы установки, системы мониторинга параметров, программ для визуализации состояния установки и пучка. В заключении приведены основные результаты работы, которые находятся на уровне современных мировых достижений в области управления ускорителями и, несомненно, будут востребованы при проектировании и создании новых ускорительных комплексов, что соответствует п. 9 и п. 10 «Положения о порядке присуждения учёных степеней».

Личный вклад автора в результаты работы является определяющим. Достоверность результатов работы подтверждается публикациями в рецензируемых научных изданиях, а также многочисленными докладами на российских и зарубежных научных конференциях. Замечания к изложению работы в автореферате:

- 1) На стр. 10 в тексте с заголовком «система управления источником питания», в пункте: «измерение параметров источников питания при ускорении с частотой не ниже частоты задания управляющего сигнала», на мой взгляд, есть неопределенность. Для точного определения параметров устройства частота измерения должна минимум в три раза превышать частоту изменения регистрируемых значений. Либо, в данном пункте нужно дать более полное объяснение, если процесс измерения имеет более сложный алгоритм;
- 2) Отсутствие графического представления структурных схем и алгоритмов их работы затрудняет восприятие материала.

Замечания носят локальный, несущественный характер и не снижают качества и значимости работы.

Диссертационная работа Карнаева Сергея Евгеньевича «Системы управления ускорительным комплексом ВЭПП-4 и бустерным синхротроном источника СИ NSLS-II» содержит 152 наименований библиографии. Работа полностью соответствует специальности 01.04.20 - физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, и удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ему степени доктора технических наук.

Назаров Александр Дмитриевич,  
д.т.н., с.н.с. лаборатории  
«Проблем энергосбережения»

Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН  
630090, г. Новосибирск, пр-т Академика Коптюга, 6  
Email: [nazarov@itp.nsc.ru](mailto:nazarov@itp.nsc.ru)  
Тел.: 8 383 330 64 66



23.11.2017

Макаров Максим Сергеевич, к.ф.-м.н.  
Ученый секретарь Института теплофизики им. С.С. Кутателадзе