

СТЕНОГРАММА

заседания № 16-02 диссертационного совета Д 720.001.02
на базе Международной межправительственной организации
Объединенный институт ядерных исследований
от 20 ноября 2016 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ диссертационного совета – доктор физико-математических наук, профессор Малахов Александр Иванович.

УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ диссертационного совета – кандидат физико-математических наук Арефьев Валентин Александрович.

На заседании присутствовали члены диссертационного совета:

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, физико-математические науки:

Водопьянов Александр Сергеевич	- доктор физико-математических наук
Глаголев Виктор Викторович	- доктор физико-математических наук
Садовский Сергей Анатольевич	- доктор физико-математических наук
Тяпкин Игорь Алексеевич	- доктор физико-математических наук
Арефьев Валентин Александрович	- кандидат физико-математических наук.

Специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики, технические науки:

Басиладзе Сергей Геннадьевич	- доктор технических наук
Матюшин Валентин Тарасович	- доктор физико-математических наук
Романов Юрий Иванович	- доктор технических наук
Смирнов Виталий Анатольевич	- доктор технических наук
Тимошенко Геннадий Николаевич	- доктор физико-математических наук
Тютюнников Сергей Иванович	- доктор физико-математических наук.

Специальность 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, физико-математические науки:

Батюня Борис Владимирович	- доктор физико-математических наук
Золин Леонид Сергеевич	- доктор физико-математических наук

Капишин Михаил Николаевич	- доктор физико-математических наук
Кекелидзе Владимир Димитриевич	- доктор физико-математических наук
Малахов Александр Иванович	- доктор физико-математических наук
Панебратцев Юрий Анатольевич	- доктор физико-математических наук
Ставинский Алексей Валентинович	- доктор физико-математических наук
Строковский Евгений Афанасьевич	- доктор физико-математических наук

Специальность 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника, технические науки:

Агапов Николай Николаевич	- доктор технических наук
Донец Евгений Денисович	- доктор технических наук
Зайцев Лев Николаевич	- доктор технических наук
Коваленко Александр Дмитриевич	- доктор физико-математических наук
Серов Александр Васильевич	- доктор физико-математических наук
Ширков Григорий Дмитриевич	- доктор физико-математических наук

Малахов А.И. – Коллеги, у нас 25 членов присутствуют, минимум у нас 21 человек, чтобы можно было работать. 25 - хорошо. По специальности диссертанта 01.04.01 имеется сейчас 6 членов совета, при норме 3. Так что здесь тоже все в порядке.

Таким образом, согласно регламенту, я должен объявить о том, что кворум есть. Предстоит нам провести защиту диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук Кудашкина Ивана Васильевича, здесь всё написано. Тему диссертации, вы видите, не буду повторять. Научный руководитель - Балдин Антон Александрович, здесь присутствует, - доктор физ.-мат. наук, старший научный сотрудник ОИЯИ, из официальных оппонентов присутствует, Фещенко Александр Владимирович, доктор физ.-мат. наук, заместитель директора по научной работе Института ядерных исследований РАН. Второй официальный оппонент - Федорков Виктор Георгиевич, кандидат технических наук, директор АО Институт физико-технических проблем, как мне сказали, отсутствует по уважительной причине, но это допускается. Ведущая организация - НИЦ Курчатовский институт ФГБУН, сложное название, Государственный научный центр Российской Федерации Институт теоретической и экспериментальной физики. Ну, мы его знаем, как ИТЭФ.

Сейчас предоставляю слово ученому секретарю нашего совета - Валентину Александровичу Арефьеву, для того, чтобы он познакомил вас с документами.

Арефьев В.А. - В совет поступило заявление от Кудашкина Ивана Васильевича, начальника группы сектора №3 отдела НЭОФТИ на ЛНС, следующего содержания. «Прошу принять к рассмотрению и защите мою диссертацию на тему «Разработка и создание устройств системы диагностики и мониторинга»

внутренних и выведенных пучков ускорителя Нуклотрон», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики. Диссертация к защите представляется впервые. В соответствии с требованиями положения о порядке присуждения ученых степеней, диссертация была опубликована на сайте ОИЯИ 18-го сентября 2015 года. Комиссия, назначенная советом, в составе: Матюшин Валентин Тарасович, Смирнов Виталий Анатольевич, Арефьев Валентин Александрович, рассмотрела представленные соискателем документы и пришла к следующему заключению: диссертация соответствует специальности 01.04.01 - приборы и методы экспериментальной физики и отрасли - технические науки, по которым диссертационный совет имеет право проведения защиты диссертаций. Материал диссертации достаточно полно изложен в опубликованных соискателем работах в соответствии с рекомендациями ВАК. Документы, представленные соискателем в совет, соответствуют требованиям положения о порядке присуждения ученых степеней. Комиссия рекомендовала принять диссертацию к защите. Диссертация к защите была принята 18 февраля текущего года.

Кудашкин Иван Васильевич, родился 31 января 1987 года, город Дубна Московской области. Гражданство - Российское. Образование - высшее. В 2010 году окончил Московский институт радиоэлектроники и автоматики. Получил специальность - инженер физик. В 2013 году закончил аспирантуру в Объединенном институте ядерных исследований. Владеет английским языком. Ученой степени и звания пока не имеет. Имеются публикации, список приложен. Работал в 2007 - 2010 году лаборантом в лаборатории физики высоких энергий, 2010 - 2014 год – инженер, с 2014 года по настоящее время - начальник группы. Приложена копия диплома, выданная Московским государственным институтом радиотехники, электроники и автоматики. Приложено удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов. Приборы и методы экспериментальной физики с оценкой хорошо, английский язык - отлично, история и философия науки - удовлетворительно. Приложены: заключение Лаборатории физики высоких энергий, как организации, где была выполнена работа, имеются также отзывы ведущей организации, официальных оппонентов, научного руководителя. Документы оформлены в соответствии с требованиями положения о порядке присуждения ученых степеней. Всё.

Малахов А.И. – Так, какие-то вопросы по документам есть? Отзывы все положительные, да?

Арефьев В.А. – Да.

Малахов А.И. – Так, ну хорошо. Раз нет никаких вопросов и замечаний по этой части, то предоставляем слово соискателю. Пожалуйста.

Кудашкин И.В. – Здравствуйте. Тема моей диссертации – «Разработка и создание устройств систем диагностики и мониторинга внутренних и

выведенных пучков ускорителя Нуклотрон. Данная тема была утверждена на НТС ЛФВЭ ОИЯИ. Целью работы была разработка, создание, испытание и ввод в эксплуатацию систем диагностики и мониторинга циркулирующих и выведенных пучков ускорительного комплекса Нуклотрон. Надо сказать, что диссертацию структурно можно подразделить на три основные части, три основные работы, которые в ней описаны. Значит, первая из них – это разработка и создание детектора на основе микроканальных пластин для неразрушающей диагностики циркулирующего пучка Нуклотрона. Сюда же входит испытание данного детектора на вакуумном стенде, а также на пучках Нуклотрона и разработка программного обеспечения для on-line визуализации данных на пульте ускорителя.

Вторая основная задача, описанная в диссертации – это создание прототипа облучательного стенда для проведения прикладных исследований на выведенных пучках Нуклотрона. Сюда входит: создание системы мониторинга выведенного пучка, также создание системы дистанционного позиционирования облучаемых объектов и детекторов и разработка и применение методики проведения облучений исследуемых образцов на прототипе облучательного стенда.

И третья основная работа, описанная в диссертации, - разработка, создание и эксплуатация системы мониторинга выведенных пучков Нуклотрона для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация». Сюда также входит работа по калибровке ионизационных камер на пучках ядер углерода и дейтронов.

Также хочу добавить, что все три описанные в диссертации работы объединяет созданная система сбора, хранения и, значит, отображения данных.

Здесь представлено оглавление по диссертации. Во введении сформулирована актуальность работы. При создании любого ускорительного комплекса в мире, важнейшей задачей является разработка систем диагностики пучков. В главе 1 диссертации представлен обзор литературы по, значит, детекторам, связанным в основном с неразрушающей диагностикой пучков ускорителей. Глава 2 посвящена разработке и созданию системы диагностики циркулирующего пучка Нуклотрона на основе микроканальных пластин. Здесь, в главе, представлены результаты по испытанию данного детектора на вакуумном стенде, а также на пучках ускорителя. Третья глава посвящена разработке и созданию прототипа облучательного стенда для проведения прикладных исследований на выведенных пучках Нуклотрона. В четвертой главе представлена система мониторинга выведенного пучка для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация». В заключении приведены основные выводы по работам, описанным в диссертации. В приложении представлены оценки, связанные с работой созданных детекторов, в привязке к особенностям их эксплуатации на Нуклотроне.

На данном слайде представлена часть схемы ускорительного комплекса ЛФВЭ ОИЯИ. На схеме обозначено кольцо Нуклотрона, канал инжекции пучка в Нуклотрон,

канал вывода пучка из Нуклотрона. Также обозначен строящийся бустер, который располагается в ярме магнита синхрофазотрона. Значит... Три системы, речь о которых идет в диссертации, располагаются в следующих местах на ускорительном комплексе: система диагностики циркулирующего пучка располагается на теплом участке ускорителя; прототип облучательного стенда для проведения прикладных исследований располагается в зоне вывода пучка из ускорителя. И система диагностики пучка для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация» располагается в старом измерительном павильоне.

Далее я коротко обозначу содержание глав диссертации. В главе 1 диссертации представлены конструкции детекторов на ускорителях в мире, связанных с неразрушающей диагностикой пучков. В частности, на синхротроне SIS в GSI используется конструкция для регистрации профиля пучка с использованием микроканальных пластин, где используется электронная составляющая продуктов ионизации остаточного газа. Данная конструкция примечательна тем, что в ней используется постоянное магнитное поле, которое формируется в рабочем объеме детектора. Конструкция детектора на циклотроне У400М в ОИЯИ примечательна тем, что она создавалась для надежной и долговременной работы данного детектора в сильных радиационных полях. Авторы данной работы решили отказаться от использования микроканальных пластин ввиду их радиационного старения в сильных, значит, радиационных полях. И, значит, данная конструкция установлена на линейном ускорителе в ИЯИ РАН. Её особенностью является возможность регистрации двух профилей (горизонтального и вертикального) пучка, что достигается применением специальной конструкции электростатического анализатора.

Проанализировав наш опыт и мировой опыт по созданию детекторов неразрушающей диагностики была сформулирована задача. Поставлена задача для разработки подобного детектора для диагностики циркулирующего пучка тяжелых ионов Нуклотрона в диапазоне интенсивностей от 10^3 до 10^6 ионов, циркулирующих в вакуумной камере ускорителя. Также были, значит, сформулированы требования к детектору, а именно это работа в условиях вакуума, это, значит, требования по размерам детектора, а также сформулирован формат данных, представляемых на пульте ускорителя.

Изначально был создан прототип данного детектора, который позволял регистрировать вертикальную координату пучка, а также относительную интенсивность пучка. Тем не менее, в процессе испытания данного детектора на вакуумном стенде, а также на пучках Нуклотрона были выявлены некоторые недостатки в конструкции, после чего нами был создан новый детектор на основе микроканальных пластин, который позволял уже регистрировать горизонтальный профиль циркулирующего пучка, а также относительную интенсивность.

Электростатическая схема детектора и трехмерная модель представлены на слайде. Данный детектор также прошел испытания на вакуумном стенде и на пучках ускорителя.

На данном слайде изображена функциональная схема системы диагностики циркулирующего пучка. Детектор на основе микроканальных пластин располагается внутри вакуумной камеры ускорителя на теплом участке. Сигналы с детектора, а также сигнал изменения магнитного поля ускорителя поступают в 205-ый корпус, где регистрируются многоканальным счетчиком, специально созданным под эту задачу. Данные со счетчика сохраняются на компьютере, где происходит также визуализация информации. Компьютер используется для управления высоковольтной системой детектора. После чего, данные собираются системой Tango, принятой на ускорительном комплексе, в рамках которой происходит визуализация данных, информация о пучке, на пульте ускорителя.

Здесь представлены результаты работы созданной системы диагностики. На верхнем рисунке изображен профиль одного цикла ускорения пучка дейтронов до энергии 4 ГэВ/нуклон. На нижнем графике представлена относительная интенсивность циркулирующего пучка для того же цикла ускорения. В данном случае, весь диапазон измерения составлял семь секунд. Разрешение детектора составляет три миллиметра, что обусловлено размером ламелей, которые используются для сбора заряда с выхода микроканальных пластин. По вертикальной оси на графике профиля отложена горизонтальная координата пучка в миллиметрах. На рисунках виден момент инжекции пучка в ускоритель, после чего с ростом магнитного поля ускорителя происходит ускорение пучка, затем выход на постоянное магнитное поле и в конце, путем небольшого подъема магнитного поля, пучок выбрасывается на внутреннюю стенку вакуумной камеры ускорителя. Данный пик на графике относительной интенсивности говорит о регистрации вторичных частиц, которые образуются при взаимодействии пучка со стенкой вакуумной камеры ускорителя. Надо отметить, что детектор был испытан не только на пучках дейтронов, но и на всех пучках, которые ускорялись в период с 2011 по 2015 года на Нуклотроне, а это – дейтроны, альфа частицы, ядра углерода и ионы аргона. Также нами была изучена возможность использования данного детектора для регистрации циркулирующего пучка в однооборотном режиме. Имея в виду тот факт, что разрешающая способность детектора по времени составляет... всей системы регистрации составляет 100 нс и тот момент, что детектор способен работать без перегрузок в течение первых миллисекунд после начала измерения, оказалось возможным измерять циркулирующий пучок в однооборотном режиме. На данном слайде весь диапазон измерения составлял 500 мс, в течение которых пучок альфа частиц после инжекции в кольцо ускорителя делал 50 оборотов, которые мы зарегистрировали. Значит... Такая прерывистая структура пучка, которая хорошо

заметна на графиках, также и на графике интенсивности, говорит о том, что в процессе однооборотной инжекции пучка в кольцо Нуклотрона орбита кольца заполнялась не полностью. В данном случае однооборотная инжекция выполнялась с 50-ти процентным заполнением орбиты, что также достаточно хорошо видно нашим детектором. Частота оборотов пучка на энергии инжекции 5 МэВ/нуклон составляет 120 кГц, что также подтверждается данными, полученными с детектора. Таким образом, была показана возможность использования детектора для регистрации первых оборотов пучка в первые моменты времени после инжекции в кольцо.

Мой определяющий вклад в разработку и создание описанного детектора состоял в разработке системы высоковольтного питания детектора, в испытании детектора на вакуумном стенде, также в разработке программного обеспечения для визуализации данных на пульте ускорителя. Также я сделал вычисления поправочных функций на показания детектора для вычисления относительной интенсивности циркулирующего пучка.

В третьей главе диссертации представлена разработка и создание прототипа облучательного стенда для проведения прикладных исследований. Прототип был создан для проведения испытаний изделий электронной техники на радиационную стойкость. Радиационная стойкость компонентов электронной техники – известная проблема и в последнее время становится популярным проводить изучение стойкости компонентов при взаимодействии, значит, с пучком именно тяжелых ионов. Речь идет о единичных сбоях и отказах микросхем в процессе их облучения при попадании единичных тяжелых ионов. Значит... Также стенд предполагалось использовать для изучения... исследования влияния ионизирующих излучений на биологические объекты. Оптимальная энергия для проведения подобных экспериментов составляет несколько сотен мегаэлектронвольт на нуклон. На таких относительно невысоких энергиях существенно оказывает влияние паразитное вещество на пути пучка до облучаемого объекта. Именно этим обусловлено место для размещения прототипа, значит, стенда. Стенд расположен непосредственно за окном вывода пучка из ускорителя. Также отмечу, что в данный стенд входит, значит, система мониторинга выведенного пучка, система дистанционного позиционирования облучаемых объектов и детекторов непосредственно в ходе облучения, а также система визуализации данных о пучке.

Здесь представлена фотография зоны вывода пучка из Нуклотрона. Единицей обозначено окно вывода пучка из ускорителя. Два и три – это детекторы системы мониторинга стенда. Пучок, выходя из ускорителя, проходит через ряд детекторов и попадает на облучаемые объекты.

В качестве примера, на слайде представлены результаты измерения параметров выведенного пучка Нуклотрона. В данном случае проводились измерения... проводился вывод ионов аргона на энергии 500 МэВ/нуклон. Значит... На верхнем

графике представлен вертикальный профиль, динамический профиль, пучка, затем горизонтальный профиль пучка и интенсивность выведенного пучка. Весь диапазон измерения для одного цикла вывода в данном случае составлял две секунды... примерно две секунды. Значит... Хорошо заметная такая прерывистая структура вывода пучка является обычной для Нуклотрона. Из графиков профилей видно, что пучок в первые моменты времени после начала вывода смещался в горизонтальной плоскости, что свидетельствовало о неоптимальной настройке канала вывода.

Также, разработка данного стенда предполагала использование альтернативной методики для измерения параметров пучка, что позволило бы откалибровать детекторы системы мониторинга стенда. Для этой задачи мы использовали методику на основе ядерных фотоэмульсий, которая позволяет определить как поперечное распределение интенсивности пучка, выведенного, так и саму интенсивность. Значит... На данной фотографии представлена фотография проявленной ядерной фотоэмульсии после облучения. Черное пятно соответствует поперечному распределению пучка. А это – та же ядерная эмульсия, только под микроскопом с увеличением в 200 раз в области выведенного пучка. Значит... При прохождении ионов через фотоэмульсию, каждый ион оставляет в ней трек, которые на фотографии заметны в виде темных точек. Путем пересчета треков с ядерной фотоэмульсии можно восстановить поперечное распределение интенсивности пучка, а также саму интенсивность. В итоге, данная методика позволила нам откалибровать наши детекторы, детекторы системы мониторинга стенда, а также убедиться в их работоспособности.

Данный слайд демонстрирует синхронную работу описанного мной уже детектора диагностики циркулирующего пучка, а также системы мониторинга стенда, которая располагается на выводе. Значит... Здесь представлен один и тот же цикл ускорения пучка и вывода из ускорителя, зарегистрированный при помощи двух систем мониторинга, внутри ускорителя и снаружи.

Мой определяющий вклад в разработку прототипа облучательного стенда был привнесен в следующие работы: это разработка и испытание электротехнической части системы позиционирования образцов и детекторов стенда; разработка 16-ти канального сцинтилляционного счетчика – годоскопа – и тонких сцинтилляционных счетчиков стенда; это разработка программного обеспечения для сбора и визуализации данных о пучке, а также калибровка детекторов системы мониторинга стенда при помощи ядерных фотоэмульсий и ионизационных камер.

В четвертой главе диссертации представлена разработанная система мониторинга выведенного пучка для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация». Данная система состоит из ионизационных камер, которые используются для регистрации интенсивности выведенного пучка, а также для

регистрации положения центра тяжести пучка. Сцинтилляционные счетчики используются для определения временной структуры пучка, а также были использованы нами для калибровки ионизационных камер. Также имеется место для размещения тонких активационных образцов. Надо сказать, что коллаборация «Энергия+Трансмутация» использует активационную методику в качестве основной методики для определения интегральной интенсивности выведенного пучка на мишень. Также в систему мониторинга входит РАД'овая ионизационная камера и многопроволочная пропорциональная камера, которые используются также для определения интенсивности выведенного пучка и для поперечного распределения пучка по интенсивности. Надо сказать, что наша группа занималась лишь разработкой части данной системы, в которую входят ионизационные камеры и сцинтилляционные счетчики. За РАД'овую ионизационную и многопроволочную камеры отвечает группа наших коллег по коллаборации.

Значит... Как я уже говорил, основной методикой для измерения интенсивности пучка коллаборация использует активационную методику. Разные группы независимо друг от друга производят измерения интенсивности пучка при помощи данной методики. При этом они, значит, размещают свои относительно тонкие образцы на пути пучка до мишени. Значит... Проблема заключалась в том, что разногласия между группами, которые измеряли интенсивность, составляли 30, иногда и 40 %, тогда как теоретические предпосылки говорят о пяти – семи процентной точности данной методики. Было такое предположение, что это могло быть связано с тем, что группы, скажем так, независимо друг от друга неконтролируемым образом располагали свои образцы в самых разных местах на пути пучка до облучаемой мишени, что могло повлиять как на параметры пучка, так и на систему мониторинга. Нами был проведен следующий эксперимент: мы размещали свинцовые образцы и образцы из оргстекла разной толщины между двумя нашими ионизационными камерами и смотрели за отношением показаний двух этих камер друг к другу. Таким образом, было выявлено, что при внесении 1 г/см^2 вещества в прямой пучок происходит искажение в измерении интенсивности на уровне 10 %, что частично помогло объяснить те расхождения, которые получали группы при помощи активационной методики.

Золин Л.Н. – Если можно...

Малахов А.И. – Давайте, вопросы потом.

Золин Л.Н. – В плюс или в минус 10?

Малахов А.И. – Вопросы потом.

Кудашкин И.В. – Тем не менее, проблема оставалась открытой, и необходимо было применить какой-то альтернативный метод для измерения абсолютной интенсивности выведенного пучка. Для этой цели мы провели калибровку наших ионизационных камер при помощи сцинтилляционных счетчиков. Счетчики работали

в режиме совпадения и регистрировали каждый прошедших через них ион. Калибровка происходила на пучках углерода с энергиями 1, 2 и 4 ГэВ/нуклон. На данных графиках представлены экспериментально полученные точки, значит, калибровки камер. По горизонтальной оси отложен счет с ионизационной камеры, которую необходимо было откалибровать. По вертикальной оси – счет со сцинтилляционных счетчиков, то бишь, интенсивность пучка. Отклонение от линейной зависимости обусловлено перегрузкой сцинтилляционных счетчиков. Линейная же область на графиках, как раз и использовалась для калибровки ионизационных камер. Таким образом, удалось провести калибровку ионизационных камер с точностью 10 %, что позволило уточнить данные, полученные коллаборацией за 2012 – 2014 года.

Мой определяющий вклад в разработку системы мониторинга для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация» был внесен в абсолютную калибровку ионизационных камер. Также я принимал активное участие в обработке и анализе данных, полученных коллаборацией в период с 2012 по 2015 года.

Теперь я сформулирую положения, выносимые мной на защиту. Разработка, создание, испытание и ввод в эксплуатацию системы на основе микроканальных пластин для неразрушающей диагностики низкоинтенсивных циркулирующих пучков ускорителя Нуклотрон. Методика регистрации пространственно-временных характеристик циркулирующего пучка Нуклотрона в однооборотном режиме на первых оборотах пучка после инжекции. Разработка, создание и испытание прототипа облучательного стенда для проведения прикладных исследований на выведенных пучках Нуклотрона. Разработка, создание, испытание и ввод в эксплуатацию системы мониторинга выведенных пучков Нуклотрона для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация». И методика измерения абсолютной интенсивности пучков на основе ионизационных камер, быстрых сцинтилляционных счетчиков и ядерных фотоэмульсий.

Новизна работы: показана возможность применения детектора на основе микроканальных пластин для регистрации циркулирующего пучка в однооборотном режиме. Таким образом, созданная система диагностики пучка на основе МКП позволяет проводить настройку циркуляции низкоинтенсивных пучков Нуклотрона на первых оборотах после инжекции. Разработана и апробирована методика одновременной регистрации циркулирующего и выведенного пучков Нуклотрона в режиме реального времени при помощи созданных систем диагностики.

Практическая значимость: разработанная система диагностики циркулирующего пучка Нуклотрона позволяет настраивать циркуляцию и ускорение низкоинтенсивных пучков от момента инжекции пучка в ускоритель до вывода пучка потребителю. Разработанная и интегрированная в общую систему сбора данных Tango программное обеспечение позволяет выводить информацию с детектора на

пульт ускорителя параллельно (совместно) с другими штатными детекторами на ускорителе. Разработанный прототип облучательного стенда для проведения, значит, исследований по влиянию радиационных ионизирующих излучений на компоненты электронной техники позволил проводить облучения образцов на площади 200 на 200 мм с контролем интенсивности, пространственно-временных характеристик пучка в режиме реального времени. Созданная система мониторинга для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация» позволяет измерять абсолютную интенсивность с точностью 10 %, контролировать временную структуру выведенного пучка и регистрировать положение центра тяжести пучка с точностью 1 мм в режиме реального времени. Данная система мониторинга позволила получить новые экспериментальные данные в работах коллаборации, а также была использована для мониторинга выведенных пучков в других экспериментах, в частности, «ФАЗА», «МАРУСЯ» и на прикладных исследованиях.

Степень достоверности результатов работы: созданная система диагностики циркулирующего пучка показала свою надежную работу на протяжении восьми сеансов Нуклотрона в период с 2011 по 2015 года. Достоверность результатов абсолютного мониторинга выведенных пучков подтверждена сравнительным анализом данных, полученных на основе штатных детекторов ускорителя Нуклотрон, а также на основе методики ядерных фотоэмulsion и активационного анализа.

Апробация работы: результаты, вошедшие в диссертацию, докладывались мной на 21-ой и 22-ой международных конференциях по релятивистской ядерной физике и квантовой хромодинамике, также на 15-ой, 16-ой и 17-ой научных конференциях для молодых ученых ОИЯИ и на второй школе-конференции для молодых специалистов ОИЯИ в городе Алушта, также неоднократно обсуждались на научных семинарах в Объединенном институте ядерных исследований. По результатам работ, вошедших в диссертацию, в 2011 году мне присуждена стипендия имени академика Маркова, поощрительная стипендия имени академика Векслера для молодых ученых ЛФВЭ, также первая премия молодым ученым и специалистам ОИЯИ в 2015 году, и работы, значит, были поддержаны грантом в 2014 году. Значит... Стипендия имени академика Балдина в 2015-ом. Результаты работ, составивших основу диссертации, опубликованы в 10-ти печатных работах, три из которых изданы в реферируемых журналах по списку ВАК.

Ну, и на этом мой доклад закончен. Спасибо за внимание.

Малахов А.И. – Спасибо. Ну, вот теперь вопросы. Леонид Сергеевич, у Вас остался вопрос?

Золин Л.Н. – Да. Несвоевременно заданный вопрос... Извините. Значит, если ставится пластиночка свинца перед камерой, то это увеличивает её показания или уменьшает?

Кудашкин И.В. – Эксперимент показал, что показания увеличиваются.

Золин Л.Н. – Объяснение этому, какое?

Кудашкин И.В. – Ну, видимо, это вторичный ливень.

Золин Л.Н. – Ливень.

Кудашкин И.В. – Да.

Золин Л.Н. – Хорошо. Вот, теперь, значит вот, интересный вопрос. Вы детально занимались контролем интенсивности выведенного пучка в широком диапазоне, который сейчас доступен на ускорителе – от 1 ГэВ до 4.

Кудашкин И.В. – Да.

Золин Л.Н. – И, наверное, нет лучше данных, более надежных о том, какова эффективность вывода, чем у Вас. Потому что детальнее никто не занимался и этот вопрос всем очень интересен. Вот, какова эффективность вывода с увеличением энергии?

Кудашкин И.В. – Так как имеем систему диагностики в зоне вывода, пучка, где стенд расположен, непосредственно после окна вывода, так и систему диагностики в экспериментальном зале, то мы проводили такой эксперимент: замеряли интенсивность пучка в зоне вывода и в зале экспериментальном. Сравнивали показания, каковы были потери при прохождении этой базы, где там 30 – 35 метров. Пучок проходил через магниты и так далее. В общем, можно сказать, точное число не помню, но эти потери не существенны, они не более 10 %. Вот именно от зоны вывода до экспериментального зала.

Золин Л.Н. – Ну, это не тот ответ, потому что интересно именно, вот, первый фокус, с которым контактируют экспериментаторы – это фокус Ф-3. Обычно вот там контролируется интенсивность выведенного пучка. Вот... И если это сопоставить с тем, что измеряет система Нуклотрона – интенсивность циркулирующего пучка...

Кудашкин И.В. – То есть, внутри.

Золин Л.Н. – Да. То какова эффективность вывода? То есть в фокусе Ф-3 сколько процентов от того, что циркулирует в камере мы имеем? Вот... Мнения приходится слышать очень разные, к сожалению.

Кудашкин И.В. – Здесь дело в том, то что, основной такой момент, что при повышении энергии пучка эффективность вот этого вывода, она значительно, значит, падает. Это связано с тем, то что, вот, канал вывода, там магнит Ламбертсона, не позволяют отклонять пучок на таких больших энергиях, скажем, 4 ГэВ. Вот там эффективность достаточно невысокая, может быть, ну, я боюсь ошибиться, может быть, процентов 30.

Золин Л.Н. – Это очень важно...

Кудашкин И.В. – А на низких, относительно небольших энергиях, там, порядка ГэВ-а, ну, скажем, мы точно, чисто, привести не можем. Вот этот наш датчик, который на МКП, он измеряет только относительную интенсивность. Вот

системы на выводе, они уже меряют абсолютные интенсивности. То есть, это зависит от энергии в основном.

Золин Л.Н. – То есть, к сожалению, у Вас таких данных нет, да?

Кудашкин И.В. – Точных данных нет, некоторые только оценки были проведены.

Золин Л.Н. – Такой вопрос. Хотя Вы работали во всех сеансах, и сказать, что, ну, в одном сеансе были отклонения, не та настройка...

Кудашкин И.В. – Да, от настройки зависит, от типа пучка это будет зависеть...

Золин Л.Н. – Но во многих сеансах Вы могли оценить...

Кудашкин И.В. – От типа пучка это будет зависеть...

Малахов А.И. – Так, Евгений Денисович, пожалуйста.

Донец Е.Д. – Когда Вы используете микроканальные пластины для регистрации вторичных электронов... Продуктов ионизации, да?...

Кудашкин И.В. – Да, да...

Донец Е.Д. – То у Вас есть пределы чувствительности. Чем определяется предел чувствительности снизу? Определяется ли он вакуумом или определяется чем-то другим в Вашей системе?

Кудашкин И.В. – Этот детектор на основе микроканальных пластин регистрирует каждый ион... Ну, там, на самом деле, не совсем каждый... Где-то 90 % ионов, которые попадают на поверхность, вот этих вот, пластин... Происходит их регистрация. То есть, это нижний порог чувствительности. То есть, чувствительность всего детектора будет зависеть, конечно, от степени вакуума. Ну, вот, в данном случае вакуум у нас составлял обычно два на 10^{-6} Па, вот, именно на теплом участке ускорителя. Значит, нижний порог чувствительности для дейтронов составлял 10^5 .

Донец Е.Д. – При этом вакууме.

Кудашкин И.В. – 10^6 , при этом вакууме!

Донец Е.Д. – И второй вопрос такой: сечение ионизации этого остаточного газа, оно, естественно, зависит от энергии. Вы учитывали это как-то в Ваших экспериментах?

Кудашкин И.В. – Да... я не помню, сказал я или забыл это упомянуть. Для того, чтобы вычислить относительную интенсивность циркулирующего пучка вводятся математические поправки на измерение циркуляции – частоты оборотов пучка в кольце ускорителя с ростом энергии. А также на изменение, вот, его энергии, что сказывается в виде ионизационных потерь. То есть, да, это были, ну, теоретические оценки, то есть, вычислены функции... математически вводятся поправки. Уже данные, которые отображаются на пульте, они уже с поправками на, вот, изменение энергии в процессе ускорения.

Золин Л.Н. – Если можно, тоже, вот, про этот датчик с микроканальными пластинами. Значит, он у Вас в единственном числе стоит в камере или он расставлен

в нескольких местах? Как понимать вот этот профиль? Это профиль, скажем, на теплом участке, да?

Кудашкин И.В. – Да, вот – он, теплый участок.

Золин Л.Н. – И вот, это кривая, которую Вы назвали профилем, хотя профилем её называть трудно... Вот, покажите кривую еще раз.

Кудашкин И.В. – Это?

Золин Л.Н. – Да. Ну, собственно, это центр тяжести пучка и всё, и его ширина, но это не профиль. Поэтому Вы, может, тут неудачно...

Кудашкин И.В. – Нет, это профиль пучка в горизонтальной плоскости, динамический профиль по времени.

Золин Л.Н. – Нет, профиль – это пространственное...

Тяпкин И.А. – Координата. Там написано-то правильно...

Фещенко А.В. – Нет, если можно... я читал этот текст... я скажу. Дело в том, речь идет, все-таки, не просто о линии, а именно о ширине линии, там... о цвете этой линии... Если бы она цветная была, то было бы видно, что это профиль.

Кудашкин И.В. – Да, черно-белые тона. Может быть, плохо видно тут... Менее светлые (более темные), значит, участки говорят о счете с детектора.

Тяпкин И.А. – Нет, я про то, как эта кривая получена. То есть, каждое измерение дает координату пучка...

Кудашкин И.В. – Нет, не координату. Каждое измерение дает профиль пучка.

Фещенко А.В. – Распределение.

Тяпкин И.А. – Профиль – это много точек сразу.

Кудашкин И.В. – Тут их много. Вот одна точка, вот вторая точка, третья, четвертая – это каналы.

Тяпкин И.А. – А! Ну, а что тогда не увеличили, чтобы видно было? Понятно... всё понятно, это действительно профиль... всё.

Золин Л.Н. – Так... если Вас попросить нарисовать профиль по этой вот картинке, то Вы его не нарисуете.

Кудашкин И.В. – Вот, был профиль пучка, я сюда его вывел. Например, вот другой пучок – дейтроны два ГэВа. Только картинка уже цветная. Как бы, более отчетливо видно. Скажем, красный цвет, в черный переходящий, это более высокая интенсивность счета. Синие цвета – это низкие интенсивности счета...

Золин Л.Н. – Нет, ну, тут хорошо. Но в подписи к рисунку надо это объяснить.

Малахов А.И. – Так... мы получили ответ, да? Давайте еще, какие вопросы...

Золин Л.Н. – Вот... теперь, нет... теперь у Вас было сказано, что в режиме одного оборота Вы можете что-то снимать. Но если у Вас есть одна точка, то что Вы можете сказать?

Кудашкин И.В. – А что имеется в виду под одной точкой? Скажем, вот здесь всё время измерения составляло 500 мкс. Значит, за эти 500 мкс мы сняли 1024 вот

таких профиля. Вот, значит, это разделим на 1000 отрезков. В каждом из них снимается профиль пучка. И получается вот такая вот структура вывода... то есть циркуляции.

Золин Л.Н. – К сожалению, Вы только на одной координате профиль фиксируете. Там, где расположен датчик.

Кудашкин И.В. – Да. У нас конструкция такова, что регистрирует именно горизонтальный профиль пучка.

Тяпкин И.А. – Нет, ну, конечно, замечательно было бы попробовать расставить с шагом полметра.

Малахов А.И. – Дискуссия будет потом, давайте вопросы. Еще есть? Не видно, да?

Золин Л.Н. – Нет, вопросы еще можно задать. Вот, значит...

Балдин А.А. – У нас есть специализированные семинары на ускорительном комплексе и с ответами на Ваши вопросы... Есть эти семинары.

Батюня Б.В. – Ну, скажем, от физика, который не очень занимается профилем... Значит, Вы... я так понимаю, что у Вас детекторы экспериментальные пока, да? Потому что Вы говорили о штатных, потом о Ваших, и я так понимаю, что Ваши должны как-то стать штатными в конечном итоге, да?

Кудашкин И.В. – Вообще то да, как-бы планируется, но по состоянию дел на сегодняшний момент, это мог бы Антон Александрович добавить, как там сейчас... вот, будут они как штатные или... Он обсуждает это с ускорительщиками. Антон Александрович контактирует с ними, обсуждает такие вопросы...

Батюня Б.В. – Просто, параметры, как я понимаю из вопроса, Ваши детекторы имеют выше.

Кудашкин И.В. – Ну, скажем, пока что, полноценно, вот, именно в такой штатный режим они еще не введены. Антон Александрович, да?

Балдин А.А. – Мне можно ответить, нельзя?

Малахов А.И. – Нет. Отвечает соискатель. Без помощи. Вы сможете потом добавить.

Кудашкин И.В. – Полноценно они пока не введены. Планируется доработка и изготовление новых детекторов и для ускорителя на НИКе, бустера, вот. Ну, я думаю, там они уже будут, действительно, как штатные детекторы. Но, тем не менее, информация с этих детекторов, она постоянно присутствует у них, как говорится, перед глазами на пульте ускорителя.

Малахов А.И. – Так, ну, вопрос понятен.

Золин Л.Н. – Нет, на вопросах экономить не надо, если они есть, то вправе...

Малахов А.И. – Пожалуйста, вопросы любой может задавать.

Золин Л.Н. – У Вас написано здесь, что Ваша система мониторинга на облучательном стенде позволяет также определять состав выведенного пучка. Вот... эта фраза как расширяется? Состав выведенного пучка.

Кудашкин И.В. – Я здесь, да, не упомянул. Значит, у нас был, нами был создан детектор – толстый сцинтилляционный счетчик, который позволял измерять амплитудный спектр сигналов при прохождении ионов через этот сцинтиллятор. По амплитудному спектру в принципе можно судить о ионизации, которая там была оставлена, в этом счетчики, в сцинтилляторе, какой энергии были, значит, эти частицы и сорт этих частиц. То есть там достаточно сложно, это надо восстанавливать картину. Но, в принципе, это возможно сделать.

Золин Л.Н. – Разве там могут циркулировать частицы разного сорта?

Кудашкин И.В. – Нет, это на выводе, не циркуляция. Мы сейчас про вывод говорим. Состав газа... ой... то есть пучка, извините, это на выводе мы измеряем.

Малахов А.И. – Так, хорошо, еще вопрос.

Донец Е.Д. – Я мог бы предположить, что в Нуклотроне каждый раз вакуум, он не только по величине различный, но и по составу. То есть, Вы перед каждым сеансом или во время сеанса делали поправку на разный состав газа и соответственно различные сечения ионизации и прочее?

Кудашкин И.В. – То, что Вы говорите необходимо делать в том случае если мы хотим выйти на абсолютные показатели, на абсолютные значения интенсивности. А для вычисления относительных интенсивностей мы принимаем, что состав и уровень вакуума в течение сеанса, он примерно постоянный в течение сеанса. Если сделать такое предположение, то этого нам достаточно для вычисления относительной интенсивности пучка. Если мы хотим выйти на абсолютные значения, то да, там уже теоретические расчеты по ионизации, там... состав газа...

Донец Е.Д. – Состав газа... Если Вы делаете поправку на сечение ионизации с увеличением энергии, то Вы должны учитывать, какой состав газа. Потому что для разных газов, это же разное...

Кудашкин И.В. – А! Я понял, да, да, да. Но это все опять же расчеты, которые приведены в приложении. Это учитывается. Там, значит, у нас молекулярный водород большую часть составляет в остаточном газе. Основной вклад, значит, в процесс ионизации дает именно водород. Я не помню точно число, ну, по-моему, порядка 70-ти процентов. Есть еще, значит, азот, по-моему, да?... Точно я не помню, азот или еще какое-то вещество. Это учитывается, да. При вычислении поправки относительной интенсивности учитывается, да, соотношение газов, оно учитывается. Но каждый раз мы это соотношение не мерим. Оно когда-то было измерено вакуумщиками. Мы получили от них данные...

Тяпкин И.А. – То есть, есть систематическая ошибка.

Кудашкин И.В. – Данные, да, получили о составе газа, значит, и их используем.

Золин Л.Н. – Если можно, этот вопрос уточнить.

Малахов А.И. – Уточняйте.

Золин Л.Н. – Значит, а вот изменение газового состава в течение одного цикла ускорения, скажем, известно, что есть потери на начальной стадии, которые срывают, скажем, газ, абсорбированный на стенках. Скажем, у Вас, просто, импульс, вот, в течение одного цикла может меняться вакуум в ускорителе, тогда чувствительность Вашего детектора она плавающая будет. Она в начале цикла одна, в конце цикла – другая. Вот такой вопрос возникал ли? И каков ответ?

Кудашкин И.В. – Вы имеете в виду зависимость уровня вакуума в течение цикла ускорения?

Золин Л.Н. – Да.

Кудашкин И.В. – Нет, это мы никак не учитываем.

Золин Л.Н. – То есть... Ну, есть такие опасения или у Вас их нет по каким-то там дополнительным показаниям?

Кудашкин И.В. – Не знаю. В вакуумной технике я не столь силен, какие там происходят процессы. Мы принимаем, что давление у нас, значит, в течение цикла ускорения постоянно.

Золин Л.Н. – Еще можно вопрос?

Малахов А.И. – Пожалуйста.

Золин Л.Н. – Значит, вот, Вы способны с точностью 10 % на площадке 20 на 20 сантиметров обеспечить однородность облучения. Да?

Кудашкин И.В. – Да.

Золин Л.Н. – Так, это следует. Вот, сколько процедура такого облучения с обеспечением однородности на такой площади у Вас занимает времени? И какие собственно Вы бины при этом задаете? Скажем, их можно разбить по сантиметру квадратному, можно, скажем, площадками 5 на 5 сантиметров, эти Ваши 20 сантиметров...

Кудашкин И.В. – Да, есть в однородности фактор гранулярности, на котором мы рассматриваем однородность...

Золин Л.Н. – Да, но не только гранулярности, но и интенсивности и времени, потому что точность 10 % обеспечить...

Кудашкин И.В. – Да, время зависит от того, какую интенсивность нам надо накопить для облучения. А также это зависит от, в частности, скорости перемещения образцов. Да, ну, значит, мы проводили измерения, значит, для разных вот этих микросхем, которые вставлялись в пучок. Ну, порядка, по-моему, минут 40 – час у нас одно измерение было, после чего микросхема менялась... Да? И там производили её позиционирование в процессе облучения.

Золин Л.Н. – Хорошо. Вот, Вы за час управились с этим заданием, которое, скажем, пользователи Вам дали.

Кудашкин И.В. – Да. Для одной микросхемы, да.

Золин Л.Н. – За час Вы это сделали, да? Значит, у Вас был какой-то контрольный опыт подтверждения, что однородность укладывается в эти пределы? Ну, скажем, активационным методом. Вы могли, скажем, подложить соответствующие, там, квадратики алюминиевой фольги, и потом перемерить, и сказать: «Да, мы вам дали точно, вот, как в процессе облучения было задано, так как это подтверждено потом активацией...».

Кудашкин И.В. – Знаете, вообще, вот, по параметрам однородности, как однородность облучения по времени и пространственная однородность, по этим параметрам, вообще возникали сомнения, потому что, вот, у заказчика были достаточно специфические требования к этим параметрам. И были сомнения вообще о возможности проведения таких вот экспериментов в наших условиях, значит, на Нуклотроне. Но, что мы применяли? Мы применяли: во-первых – это ядерные фотоэмульсии, которые мы вешали в пучок, потом происходило смещение ядерных фотоэмульсий в процессе их облучения... Да? Проявка. Но проявка в процессе уже off-line – потом. И что мы еще делали – это пластины, такие фотографии Полароид, вешали в пучок, они проявлялись сразу. То есть мы зашли на кольцо, повесили, значит, подвигали фотографию в процессе облучения, потом открыли, сразу проявили её на месте и посмотрели: как у нас располагается? Куда бьет пучок? Точно ли он попадает, куда мы ожидаем? В те ли места? Такие контрольные замеры, они проводились перед каждым облучением микросхем.

Золин Л.Н. – То есть гарантий Вы не давали?

Кудашкин И.В. – Нет, гарантий мы не давали.

Золин Л.Н. – Ну, я полагаю, скажем, такой вот... вот, там, его привезли, скажем, какие-то биологические структуры, размазали вот на такой площади, и сказали – «Вот облучите равномерно», а там посажены какие-то бактерии разного типа, вот... и Вы даете им гарантию, что 10 %, каждый вид получил такую-то дозу... Вот, Вы можете это гарантировать или нет? Потому что, если Вы не проверили таким дублирующим, вот, надежным методом, как скажем активацией или фотоэмульсией, Вам трудно вот эту цифру 10 гарантировать, если Вы даже ни разу не проверили.

Кудашкин И.В. – Это да, сложно гарантировать, так как это зависит от ширины пучка, который выводится, от умения, навыка, как умеют настраивать пучок, значит, собственно, на пульте ускорителя, от этого сильно зависит. Ну, конечно, такую точную гарантию, что мы можем равномерно облучить с точностью 10 процентов... Опять же это зависит от энергии пучка на которой выводим, от сорта частиц. То есть тут много факторов, которые могут повлиять, чтобы сказать, что мы сможем так сделать или мы не сможем это сделать. Это такой вопрос сложный.

Малахов А.И. – Так, ну хорошо. Еще не исчерпали вопросы?

Золин Л.Н. – Такой вопрос, возможно, к Вам не имеющий отношения. Раньше, когда нам нужны были какие-то вот, как Вы говорите, позиционирующие устройства, у нас были большие мастерские и довольно быстро делали. Шли к конструктору, он набрасывал схему, делали нам перемещаемый столик. Сейчас это стало почти непосильным делом. Когда Вы сейчас оборудуете вот такое место с двухкоординатным перемещением, Вы покупаете что-то готовое или все-таки сами запускаете этот процесс, там, КБ, мастерские, Вы контролируете? как решали эти задачи?

Кудашкин И.В. – Механической частью системы позиционирования занимался Федоров Андрей. Ну, конечно, мы проводили некоторые закупки, скажем, вот эти оси, которые вращают шаговые двигатели, мы сами не изготавливали, они, конечно, были куплены, но некоторые детали, они вытачивались непосредственно у нас... на той площадке... они изготавливались. То есть, частично это были закупки и частично, вот, какое-то свое изготовление.

Малахов А.И. – Так, ну хорошо. Я вижу, уже технические детали уточнили. Давайте остановимся. Что-то еще можно будет на дискуссии обсудить, поэтому давайте мы будем двигаться дальше. По регламенту мы можем предоставить, слово научному руководителю, пожалуйста, Антон Александрович.

Балдин А.А. – Отзыв я написал и повторять его не буду, он положительный. Я хотел сказать следующее, что, принимая во внимание такие очевидные издержки современного образования, что молодые люди с трудом осваивают такие элементы экспериментальной физики, как паять, сверлить, что-то делать руками, вот, мы получили, как говорится, значит, Ивана Васильевича, когда он мало что умел делать руками, но очень стремился этому научиться, и погрузили его, будучи, когда он аспирантом был в 2010 году, в сразу все задачи, которые выполнялись как в коллаборации «МАРУСЯ», на установке «МАРУСЯ», эти результаты не вошли в диссертацию, но он внес туда существенный вклад, также в эксперименты по разработке и созданию системы мониторинга для экспериментов «Энергия+Трансмутация» и как одно из основных целей, вот, задачу создания датчика на основе микроканальных пластин. И я должен сказать, что он очень здорово вырос на всех этих задачах и если говорить об облучательном стенде, то вклад его значительно больше, чем он обозначил в своей диссертации. Он полностью фактически создал систему позиционирования и перемещения, и программное обеспечение, и калибровку всех этих систем с проверкой и на пучках. То есть, вклад очень существенный. Также, что касается вспомогательных детекторов, о которых очень мало было сказано, это, вот, контроль по составу пучка... Я отвечу на этот вопрос. Дело в том, что у нас, как-бы, две системы, одна система замещает тот образец, который будет облучаться, и в нем мы, собственно говоря, проверяем, что

амплитуда импульсов в сцинтилляторе и так далее, соответствуют тем изотопам... ой, тем частицам, которые в пучке, потом он убирается и дистанционно в это же место перемещается образец. Вот эта вот методика вся, в неё вклад очень существенный внес Иван Васильевич. И еще я бы хотел сказать, что мы его погрузили не только в эти области, где он очень хорошо себя проявил и самостоятельность проявил и обучаемость, но он также освоил активационный анализ полностью, вот, на детекторах, которые из чистого германия. Поэтому, все контрольные вспомогательные измерения он проводил сам, вот, поэтому, когда мы занимались калибровками абсолютных величин, которые дают нам ионизационные камеры, вот эти все вещи очень серьезногодились, то есть, он сам это все делал. Поэтому, заканчивая, я хочу сказать, что он абсолютно созрел для того, чтобы быть кандидатом технических наук и очень большой вклад внес во все вот те вещи и даже, большую часть, которые не вошли в диссертацию. Спасибо.

Малахов А.И. – Спасибо, Антон Александрович. Валентин Александрович нас познакомит сейчас с заключением организации и с теми документами, которые есть. Отзыв ведущей организации и так далее. Пожалуйста.

Арефьев В.А. – зачитывает заключение научно-технического совета в Лаборатории физики высоких энергий Объединенного института ядерных исследований (заключение прилагается) и отзыв ведущей организации - НИЦ Курчатовский институт Государственный научный центр Институт теоретической и экспериментальной физики (заключение прилагается) сообщает, что дополнительных отзывов на диссертацию и автореферат не поступало.

Малахов А.И. – Замечаний в отзывах не содержится?

Арефьев В.А. – Нет.

Малахов А.И. – Хорошо, спасибо. Переходим к отзывам официальных оппонентов. Положено сначала заслушать отзыв отсутствующего оппонента.

Арефьев В.А. – зачитывает отзыв официального оппонента, кандидата технических наук, директора АО Институт физико-технических проблем Государственной корпорации Росатом, Федоркова Виктора Георгиевича (отзыв прилагается).

Малахов А.И. – Так, спасибо.

Кудашкин И.В. – Ответить на вопросы?

Малахов А.И. – Хотите сейчас, можете потом.

Кудашкин И.В. – Да, я лучше сразу отвечу.

Малахов А.И. – Давайте.

Кудашкин И.В. – Первое замечание, которое действительно бросается в глаза – это то, что не были освещены, те методы, которые мы использовали для диагностики выведенного пучка, а именно, мы применяли сцинтилляционные детекторы, применяли ионизационные камеры, ядерные фотоэмульсии. Таким

образом, методов получилось достаточное количество и всех их в нужной степени полно осветить в диссертации... Мы не стали это делать, потому что сделали упор на основную работу, основное достижение, это разработка диагностики циркулирующего пучка Нуклотрона и поэтому по данному типу детекторов мы провели достаточно подробный, обзор литературы, просто ограничились таким приведением. Действительно, методов было много и всех их освещать... мы не стали этого делать, упор сделали на циркулирующий пучок.

Так, потом было замечание по поводу облучательного стенда в том, что не были приведены ссылки в должной степени по экспериментам по радиационной стойкости компонентов электронной техники. Тут дело в том, что организация-заказчик, филиал Роскосмоса, которая сделала заказ на проведение подобных экспериментов, выставила достаточно специфические требования по параметрам пучка, и не было точной уверенности, сможем ли мы все эти требования удовлетворить. Информация о сбоях микросхем в процессе облучения тяжелыми ионами, относительно тяжелыми ионами, вот эта информация нам не была предоставлена. Соответственно, мы не занимались этой тематикой вплотную. Нашей задачей было разработать стенд, облучательный стенд, для таких экспериментов. Поэтому, мы лишь вкратце осветили такую проблему, тематику, что действительно это востребовано – изучение радиационной стойкости микросхем, но лично мы этим не занимались, данных у нас таких не было.

Еще было замечание... Было непонятно из диссертации, проводились ли всё-таки облучения самих микросхем, непосредственно. Действительно, там точно не сказано, так как данных нет, приводить нечего, то есть, сказано, что были проведены тестовые облучения, так вот сказано в диссертации. Действительно, тестовые облучения были проведены, которые в какой-то мере показали нам вообще возможность проведения этих экспериментов. Основная наша задача была в создании прототипа стенда, то есть показать, возможно ли выполнить их условиях.

Арефьев В.А. – По «Энергии+Трансмутации». Не приведены сравнительные характеристики результатов мониторинга.

Кудашкин И.В. – Что касается системы мониторинга на выводе для коллаборации «Энергия+Трансмутация». Нашей задачей было создание части этой системы. Использовались также РАДовая ионизационная камера и многопроволочная пропорциональная камера. Действительно, данные сравнительные по работам этих детекторов в диссертации не приведены, но мы указали ссылку, в которой в письмах ЭЧАЯ опубликована работа, совместно с нашими коллегами по коллаборации, которые как раз и отвечают за эти детекторы, РАДовую камеру и пропорциональную. В этой работе приведены эти сравнения по показаниям наших детекторов и их детекторов. То есть, там приведена ссылка. Мы такого сравнения в диссертации не обозначили.

Малахов А.И. –Спасибо. А теперь, значит, у нас на очереди отзыв второго оппонента. Александр Владимирович Фещенко, доктор физ.-мат. наук, зам. директора по научной работе Института ядерных исследований РАН. Пожалуйста.

Фещенко А.В. – Ну, я хотел бы отметить следующее Работы, посвященные диагностики, они будут актуальны всегда. Вот, сколько существуют ускорители, столько будут существовать проблемы диагностики. Связано это с тем, что, значит, нужно повышать точности, нужно менять интенсивности, нужно, так сказать, менять тип частиц, то вопросы диагностики, они будут актуальны всегда. В чем, так сказать, особенность данной работы? Особенность данной работы в том, что измерения производятся в некотором промежуточном диапазоне по интенсивностям частиц. Вот, обычно в ускорителях для снятия информации о параметрах пучка используется электромагнитное поле пучка, но это работает, как правило, только лишь при больших интенсивностях. Значит, если у вас интенсивности маленькие, очень маленькие, то вы можете, так сказать, там, регистрировать сцинтилляционными счетчиками, грубо говоря, считать эти частицы. Там тоже эта задача решается. Но есть некий промежуточный диапазон, которому посвящена эта диссертация, этот диапазон указан в диссертации – это для однозарядных ионов, по-моему, 10^8 и поменьше, а для многозарядных это... этот диапазон, так сказать, чуть-чуть пониже... ну, причем, это зависит от типа ионов... То есть, и этот диапазон, он востребован, как автор сказал, т, уже в настоящее время. Он существует этот диапазон на ускорителе и ускоритель работает с такими интенсивностями, и он востребован также потому, что NICA грядет, и там тоже будет ускоряться тяжелые ионы с подобного рода интенсивностями, там тоже будет существовать эта проблема. И, вот, то, что в диссертации решается эта задача, это, я считаю, что это очень и очень важно. Более того, я хочу сказать... подчеркнуть, что решается... ну, это касается, конечно, первого Вашего, так сказать, раздела решается задача невозможной диагностики. Не просто диагностики, а именно мониторинга пучка, когда у вас, так сказать, процесс измерения, он не ухудшает параметры пучка. Но это, повторяю, вот, касается только первой части, ионизационного датчика. И здесь я хотел бы отметить следующее: что, автор решает эти задачи... диссертация эта технических наук, то есть он не ставит своей задачей разработку каких-то методов, там, так сказать, физических измерений, то есть он использует... он использует в принципе достаточно хорошо известные, и где-то там примененные уже в других лабораториях, методы. Первая глава у него, она посвящена, обзору литературы, анализу существующих методов... Но, что я должен сказать, что в основном эта глава посвящена, вот, именно вот этому первому разделу его диссертации, значит. Второй и третий раздел – это, значит, вот этот вот стенд и также эксперимент «Энергия+Трансмутация», там такого обзора литературы нет. То есть, весь обзор, он посвящен вот этому ионизационному датчику. Ну, хорошо, всё равно, вот, он, значит выбрал... была поставлена задача... он выбрал,

так сказать, вот, сделал анализ, выбрал, так сказать, методы решения этой задачи, и дальше я хотел подчеркнуть, что, вот, он решил эту задачу, он, вообще говоря, создал целый комплекс. То есть, был сделан датчик, ну, может быть, не полностью им, конечно, он говорит свою роль, так сказать, но была сделана соответствующая электроника, была сделана система контроля, была сделана система представления информации, было все это испытано и, я хочу сказать, что все это, самое важное, что мне кажется, испытано все в комплексе и показало эту самосогласованность между собой, но, плюс ко всему, он подтвердил то, что вот эти вот датчики его, они работают, так сказать, вот – конечно, в том диапазоне, в котором это возможно, здесь пересечение диапазонов – со стандартной диагностикой, которая есть на Нуклотроне и он подтвердил, что там согласие результатов замечательное.

Я не хочу сейчас описывать содержание, тут у меня в отзыве написано, из чего состоит диссертация, сколько в ней страниц, какие главы, что в главах, я не хочу это описывать, я перейду к недостаткам. Ну, недостатки безусловно есть, значит, я, вынужден их отметить. Первый недостаток, который, я хотел бы отметить, это то, что, вот, как раз при описании системы диагностики облучательного стенда нет сравнения, вообще говоря, а что же есть на других ускорителях, поскольку, в принципе, такие облучательные стенды есть, на многих ускорителях, может быть, при других энергиях, там, при других частиц, но в принципе все это, так сказать, не в единичном экземпляре существует в мире, и неплохо бы было бы, конечно, дать какие-то ссылки на литературу и провести какое-то сравнение.

Второе замечание, которое отмечаю. Он проводит некий анализ точности пространственного положения пучка, но при этом, как-то не очень четко формулирует те физические ограничения, причины, которые приводят к ограничениям точности измерения. В частности указано, что точность измерения положения центра тяжести зависит от точности позиционирования центра камеры. То есть, есть такая фраза на странице 66 – 67, рисунки там соответствующие. Мне кажется, что все-таки не только это, есть какие-то другие причины, которые эти вещи ограничивают.

Меня тоже удивила еще такая вещь. На странице 67 при описании результатов калибровки детекторов по альфа частицам, то есть, вот у него есть альфа частица, которая летит, попадает на детектор, там от каждой частички виден импульс и, значит, есть такая фраза «длительность переднего фронта не зависит от напряжения и составляет менее одной наносекунды» вот этого импульса, «что обеспечивает временное разрешение шевронной сборки МКП на уровне 100 пс». Что-то я как-то не могу понять этого дела. Здесь наблюдаем наносекунды, откуда там 100 пс?

Теперь, есть у меня замечания по терминологии, которые в вопросах как-то были затронуты. На странице 55 и подписи к рисунку 3.13 двумерное поперечное распределение интенсивности – то есть вот эта вот картинка двумерная, X, Y и

цветами интенсивность – значит, называется профилем. Хотя известно, что такое профиль – это проекция на одну из осей. Но, кстати, я хотел отметить, что в докладе он исправился. Я тешу себя мыслями, что может быть прочитал мое замечание... или сам заметил.

И последнее замечание, которое я бы хотел сделать... Я слышал такое высказывание, что оппонент делает подобного рода замечания, чтобы показать, что он читал диссертацию. Но я, тем не менее, не могу не отметить, что существует достаточно много различного рода описок. Вот я смотрю, вот, даже на этот слайд – «Система диагностикА циркулирующего пучка»... Вот такие вот вещи, например, такие курьёзы, например, вместо Швеции написано «Шведции», вместо коллайдера RHIC – «RICH», ну и в общем я хочу сказать внимательнее надо в дальнейшем относиться к собственным текстам и смотреть на них уже более свежим взглядом.

Констатирующую часть я просто-напросто, зачитаю. «Тем не менее отмеченные замечания отнюдь не умаляют значение диссертационной работы и не влияют на основные выводы. Оценивая диссертацию в целом, можно утверждать, что автор овладел методами создания и эксплуатации разнообразных систем диагностики как внутренних, так и выведенных пучков ускорителя, что подтверждает его высокую научную квалификацию. Диссертационная работа представляет собой законченное научно-техническое исследование и имеет большое значение для развития диагностики пучков ускорителя. Основные положения и выводы, сформулированные в диссертации, достаточно обоснованы и достоверны, что подтверждается успешной работой разработанных систем в сеансах Нуклотрона, а также хорошим совпадением результатов измерения с аналогичными результатами, полученными с помощью других детекторов. Результаты диссертационной работы представлены в 10-ти печатных работах, три из которых опубликованы в рецензируемых журналах по списку ВАК. Результаты докладывались автором на международных конференциях, конференциях молодых ученых ОИЯИ, научных семинарах ОИЯИ». Вот... И здесь я подчеркиваю, что «Основные положения диссертации были также доложены автором на научном семинаре отдела ускорительного комплекса Института ядерных исследований РАН в декабре 2015 года и получили положительную оценку». То есть он сделал у нас семинар, мы его пригласили. «Автореферат соответствует содержанию диссертации. Таким образом, диссертационная работа отвечает критериям положения о порядке присуждения ученых степеней, а её автор, Кудашкин Иван Васильевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики». Всё.

Малахов А.И. – Так, спасибо большое Александр Владимирович. Можете присесть. Так, Иван Васильевич отвечает...

Кудашкин И.В. –Первое замечание было по поводу...

Арефьев В.А. – Другие стенды.

Кудашкин И.В. – Про обзор других стендов на ускорителях в мире. Да, конечно, это правильное замечание, то что не было такого обзора, анализа произведено не было в диссертации. Как я уже говорил, значит, у нас задача состояла в том, чтобы создать некоторый прототип облучательного стенда. То есть это не какая-то законченная, готовая уже установка, которая стационарно работала на выводе, а это некий прототип, целью которого было лишь подтвердить, либо опровергнуть тот момент – возможно ли вообще проведение таких экспериментов на пучках Нуклотрона на выводе в данных условиях или это невозможно. В принципе для того, чтобы подтвердить или понять вот это вот «да» или «нет», скажем так, было достаточно сделать некий прототип, не углубляться туда преждевременно, проводить такие глубокие анализы таких стендов. Если мы подтверждаем, что мы готовы такие эксперименты проводить, тогда уже конечно – да. Создается полноценный стенд, проводится анализ, учитываем какие-то преимущества, недостатки тех или иных методов. Наша задача на этом этапе было проще. Именно поэтому такой анализ не был произведен.

Кудашкин И.В. – Ограничения системы мониторинга для экспериментов коллаборации «Энергия+Трансмутация». Именно ограничения на точность измерения положения центра тяжести выведенного пучка при помощи секционированных ионизационных камер. Мы использовали секционированные ионизационные камеры, которые имеют две секции, разделенные по центру, для горизонтальной плоскости и две секции – для вертикальной. По соотношению показаний этих секций можно определить положение центра пучка, имея некоторые предположения. Во-первых, мы предполагаем, что пучок имеет Гауссово распределение. Но также в диссертации сказано, что точность измерения центра тяжести по соотношению сторон, она будет зависеть от того, насколько пучок проходит далеко от центра камеры. То есть, это вносит некоторую статистическую, просто, погрешность на, счет одной из половинок, она будет мало считать, статистика будет хуже, соответственно точность тоже хуже. Еще может влиять на точность ширина самого пучка. От ширины пучка также будет зависеть точность данного измерения. Более подробно оценки точностей измерений приведены как раз в той публикации, которую я уже упоминал, это работа по мониторингу выведенного пучка для коллаборации «Энергия+Трансмутация». В той работе подробно эти оценки точности приведены.

Так, было некоторое замечание... Скажем так, не замечание, а вопрос по фразе, что длительность переднего фронта сигнала с МКП датчика не зависит от напряжения питания микроканальных пластин и длительность переднего фронта составляет порядка одной наносекунды, что обеспечивает разрешение шевронной сборки из двух пластин на уровне 100 пс. Ну тут, просто, речь идет о чем...? Мы имеем некий передний фронт сигнала. Вот такой спадающий он, отрицательный... И

привязываемся к 10 % от уровня амплитуды. То есть, сигнал – 100 мВ, мы привязываемся к точке 10 мВ и условно принимаем этот момент за приход иона на поверхность микроканальных пластин. Значит, если вот так для каждого сигнала взять такую привязку 10 % от амплитуды, вот это время, то относительно друг друга действительно можно иметь разрешение на уровне 100 пс, в принципе даже и лучше, есть такие публикации, где путем математического анализа восстановление функции переднего фронта, может дать даже более высокую точность восстановления момента прихода иона. Мы такую математическую аппроксимацию не делали, мы лишь привязывались к уровню 10 %.

Что касается терминологии. Да, действительно, есть там такое некоторое упущение, что вот эту вот двухмерную картинку профиля пучка... Вот эту вот... она в диссертации, нижняя картинка, она называется двухмерным профилем. Ну, действительно, конечно, да, профиль – это проекция данного, значит, распределения на одну из осей, либо на вертикальную в данном случае, либо на горизонтальную... Да, некоторое упущение, которое мы, конечно, приняли к замечанию... В будущем учтем.

Ну, и, конечно, да, ряд описок... Да, бывают, конечно, описки встречаются, но... старался я писать, как, как говорить, как можно точнее, без опечаток, но, да, они присутствуют, это такие досадные ошибки, они встречаются, действительно.

Малахов А.И. – Так, понятно. Всё. Ну что, теперь объявляется дискуссия свободная. Все желающие, не только члены совета могут выступить и сказать всё, что они хотят сказать. Так, пожалуйста. Юрий Анатольевич, пожалуйста.

Панебратцев Ю.А. – Я хочу сказать, что мне очень понравилась и сама диссертация, и как уважаемый диссертант докладывал результаты, как он участвовал в процессе защиты и отвечал на вопросы и у меня нет никаких сомнений, что ученый совет поддержит его и присудит ему степень кандидата технических наук. Но меня немножко удивило вот что. Они, значит, сделали какую-то совершенно замечательную вещь, они увидели, вот, структуру пучка временную, они увидели какие-то пространственные характеристики, они увидели, так сказать, те параметры, которые позволяют, так сказать, облучать какие-то образцы. То есть, это всё то, что делает Нуклотрон, так сказать, с одной стороны конкурентоспособным, с другой стороны, так сказать, ну, и какое-то дальнейшее развитие, и эти данные необходимы будут и дальше при сооружении коллайдера, я уверен. Но, вот, почему-то... значит, ну, наверняка там были всякие семинары и т.д., но, вот, судя по вопросам Леонида Сергеевича и Игоря Денисовича, что, вот, наша даже ведущая физическая общественность как-то не в курсе. Они нам открыли эту возможность увидеть, и у нас появилась масса вопросов. Поэтому я думаю, что диссертант должен подумать над всеми теми вопросами, которые здесь были, они очень важны для нашего ускорительного комплекса, и подготовить, ну, если не обзор, то может быть, так

сказать, для сайта НИКи какую-то страничку, где рассказано о характеристиках пучка, о возможностях, так сказать, облучения разных образцов, и чтобы люди знали, да...? вот, что происходит и когда Вы будете готовить этот обзор, хорошо, чтобы Вы ответили на те вопросы, которые Вам сегодня задавали. Вот, у меня такое предложение.

Малахов А.И. – Спасибо. Так, еще какие-то есть выступления? Так, ну, пока думайте, я Вам два слова скажу. Ну, то, что, конечно, эта задача очень актуальна мы это видели по той ситуации, когда мы задавали вопросы. Действительно, много было вопросов, связанных с работой ускорителя, настройкой вывода пучка, действительно, это очень важно для экспериментаторов для наших, конечно, эта работа очень нужная, очень важная, актуальная, здесь сомнений нет никаких, вот. Ну, и все остальное тут в общем тоже... и оппоненты сказали, и Юрий Анатольевич сказал... Но у меня всё-таки замечание одно есть. Может быть, это даже замечание больше к научному руководителю... Я, так, полистал диссертацию и вдоль, и поперек, но не нашел, всё-таки, того, что, всё-таки... что положено было бы сделать, учитывая также, что, вот, Антон Александрович, когда выступал, говорил, что человек пришел, многое не умел, его научили всему, но ни одной благодарности здесь, вот, никому нет. Здесь даже есть чистый лист, куда можно было бы записать, место есть, вот, но вот этого здесь я не нашел. Мне кажется, что это к Антону Александровичу...

Балдин А.А. – Правильно. Позвольте я отвечу?

Малахов А.И. – Ну, это дискуссия, сейчас скажите.

Балдин А.А. – Вы дадите то ему слово сказать?

Малахов А.И. – Обязательно. Заключительное слово обязательно дадим. Но здесь-то не написано. Он скажет сейчас, наверно, да. Но написать надо было.

Балдин А.А. – Да, это – упущение.

Малахов А.И. – Всё-таки вы проглядели... Вот, и благодарности, кто его обучал, кто помогал... тут и ускорительщики задействованы... Вот это, мне кажется, недоработка небольшая. Ну, в остальном всё, по-моему, хорошо. Конечно, я думаю, что мы будем голосовать положительно. Так, пожалуйста, Антон Александрович, Вы хотели, да?

Балдин А.А. – В связи с выступлением Юрия Анатольевича. Дело в том, что как первую задачу диагностики циркулирующего пучка, так и задачу, связанную со стендом облучательным, они проходили в виде как-бы задач и заявок, поставленных ускорительным комплексом, Трубниковым, Бутенко и т.д. И мы старались выступать – и очень бурные дискуссии были по поводу того, как все эти работы идут – на семинарах ускорительного комплекса. Туда обычно не ходят люди такие вот... это недоработка наша. Только часть информации констатировалась, потому что там были выявлены ряд недостатков у самих ускорительщиков. Это я хотел просто отметить. А задачи, которые связаны с экспериментами «Энергия+Трансмутация» мы обсуждали

только в рамках коллаборации «Энергия+Трансмутация», потому что это специфическая задача по сравнению со всеми остальными экспериментами. По-видимому, Вы абсолютно правы, что надо вот эти результаты, которые являются, ну, некими целеуказаниями о том, куда надо двигаться сотрудникам, создающим ускорительный комплекс. Их надо освещать еще в среде физиков, вот, пользователей. Это недостаток, который мы попытаемся учесть.

Панебратцев Ю.А. – Туда же надо привлечь еще и пользователей. Мы же говорим, что здесь создается центр, на котором прикладные исследования и т.д. А сейчас мы обратили внимание на этот сайт НИКи, значит, Александр Дмитриевич Коваленко – редактор этого сайта. И если у нас эта информация будет то, ну, любой человек в мире может посмотреть и... может быть, они сюда приедут со своими экспериментами.

Малахов А.И. – Так, хорошо, спасибо. Так, больше я не вижу желающих выступить. Ну, хорошо, достаточно много уже сказали. Поэтому, сейчас долгожданное слово заключительное диссертанта. Пожалуйста, Иван Васильевич.

Кудашкин И.В. – Так, воспользуюсь некоторой подсказкой, чтобы никого не забыть, потому что это важно. Ну конечно, в первую очередь, естественно, я бы хотел поблагодарить, вообще, очень благодарен моему научному руководителю, это – Антону Александровичу Балдину, который скажем так, научил меня, как говорится, принял меня с аспирантуры, с начала её поступления, содействовал этому поступлению. Научил не только, скажем так, паять, скажем так, держать паяльник в руках, грубо говоря, но и клеить, скажем, сцинтилляторы – какие-то простые вещи, но тем не менее необходимые в работе, тем более в экспериментаторской работе для физика. Это, конечно, всё... огромная благодарность Антону Александровичу и не только по советам, как говорится, как правильно, где, что написать, как лучше сделать, так как у него большой опыт, но и даже по жизненным некоторым таким моментам, как-бы так, он давал мне советы. Большое спасибо, Антон Александрович.

Также я бы хотел благодарность высказать членам коллаборации «Энергия+Трансмутация», во главе которой у нас Сергей Иванович Тютюнников. Конечно, всю коллаборацию я перечислить не смогу, тем не менее мы с ними взаимодействовали проводили совместные эксперименты, значит, получали данные, писали публикации, но, вот, значит, выскажу всё-таки благодарность Маканькину Александру, Сергею Васильеву, Вишневному Александру. Мы с ними бок о бок, как говорится, сидели в экспериментаторском домике, значит, проводили диагностику пучков. Также хотелось бы высказать благодарность Владимировой Надежде, которая тоже сотрудничала, то есть мы с ней, как говорится, совместно работали, скажем так, над активационной методикой. Она так или иначе передала часть опыта своего мне, что касается именно активационной методики, интенсивность пучка, значит, измеряли. И Михаэле Параипан, которая с нами сотрудничает и участвует в

коллорабии. Также выражаю благодарность... точнее, хочу отметить, скажем так, это наших членов коллорабии «МАРУСЯ», для которой также разрабатывались, применялись данные детекторы. Хотел бы отметить Гуськова Бариса Николаевича, Костюхова Евгения Васильевича, Стифорова Глеба, Старикову Светлану. И еще хотелось бы поблагодарить Федорова Андрея, который был у нас разработчиком механической части нашего стенда. И хотелось бы отдельно еще высказать благодарность Берлеву Анатолию Ивановичу, который, наставлял и даже заставлял читать классическую литературу, с которой у меня были некоторые проблемы, пробелы. Забыл еще поблагодарить Марьина Игоря, который входит у нас в состав коллорабии, помогал всегда, значит, монтировать и т.д., значит, с микроскопами... помогал, чем мог. Особенно хочется поблагодарить за полезные обсуждения и ценные замечания, конструктивную критику Бутенко Андрея Валерьевича, Сидорина Анатолия Олеговича, Слепнева Вячеслава Михайловича. Они действительно нам много помогали, советовали, как говориться, как в данных условиях на Нуклотроне проводить измерения, какие могут возникнуть проблемы и т.д. С ними сотрудничать пришлось, как говориться, вплотную и им благодарность. Также Трубникову Григорию Владимировичу и Нестерову Александру, которые тоже, значит, давали определенные советы. И другим сотрудникам ускорительного отделения, в частности которые работают на пульте ускорителя в качестве диспетчеров. Конечно, с ними нам приходилось много взаимодействовать. Это Филипов, Тузиков, Пивин, Горбачев и Седых нам содействовали в разработке нашего программного обеспечения, встраивания его в систему Tango, им, конечно, тоже благодарность. Хотелось бы поблагодарить Фещенко Александра Владимировича за то, что он согласился быть моим оппонентом, сделал полезные замечания и смог, несмотря на свою занятость, прийти на защиту, что, конечно, тоже очень ценно. И Федоркова Виктора Георгиевича тоже я благодарю за то, что он является мой оппонентом и внес существенные замечания в диссертацию. Что касается работ по стенду, микроканальным пластинам хотелось бы выразить благодарность Коваленко Александру Дмитриевичу, а также дирекции ОИЯИ, которые поддержали наши работы и стипендиями, которые я обозначил в диссертации, и грантами. Ну, надеюсь, никого не забыл, всех поблагодарил.

Малахов А.И. – Всё, да?

Кудашкин И.В. – Да.

Малахов А.И. – Спасибо. К сожалению, многие из них об этом не узнают... не зафиксировано в материале...

Панебратцев Ю.А. – Так это же можно зафиксировать. В благодарности исправить ошибки, раньше делали вроде так.

Малахов А.И.: Спасибо, присаживайтесь. Переходим к голосованию. Нам надо избрать счетную комиссию. Есть предложение просить принять участие в работе счетной комиссии нового члена нашего совета доктора Тютюнникова Сергея Ивановича. Вторым членом комиссии предлагается избрать профессора Панебратцева Юрия Анатольевича. Третий - ученый секретарь Валентин Александрович Арефьев. Есть другие предложения? Нет. Прошу голосовать за этот состав. Комиссия избрана единогласно. Просим комиссию приступить к работе, а членам диссертационного совета голосовать и посмотреть на заключение, которые мы должны принять.

Объявляется перерыв на голосование.

После перерыва:

Малахов А.И.: Уважаемые члены совета, комиссия готова представить результаты голосования, слово председателю комиссии профессору Панебратцеву. Пожалуйста, Юрий Анатольевич.

Панебратцев Ю.А.: Комиссия избрана для подсчета голосов при тайном голосовании по диссертации Кудашкина И.В. на соискание ученой степени кандидата технических наук. Присутствовали 25 членов совета из 31, в том числе докторов наук по специальности диссертации 6, роздано бюллетеней 25, осталось нерозданных 6. Оказались в урне 25. Результаты голосования: за – 23, против – нет, недействительных – 2.

Малахов А.И.: Спасибо, мы должны утвердить протокол. Кто за то чтобы утвердить протокол - 25, против и воздержавшихся нет. Теперь надо принять заключение, проект всем был роздан. Есть ли у кого-то замечания, пожалуйста. Замечаний и предложений нет. Прошу голосовать. Кто за то, что принять заключение в целом? За -25, против – нет, воздержавшихся – нет. Принято.

Поздравляем Ивана Васильевича Кудашкина с успешной защитой диссертации и желаем дальнейших успехов.

Спасибо большое членам диссертационного совета и всем присутствующим, заседание объявляю закрытым.

Председатель
диссертационного совета

Малахов А.И.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Арефьев В.А.

« 14 » ноября 2016 г.

